

TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

13 | 2017

**TEORIE
PRASSI**

PROGETTO
theories practice design



SIT_{dA}

TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

Issue 13
Year 7

Director
Mario Losasso

Scientific Committee
Ezio Andreta, Gabriella Caterina, Pier Angiolo Cetica, Romano Del Nord,
Gianfranco Dioguardi, Stephen Emmitt, Paolo Felli, Cristina Forlani,
Rosario Giuffré, Lorenzo Matteoli, Achim Menges, Gabriella Peretti,
Milica Jovanović-Popović, Fabrizio Schiaffonati, Maria Chiara Torricelli

Editor in Chief
Emilio Faroldi

Editorial Board
Ernesto Antonini, Roberto Bologna, Carola Clemente, Michele Di Sivo,
Matteo Gambaro, Maria Teresa Lucarelli, Massimo Perriccioli

Assistant Editors
Riccardo Pollo, Marina Rigillo, Maria Pilar Vettori, Teresa Villani

Editorial Assistant
Viola Fabi

Graphic Design
Veronica Dal Buono

Editorial Office
c/o SITdA onlus,
Via Toledo 402, 80134 Napoli
Email: redazionetechne@sitda.net

Issues per year: 2

Publisher
FUP (Firenze University Press)
Phone: (0039) 055 2743051
Email: journals@fupress.com

Journal of SITdA (Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura)

Il presente volume è stato stampato con i contributi economici di ABC_Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito_Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering del Politecnico di Milano.



SIT_dA

Società Italiana della Tecnologia
dell'Architettura



TEORIE PRASSI PROGETTO

THEORIES PRACTICE DESIGN

- 06 | Romano del Nord: la professionalità nella ricerca e nel progetto
Romano del Nord: professionalism in research and design
 Maria Chiara Torricelli
- INTRODUZIONE AL TEMA *INTRODUCTION TO THE ISSUE*
- 09 | Tra teorie e prassi: cultura, tecnologia, progetto
Between theories and practices: culture, technology, design
 Mario Losasso
- PROLOGO *PROLOGUE*
- 14 | L'opera di architettura come esperienza intellettuale
The work of architecture as an intellectual experience
 Emilio Faroldi
- DOSSIER a cura di/edited by Maria Chiara Torricelli
- 21 | Cultura tecnologica, teorie e prassi del progetto di architettura
Technological culture, theories and practice in architectural design
 Maria Chiara Torricelli
- 27 | Il carattere della cultura tecnologica e la responsabilità del progetto
The character of technological culture and the responsibility of design
 Andrea Campioli
- 33 | La progettazione architettonica nell'era della tecnologia
Architectural design in the era of technology
 Herman Neuckermans
- 38 | Tecnologia in vivo
Technology in vivo
 Maria Voyatzaki
- 44 | Dieci riflessioni sull'architettura e la tecnologia
Ten reflections on architecture and technology
 Joan Lluís Zamora i Mestre
- 50 | Complessità e crisi del progetto, collaborazione e conoscenza
Complexity and crisis of design, collaboration and knowledge
 Gianfranco Carrara
- 55 | Progettazione ambientale & accessibilità: note sul rapporto persona-ambiente e sulle strategie di design
Environmental design & accessibility: notes on the person-environment relationship and on design strategies
 Antonio Lauria
- 63 | Cultura tecnologica, ambiente, energia: prospettive della ricerca e della sperimentazione
Technological Culture, the Environment and Energy: the outlook for research and experimentation
 Gerhard Hausladen, Fabrizio Tucci
- 72 | Tecnologie ad alta prestazione e il futuro della progettazione architettonica
High Performance Technologies and the future of architectural design
 Francesco Fiorito, Mattheos Santamouris
- 77 | Lo scenario dell'offerta di costruzioni
The Scenario of Construction Supply
 Aldo Norsa
- SCATTI D'AUTORE *ART PHOTOGRAPHY* a cura di/edited by Marco Introini
- 82 | Prassi, tecnica e continuità
Practice, technology and continuity

CONTRIBUTI *CONTRIBUTIONS*

SAGGI E PUNTI DI VISTA *ESSAYS AND VIEWPOINTS*

- 91 | L'evoluzione tecnologica e l'innovazione dei linguaggi
Evolution of technology, innovation of languages
Maria Antonia Barucco
- 100 | Il progetto di architettura come nesso tra teoria e prassi
The architectural project as a link between theory and practice
Renato Capozzi, Federica Visconti
- 109 | «Ars sine scientia nihil est»
«Ars sine scientia nihil est»
Domenico Chizzoniti
- 119 | Per una nuova dimensione strategica della progettazione tecnologica
Towards a new strategic dimension for Technological design
Laura Daglio, Matteo Gambaro
- 126 | Cambiamenti paralleli: il progetto come modello e l'approccio all'ambiente (interdisciplinarietà)
Parallel changes: design as a model and approach to the environment (interdisciplinary concept)
Orio De Paoli
- 134 | Nuovi paradigmi energetico-ambientali per l'architettura
Innovative energy and environmental standards for architecture
Domenico D'Olimpio
- 143 | Cultura del progetto e cultura del fare. L'approccio digitale come dimensione innovativa di processo
The culture of designing and the culture of doing. The digital approach as the innovative dimension of process
Antonella Falotico
- 151 | Teoria e prassi nella progettazione ambientale: scienze post normali e visioning process design per la sostenibilità
Theory and practice in environmental design: post normal sciences and visioning process oriented design for sustainability (essays and viewpoints)
Daniele Fanzini, Isabella Bergamini, Irina Rotaru
- 159 | La dimensione della conoscenza nell'intervento sul costruito. L'evoluzione dei modelli di analisi prestazionale tra teorie e prassi
The dimension of knowledge on built environment interventions. The evolution of performance analysis models between theories and practices
Maria Fianchini
- 165 | Architettura e costruzione: attualità dell'insegnamento di Auguste Choisy
Architecture and construction: topical themes in the teaching of Auguste Choisy
Martina Landsberger
- 173 | Tra natura ed artificio
Between nature and artifice
Michele Lepore
- 182 | Progettazione esecutiva dell'architettura ed ermeneutica della *téchne*
*Executive design and hermeneutics of *téchne**
Massimiliano NASTRI
- 194 | Il rinnovamento della cultura tecnologica nel progetto, tra nuova tettonica e tecnologie digitali. Scenari internazionali dell'insegnamento e della ricerca
The transformation of technological culture in design, through new tectonics and digital technologies. International teaching and research scenarios
Spartaco Paris
- 204 | Il ruolo della cultura tecnologica nella dicotomia teorica tra tecnica e forma
The role of technological culture in the theoretical dichotomy between technique and form
Rosa Maria Vitrano

RICERCA E SPERIMENTAZIONE *RESEARCH AND EXPERIMENTATION*

- 212 | Tecnologie, sperimentazione e uso delle risorse tra progetto Moderno ed esigenze di riqualificazione
Technology, experimentation, and use of resources: rehabilitation of Modern architectural projects
Paola Ascione
- 222 | "C'è una certa angolazione della luce..." Gli strumenti di previsione qualitativa e di sintesi interpretativa dei fattori ambientali nell'ambito del progetto architettonico e urbano sostenibile
"There's a certain Slant of light..." The tools of qualitative forecasting and interpretative synthesis of environmental factors in the field of sustainable architectural and urban design
Marco Bovati

- 236 | La prassi progettuale esplicito-digitale e l'approccio prestazionale
Explicit-digital design practice and possible areas of implication
Giacomo Chiesa
- 243 | Sistemi integrati BIM-GIS nella progettazione di edilizia ospedaliera ad alta efficienza energetica
Integrated BIM-GIS based design for high energy efficiency hospital buildings
Roberto Di Giulio, Beatrice Turillazzi, Luca Marzi, Stefania Pitzianti
- 256 | Post-industrial robotics: esplorazione di architetture informate nell'era post-digitale
Post-industrial robotics: exploring informed architectures in the post-digital era
Angelo Figliola
- 267 | Esattezza, molteplicità e integrazione nell'Information Modeling & Management
Exactitude, multiplicity and integration in Information Modelling & Management
Massimiliano Lo Turco, Maurizio Bocconcino
- 278 | Un approccio semplificato per la valutazione di sostenibilità dell'ambiente costruito attraverso il BIM
A lean approach to enable sustainability in the built environment through BIM
Sebastiano Maltese, Nicola Moretti, Fulvio Re Cecconi, Angelo Luigi Camillo Ciribini, John M. Kamara
- 287 | L'innovazione tecno-tipologica per l'applicazione di sistemi ibridi alla produzione dell'edilizia abitativa: tra cultura tecnologica e sperimentazione applicativa
Typological and technological innovation for the application of hybrid systems to housing construction: between technological culture and application testing
Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Joseph Di Pasquale
- 295 | La cultura industriale e il progetto contemporaneo: esempi di sperimentazione di sistemi costruttivi
Industrial culture and contemporary project design: examples of experimental building construction systems
Ingrid Paoletti
- 306 | Strumenti digitali e sperimentazione di costruzioni realizzate con l'active bending
Digital tools and experimentations for structures realized with the active bending
Sergio Pone
- 313 | Innovazioni di processo per la digitalizzazione degli appalti pubblici: sinergie tra BIM e analisi multicriterio
Process innovations for the digitalization of public procurement: synergies between BIM and multi-criteria analysis
Sergio Russo Ermolli, Pasquale De Toro
- 322 | Cultura tecnologica e progettazione della città – Una ricerca sul campo a Torino
Technological Culture and Urban Design – A Field Research Project in Turin
Michela Toni
- 329 | Computational design e sistemi di classificazione per la verifica predittiva delle prestazioni di sistema degli organismi edilizi
Computational design and classification systems to support predictive checking of performance of building systems
Carlo Zanchetta, Paola Boarin, Cristina Cecchini, Gregorio Xausa

DIALOGHI *DIALOGUES* a cura di/edited by Maria Pilar Vettori

- 337 | Cultura tecnologica, teorie e prassi del progetto di architettura
Technological culture, theory and practice of architectural design
Jesús Aparicio, Jesús Donaire, Alberto Campo Baeza, Ignacio Vicens y Hualde

RECENSIONI *REVIEWS* a cura di/edited by Marina Rigillo

- 360 | Ezio Manzini: *Design when Everybody Designs. An Introduction to Design for Social Innovation*
Filippo Angelucci
- 363 | Elena Mussinelli (Ed.): *Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement*
Sergio Russo Ermolli
- 365 | Massimo Perriccioli (Ed.): *RE-Cycling Social Housing Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale*
Michele Conteduca

ROMANO DEL NORD: LA PROFESSIONALITÀ NELLA RICERCA E NEL PROGETTO

Maria Chiara Torricelli,
Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, Italia

mariachiara.torricelli@unifi.it

Romano del Nord è scomparso prematuramente il 6 maggio 2017. Non aveva voluto dare a vedere che una malattia grave lo stava vincendo e fino all'ultimo si è impegnato nel suo lavoro: ricercatore, docente, accademico, architetto, con una capacità esemplare di tenere tutto unito in una grande professionalità. Nella nostra comunità scientifica dei tecnologi dell'architettura, Romano non è stato un teorico; logico e al tempo stesso intuitivo nell'affrontare i problemi, rifuggiva dalle teorie astratte e continuo è stato il suo richiamo alla necessità di inquadrare, nella realtà dei contesti contemporanei e nella visione di scenari futuri, l'azione dell'architetto progettista, ricercatore, docente. Occorre indirizzare la passione dei giovani ricercatori verso il «rigore scientifico» e la «qualità dei risultati», aveva detto al primo seminario dei dottorandi di area Osdotta 2005, e nel 2011, su questa stessa rivista, domandandosi quale tipo di ricerca la situazione economica e sociale contemporanea ci chiedeva, scriveva, con non poca amarezza, quante erano state le «energie investite – improduttivamente – per proporre strumenti e tecniche avanzate a potenziale supporto delle committenze pubbliche, dei progettisti e della produzione». Anche nel campo della formazione ricordo il suo accorato richiamo negli ultimi tempi a ripensare l'offerta formativa perché fosse più attinente alla domanda del mercato e contribuisse a superare la crisi delle nostre economie e del settore delle costruzioni in particolare. Nell'attività di progettazione, svolta in prima persona come progettista di edifici per il sociale e quale project manager, coordinatore, di programmi complessi di intervento, ha portato lo stesso rigore professionale che lo contraddistingueva nella ricerca: consapevolezza della responsabilità sociale dell'architetto, conoscenza dei fattori in gioco, senso pratico dei problemi e capacità di affrontarli.

ROMANO DEL NORD: PROFESSIONALISM IN RESEARCH AND DESIGN

Romano del Nord died prematurely on 6 May 2017. He had no desire to show that a serious illness was getting the better of him, and up until the last he dedicated himself to his work as a researcher, lecturer, academic and architect, demonstrating an exemplary capacity to keep everything together with his great professionalism. In our scientific community of architectural technologists, Romano was not a theorist; his approach to problems was logical and at the same time intuitive. He shied away from abstract theories, constantly referring to the need to frame the actions of architect designers, researchers and professors within the reality of contemporary contexts and the vision of future scenarios. Young researchers' passion, he told PhD students at the first Osdotta seminar in 2005, should be guided towards «scientific rigour» and the «quality of the

Era nato a Manfredonia il 6 gennaio 1947, aveva un temperamento riservato ma con grande capacità di ascolto, lucido nel giudizio ma anche ironico. Aveva studiato a Firenze laureandosi con Mario Zaffagnini che subito ne aveva apprezzato le capacità di ricercatore e sperimentatore di approcci innovativi al progetto. Già nel 1980 diventò professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura, riconoscendogli la comunità scientifica la capacità di fare avanzare le discipline tecnologiche. Erano gli anni della ricerca sull'edilizia sociale, e sanitaria in particolare, sulla industrializzazione dell'edilizia e sulla progettazione di «sistemi aperti», per nuove forme di collaborazione fra committenza, progettisti, imprese e produttori. Su questo tema Romano ha continuato ad impegnarsi per tutta la sua vita di ricercatore e progettista, anche in questi ultimi anni quando il «sistema aperto» diventa gestione delle conoscenze condivise nel progetto. Nel 2013, ancora su *Techne*, scrive: «L'irrinunciabile rinnovamento dei processi di progettazione non può che passare attraverso l'enfaticizzazione del ruolo delle tecniche metodologiche ed operative che hanno sempre costituito il bagaglio culturale di pertinenza dell'area tecnologica. [...] ci si rende conto di quanto sia importante affrontare il processo decisionale della progettazione con strumenti, tecniche e procedure molto più evolute di quelle oggi correntemente impiegate. Ed è proprio su questo che è necessario concentrare l'attenzione per riflettere sulle prospettive della ricerca e sui contenuti delle discipline formative dell'architettura».

Romano si è formato alla scuola di Pierluigi Spadolini, e nell'amicizia, in primis, con Paolo Felli e Antonio Andreucci, con i quali nel 1975 ha fondato il CSPE (Centro Studi Progettazione Edilizia), ma anche nel sodalizio, vivo negli anni settanta e ottanta, con Mario Zaffagnini e Giuseppe Turchini, allora docenti presso

results», and in 2011, in this same journal, wondering what type of research the contemporary economic and social situation required of us, he wrote, with more than a touch of bitterness, about the amount of «energy invested – unproductively – in proposing advanced tools and techniques to support public commissioning bodies, designers and production». Even in the educational sphere, I remember his recent heartfelt appeal to rethink the educational offer so that it was more relevant to market demand and would help to overcome the crisis in our economies and in the construction industry in particular. His design activities, which he carried out himself as a designer of buildings to address social concerns and as a project manager and coordinator of complex intervention programmes, were imbued with the same professional rigour that distinguished his research: aware-

ness of the social responsibilities of the architect, knowledge of the factors at play, a practical understanding of the problems and the ability to tackle them. Romano del Nord was born in Manfredonia on 6 January 1947. He had a reserved temperament but a great capacity to listen; his judgement was lucid, but also ironic. He studied in Florence, graduating with Mario Zaffagnini, who immediately appreciated his skills as a researcher and tester of innovative design approaches. By 1980 he had become a Tenured Professor of Architectural Technology, and was recognized by the scientific community as having the capacity to advance the technological disciplines. In this period his research focused on architecture for society, and healthcare buildings in particular, as well as on the industrialization of construction and the design of «open systems» for



l'Università di Firenze. A partire da queste esperienze è diventato presto punto di riferimento per tutta la comunità scientifica dei tecnologi dell'architettura, partecipando assiduamente agli incontri organizzati in diversi atenei, con importanti relazioni che sempre fornivano chiavi di lettura originali e prospettive di lavoro concrete nella ricerca.

È troppo presto per ricostruire in dettaglio la sua personalità scientifica e di progettista architetto, ma su questa rivista, e in questa comunità che lo ha conosciuto impegnato, un ricordo e una riflessione non potevano mancare fin da adesso.

Romano Del Nord riteneva prioritario per le nostre discipline il tema dell'innovazione di processo, in questo ambito il suo contributo sul campo è stato importante, anche grazie ai programmi complessi che ha avuto l'opportunità di guidare come progettista o come coordinatore: dalla trasformazione del complesso del Policlinico di Careggi a Firenze, ai programmi di attuazione degli

new forms of collaboration between clients, designers, businesses and manufacturers. Romano continued to explore this theme for his entire life as a researcher and designer, even in recent years when the "open system" came to represent management of shared knowledge in the project. In 2013, again in *Techne*, he wrote: «The indispensable renewal of design processes must include an emphasis on the role of methodological and operational techniques which have always represented the cultural background of relevance to the technological area. [...] we recognize the importance of addressing the decision-making process in design with tools, techniques and procedures that are much more advanced than those currently used. This is precisely what we must focus our attention on in order to reflect on the research prospects and the con-

tents of the educational disciplines of architecture».

Romano trained at the Pierluigi Spadolini school and formed himself in the friendship, first and foremost, with Paolo Felli and Antonio Andreucci, with whom in 1975 he founded CSPE [Building Design Study Centre], as well as fellowship, in the Seventies and Eighties, with Mario Zaffagnini and Giuseppe Turchini, professors at Florence University at the time. With these experiences behind him, he quickly became a point of reference for the entire scientific community of architectural technologists, participating assiduously in meetings organized in different universities, with important reports that always provided original interpretations and solid job prospects in research.

It is too soon to reconstruct his scientific and architect designer personal-

interventi di edilizia residenziale universitaria ai sensi della legge 338/2000. Occorre lavorare, diceva, per combattere «la scarsa permeabilità all'innovazione» del settore delle costruzioni ma ancor più del «sistema che regola l'attuazione delle opere pubbliche», e l'innovazione di processo è condizione necessaria per raggiungere quella qualità e innovazione nei risultati applicativi alle quali la ricerca deve contribuire. Ha ricoperto importanti ruoli nei quali ha potuto portare le sue idee e la sua capacità di risoluzione di problemi. Rettore all'edilizia dell'Università di Firenze per tre mandati, dette impulso ad un rinnovamento importante delle strutture inquadrato in un piano organico per l'Ateneo fiorentino, in questo stesso ambito ha sviluppato piani e progetti anche per altri Atenei, quali Modena e Foggia. Ha collaborato con il MIUR per la definizione di standard normativi e di modelli per il calcolo del fabbisogno di edilizia universitaria e scolastica. Ha svolto attività di ricerca come componente dell'Osservatorio Nazionale Edilizia Scolastica, come consulente per l'Osservatorio Centrale dei Lavori Pubblici e coordinatore del Gruppo di definizione dei costi standardizzati per l'edilizia ospedaliera per l'Autorità di Vigilanza dei Lavori Pubblici. È stato fondatore e direttore del Centro Interuniversitario Tesis (Sistemi e Tecnologie per le Strutture Sociali e Sanitarie). Il suo ultimo grande impegno è stato quello, ancora in pieno sviluppo, per le Residenze Universitarie, nell'ambito di programmi del MIUR con Cassa Depositi e Prestiti. In questa attività Romano ha creduto quale condizione per promuovere il diritto allo studio universitario nel nostro Paese.

Ancora, sul piano della ricerca e della sperimentazione, si deve evidenziare il contributo di Del Nord all'avanzamento della teoria esigenziale e dell'approccio sistemico nel progetto di ar-

ity in detail, but in this journal, and in this community which has witnessed his commitment, a recollection and a reflection are surely fitting at this time. Romano Del Nord considered the topic of process innovation a priority for our disciplines, and he made an important contribution to this area, also through the complex programmes he had the opportunity to lead as a designer or coordinator: from the transformation of the Careggi Hospital complex in Florence to implementation programmes for university housing projects pursuant to law 338/2000. It is necessary, he said, to work towards combating «the poor permeability to innovation» of the construction sector, but even more of the «system that governs the implementation of public works», and that process innovation is a necessary condition to achieve quality and innovation in the application results to which

research must contribute. He held important roles to which he was able to bring his ideas and problem-solving capacity. As Vice-Rector for building at Florence University for three mandates, he gave impetus to a significant renewal of the units framed within an organic plan for the Florentine university, and in this same area he developed plans and projects for other universities too, such as Modena and Foggia. He collaborated with MIUR (Ministry of Education, University and Research) to define regulatory standards and models to calculate the requirements of university and school buildings. He carried out research activity as a member of the National Educational Building Observatory, as a consultant for the Central Observatory for Public Works and coordinator of the Group to define the standardized costs for hospital buildings for the Authority for the

chitettura. Formatosi negli anni in cui la scuola dei tecnologi dell'architettura in Italia veniva fondata, muovendo dalle teorie, fra gli altri, di Alexander negli USA, di Blachère in Francia (per citare solo due importanti riferimenti), Romano ha con fermezza creduto in un approccio alla progettazione che assume a riferimento le esigenze degli utenti, da cui fare discendere una metodologia articolata in requisiti da soddisfare, vincoli di contesto da analizzare e prestazioni ambientali e tecniche da garantire. In questa direzione ha continuato a lavorare, nel confronto a livello internazionale, introducendo elementi di innovazione costituiti dall'allargamento del riferimento esigenziale ad aspetti psicologici (si ricordano le ricerche interdisciplinari, e con gli psicologi ambientali in particolare, nel campo dell'edilizia per la salute), e dalle metodologie volte a dare 'evidenza' scientifica all'approccio esigenziale-prestazionale. La prova dei fatti, la dimostrazione dell'efficacia dei processi e dei risultati erano per Del Nord un impegno conseguente al senso di responsabilità come ricercatore e come architetto. A lui si devono contributi teorici e applicativi in azioni di monitoraggio, valutazione, validazione, termini che nel suo lavoro hanno assunto la concretezza dell'impegno sul campo, la chiarezza dell'impostazione di metodo, in sintesi, la serietà professionale di cui è stato esempio.

Supervision of Public Contracts. He founded and was director of the Inter-University Research Centre TESIS (Technologies and Systems for Social and Health Structures). His last great commitment, which is still being fully developed, was to University Residences as part of the MIUR programmes with Cassa Depositi e Prestiti. Romano believed that this activity was a condition to promote the right to university study in Italy.

Again, in terms of research and experimentation, we must highlight Del Nord's contribution to the advancement of the theory of needs and the systemic approach in architecture design. Gaining his education at a time when the school of architectural technologists in Italy was founded, shifting from the theories, among others, of Alexander in the USA and Blachère in France (to mention just two impor-

tant references), Romano firmly believed in a design approach that took users' needs as a reference point, from which to develop a methodology broken down into requirements to be met, context restrictions to be analysed and environmental and technical performances to be guaranteed. He continued to work along these lines, engaging at international level and introducing innovative elements represented by the expansion of the needs reference to psychological aspects (we can recall the interdisciplinary research, and with environmental psychologists in particular, in the field of healthcare buildings), and methodologies aimed at providing scientific 'evidence' to the performance requirements approach.

Providing evidence of the facts and demonstrating the effectiveness of the process and results represented, for Del Nord, a commitment resulting from his

sense of responsibility as a researcher and as an architect. Del Nord provided theoretical and applicative contributions to actions involving monitoring, evaluation and validation, terms that in his work elevated the solidity of his commitment in this area, the clarity of the method of approach, and, in short, the professionalism he exemplified.

Mario Losasso,
Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

losasso@unina.it

Dalle radici della *téchne* alla disarticolazione del rapporto fra teoria e prassi

Alexandre Koyré, storico della scienza (1892-1964) e autore del celebre *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, fa

rilevare che all'origine della grande intuizione galileiana sul rapporto causa-effetto, sull'osservazione e sulla verifica sperimentale delle ipotesi scientifiche, vi fu un'esigenza della teoria, ovvero una deduzione razionale e non una misurazione empirica. A differenza delle concezioni idealistiche, nella intuizione galileiana non si consuma il prevalere della teoria sulla prassi. Si assiste a quella compenetrazione fra teoria e pratica che caratterizza la rivoluzione scientifica e tecnologica attraverso lo sviluppo della relazione fra l'evoluzione delle conoscenze e la realizzazione di strumenti di misurazione sempre più perfetti, nonché attraverso la costruzione di macchine sempre più precise che hanno consentito scoperte, innovazioni e avanzamenti della conoscenza scientifica.

Una teoria è per definizione un insieme interconnesso di ipotesi ed enunciati il cui scopo è quello di spiegare fenomeni che, a partire dalle impostazioni concettuali, richiedono conferme sperimentali attraverso verifiche e la loro riproducibilità, esprimendo inoltre una capacità predittiva. Se la teoria esprime "cosa accadrà", la prassi è legata invece all'azione, all'attività, al modo di agire. Il pensiero greco antico effettua la distinzione fra la *praxis* (l'agire) e la *techne* (il fare), rispetto alla *poiesis* (il fare produttivo) (Galimberti, 1999). Avere uno scopo, dotando di senso l'azione tecnica, era il contenuto del corretto agire (*praxis*) e del corretto fare (*techne*). Il rapporto fra teoria e prassi non era di tipo funzionale o strumentale - la teoria in funzione della prassi o viceversa - ma di tipo generativo e fondativo fino al punto in cui la *téchne* si caratterizzava come sintesi fra teoria e pratica. Nella

relazione fra teoria e prassi non si riscontrava una riduzione del valore della dimensione *poietica* intesa come attività produttiva, poiché una corretta azione tecnica, quindi pratica, non poteva esplicitarsi senza conoscere la teoria.

Nella contemporaneità il rapporto si ribalta: la prassi si risolve nel "fare tecnico" che, portato alle estreme conseguenze di non avere alcun fine, si rispecchia nel fare esecutivo previsto dalla razionalità del sistema socio-tecnico che si afferma nella transizione dalla modernità alla contemporaneità. L'agire finalizzato e, quindi, dotato di senso, scade inevitabilmente in un semplice fare funzionale e a-finalistico. Nelle tesi sostenute da Umberto Galimberti (Galimberti, 1999), la tecnica non è più un oggetto della nostra scelta, ma è l'ambiente che irrimediabilmente abitiamo. Essa da mezzo diventa fine, nel senso che tutti gli scopi delle società industrializzate tendono a essere raggiungibili solo attraverso la mediazione tecnica che genera forme segmentate di sapere.

La relazione causale o ricorsiva fra teoria e prassi subisce un brusco arresto. Le teorie e il sapere scientifico si trasformano velocemente in sapere tecnologico, generando forme segmentate di sapere con lo sviluppo di soluzioni specifiche con campi di validità circoscritta in rapporto alle condizioni operative previste. Nel campo del progetto di architettura la perdita del nesso fra teoria e prassi conduce al nichilismo, con l'azzeramento del problema del senso, ovvero del "per che cosa" o dello scopo del fare architettura (Sichenze, 2011).

Momento ideativo e momento realizzativo

relazione che, nel corso delle epoche, è variata secondo alterne

Il rapporto tra cultura tecnologica e cultura del progetto in architettura costituisce una

BETWEEN THEORIES AND PRACTICES: CULTURE, TECHNOLOGY, DESIGN

From the roots of *téchne* to the decoupling of the relationship between theory and practice

Alexandre Koyré, historian of science (1892-1964) and author of the famous *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, points out that the origin of the great Galilean intuition on the cause-effect relationship, on the observation and the experimental verification of scientific hypotheses, was a requirement for theory, as a rational deduction and not an empirical measure. Unlike idealistic ideas, Galilean intuition doesn't empower the prevalence of theory on practice. The interpenetration between theory and practice that characterizes the scientific and technological revolution is being faced through the development of the relationship between evolution of skills and the achievement of ever more perfect measuring tools, as well as by the

construction of increasingly precise machines that allowed discoveries, innovations and advances in scientific knowledge. By definition, a theory is an interconnected set of hypotheses and enunciations whose purpose is to explain phenomena that, from conceptual settings, require experimental confirmations through verifications and their reproducibility, and also express predictive abilities. If theory expresses "what will happen", practice is linked to action and activity. Ancient Greek thought distinguishes between *praxis* and *techne*, compared to *poiesis* (Galimberti, 1999). To have a purpose, making sense to technical action, was the content of the proper acting (*praxis*) and the proper doing (*techne*). The relationship between theory and practice was not of functional or instrumental nature -the theory on the basis of practice or vice-versa- but generative

and foundational to the point that the *techne* was characterized as a synthesis between theory and practice.

In the relationship between theory and practice there was no reduction in the value of the poietic dimension, as a productive activity, since a proper technical action, then practice, could not be performed without knowing the theory. In the contemporary world, the relationship is overturned: practice turns in the "technical doing" that, led to the extreme consequences of having no aim, is reflected in the executive doing provided for by the rationality of the socio-technical system that emerges in the transition from modernity to contemporaneity. The aimed and therefore meaningful act inevitably, ends in a mere functional and a-finalistic doing. In the arguments supported by Umberto Galimberti (Galimberti, 1999), technique is no longer an object of our choice, but it's the environ-

declinazioni e con rimandi al rapporto fra momento ideativo e momento realizzativo. Nei casi in cui viene sostenuta la superiorità del momento ideativo, si sancisce la sua scissione da quello realizzativo, collocato solo a valle per definire il “come si fa” rispetto all’idea iniziale.

Sul versante opposto, altre posizioni sono invece inquadrabili in uno sbilanciamento verso il tecnicismo al quale la creatività progettuale dovrebbe fornire solo una sorta di “copertura” estetica. Si comprende come tali punti di vista, che affondano rispettivamente le radici in un rigido carattere idealistico e in un funzionalismo pragmatico, rappresentano elementi di inconciliabilità dialettica e quindi una limitazione per l’evoluzione dei saperi.

Partendo dal presupposto che letture disattente dell’idealismo hanno condotto ad un’erronea identificazione fra opera architettonica e opera artistica, «l’antica frattura fra ideazione ed esecuzione (contrapposizione fra arte liberale e arte meccanica) è ripresa senza mezzi termini come si sa da Benedetto Croce» nel momento in cui afferma nell’*Estetica* (1902) che nel processo della produzione artistica non incide alcun elemento pratico o tecnico (Raiteri, 2014). Tale conflitto, tutt’oggi non sanato, è stato più volte ripreso, come per esempio è avvenuto nel dibattito sulla contrapposizione fra le due culture, quella umanistica e quella scientifica, rimarcato da Charles Snow, oppure nelle simmetriche opposizioni fra mondo delle idee e mondo della pratica. In architettura, sulla scia di queste dicotomie, si assiste ancora alla contrapposizione fra un “mondo delle forme” e un “mondo delle tecniche”.

Nelle teorie rassicuranti proprie della modernità classica, la fiducia nel progresso si affianca alla sicurezza dell’emancipazione sociale. Il punto di non ritorno delle teorie unificanti dell’archi-

tettura moderna – lo stile internazionale, il funzionalismo, il razionalismo, ecc. – si è avuto a partire dal declino degli anni ’50-’60 che ha lasciato nei decenni successivi il campo a condizioni d’ordine *locali*, in alcuni casi derivate dalle teorie sul progetto moderno ancora incompiuto (Habermas, Maldonado), in altri casi orientate al suo superamento.

Nella progressiva ‘pluralizzazione’ culturale della contemporaneità, alcuni autori pongono l’interrogativo di quanto permanga la linea di continuità con il “moderno” che rivendica, pur nella complessità e nelle problematicità contemporanee, la non rinuncia al suo progetto culturale e all’attualità del progetto illuminista come un progetto complessivo della società dalle potenzialità ancora inesprese. All’interno di tale transizione, alcune teorie del progetto tendono a trasformarsi in empirico-analitiche o analitico-normative, trasportando sotto il cappello dell’ideologia neopositivista i modelli cognitivi analoghi a quelli delle scienze naturali (Habermas, 1967). In questo caso la prassi progettuale si fa quindi tecnicistica, condizionata dai mezzi strumentali e incapace di riflessione critica. Su un altro versante, le teorie ermeneutiche aprono ad un agire comunicativo, a un sapere pratico, a molteplici sistemi relazionali, alla prevalenza del momento interpretativo rispetto all’oggettività dei fatti.

Nel corso degli ultimi decenni si sono definite sia teorie progettuali di portata circoscritta, sia pratiche empiriche diffuse, che vanno dalle forme di nuova razionalità alla “tendenza”, dal post-moderno alla decostruzione, dalle influenze del pensiero debole a quelle del nuovo realismo in architettura. L’incremento della complessità della realtà, che è costitutiva e che si evolve continuamente, induce sistemi di relazioni multiple, identità non sempre definibili, incertezze sugli esiti di ciò che si è pur progett-

ment that we irreparably live. It becomes an aim by a mean, in the sense that all the aims of industrialized societies tend to be reachable only through the technical mediation that generates segmented forms of knowing.

Theories and scientific knowledge are transformed into technological know-how by generating segmented forms of knowing through the development of specific solutions with validity ranges in relationship to the envisaged operational conditions. In the field of architectural design, the loss of the connection between theory and practice leads to nihilism, by resetting the question of meaning, namely “for what” or the purpose of making architecture (Sichenze, 2011).

Conception phase and realization phase

The relationship between technological culture and design culture in architec-

ture has changed in the course of the ages with alternating possibilities and references to the statement between the ideative moment and the moment of realization. When the superiority of the conception phase is sustained, it’s established its split from the realization, placed only downstream to define “how it is done” compared to the early idea. On the other side, however, other positions can be framed in an imbalance towards the technicality to which design creativity should provide only a kind of aesthetic “cover”. Such views, which plant their roots in a rigid idealistic character and in a pragmatic functionalism, are elements of dialectical incompatibility and therefore a limitation for the evolution of knowledge.

Starting from the assumption that inattentive interpretations of idealism have led to erroneous identification between architectural and artistic work, «the an-

cient fracture between conception and execution (contrast between liberal art and mechanical art) is clearly resumed, as we know, by Benedetto Croce» when he states in the *Estetica* (1902) that any practical or technical element doesn’t affect the process of artistic production (Raiteri, 2014). This conflict, which has not yet been mended, has been repeatedly resumed, such as in the debate on the contrast between the two cultures, the humanistic and the scientific one, highlighted by Charles Snow, or in symmetric oppositions between world of ideas and world of practice. In architecture, in the wake of these dichotomies, there is still a contrast between a “world of forms” and a “world of techniques”.

In the reassuring theories of classical modernity, confidence in progress is complemented by the security of social emancipation. The point of no return

of unifying theories of modern architecture - the international style, functionalism, rationalism, etc. - has been in the fall of the ‘50s and’ 60s, that in the following decades left the field to *local* order conditions, in some cases derived from theories about the still unfinished modern program (Habermas, Maldonado), in other cases oriented to its overcoming. In the progressive cultural ‘pluralization’ of contemporaneity, some authors place the question of the persistence of the line of continuity with the “modern” that claims, despite the complexity and contemporary problems, the non-renunciation of modernity as a cultural program and of the present of the Enlightenment program as a total perspective of society with potentials still inexpressed. Within this transition, some theories tend to become empirical-analytical or analytic-regulatory, carrying the cognitive mod-

tato e pianificato con specifici obiettivi. L'approccio tecnologico al progetto di architettura ha sempre sostenuto l'inscindibilità fra il pensiero teorico e suoi esiti concreti, fra l'idea e la sua realizzazione, guardando alle implicazioni che gli aspetti realizzativi e gestionali, nonché processuali, determinano sia nell'azione creativa e progettuale sia nei suoi fondamenti teorici. Viene esclusa una separazione fra teoria da un lato e strumenti operativi di approccio empirico dall'altro, richiamando al continuo senso di responsabilità e rispondenza che il progetto deve possedere in relazione ai campi socio-economico, produttivo, costruttivo, normativo, ambientale, culturale. Per attuare i processi di trasformazione dell'ambiente costruito, la cultura tecnologica della progettazione si basa su principi teorici e aspetti pratici, sostenendo la centralità del progetto come regia tra apporti diversificati e sempre più complessi all'interno del processo edilizio (Schiaffonati et al., 2011).

Autonomia, eteronomia, approccio euristico in architettura

La relazione fra teorie e prassi del progetto di architettura si è sempre caratterizzata attraverso una diversità di approcci e l'adesione a specifici sistemi di valori. Attualmente, alcuni approcci aderiscono a principi di estetizzazione e all'architettura come linguaggio, comportando la rimozione di ogni preoccupazione sociale, economica e politica secondo una sorta di allontanamento di ogni posizione "disturbante" (Settis, 2017). Quasi in base a un rinnovato idealismo, l'invenzione di forme astratte demanda tutto il resto ad altre competenze. Paradossalmente, tale possibilità è «figlia dell'attuale onnipotenza tecnologica. Anzi, quanto più una forma appare autonoma dalla sua materialità, tanto più

presuppone l'onnipotenza di quest'ultima» (Raiteri, 2014). Su un altro versante, si ritiene prevalente un approccio performante secondo l'utilizzo di algoritmi analitico-deduttivi tesi a ottimizzare le soluzioni progettuali e di processo. Entrambe le posizioni rappresentano dunque un arretramento rispetto alle responsabilità complesse del progetto, che così dispiega approcci a-critici e distanti dalle esigenze dell'abitare.

Di maggiore interesse risultano alcune posizioni intermedie fra tali estremi. Richiamando il rapporto disegno-progetto-costruzione, in una sua recente conferenza Franco Purini (2017) ricorda come spunti di carattere "grafico-artistico" siano "materiali" che non partono per essere architettura ma poi lo diventano instaurando relazioni complesse con le istanze del progetto. Vittorio Gregotti (Gregotti, 2016) invita a concentrare il ragionamento sul valore dell'opera d'arte che Gottfried Semper individua come un saper fare, come prodotto di uno scopo, di un materiale, di una tecnica. La posizione dichiarata da Gregotti è di tipo dialettico, tesa a conciliare - nella "pratica artistica" dell'architettura derivata dalla *ars latina*, "traduzione" della *téchne* greca - da un lato l'autonomia dei fondamenti, delle regole disciplinari, delle teorie e delle intenzionalità poetiche, dall'altro l'eteronomia caratterizzata dalle "funzioni specifiche" delle tecniche, dell'economia, delle intenzionalità della committenza, ecc. Distinguendo fra elementi di autonomia ed altri di eteronomia, si allude alle tecniche come a qualcosa di "esterno" ma necessario, con cui confrontarsi dialetticamente.

Guido Nardi, esprimendo un altro punto di vista, inquadra il rapporto fra teoria e prassi in architettura come un processo sintetico e ricorsivo in cui la progettazione si identifica con una fase euristica, vista come metodo di ricerca progettuale che, sviluppando nuove conoscenze garantisce uno sviluppo empirico tale

els of natural sciences under the hat of neopositivist ideology (Habermas, 1967). The design practice is therefore technician design, influenced by instrumental means and incapable of critical reflection. On the other hand, hermeneutic theories open to communicative action, practical knowledge, multiple relational systems, with the prevalence of the interpretative moment compared to the objectivity of the facts. Over the last decades, both more limited design theories and widespread empirical practices have been defined, from shapes of new rationality to "tendency", from post-modern to deconstruction, from the influences of weak thinking to those of new realism in architecture. The increasing complexity of reality, which is constituent and constantly evolving, induces systems of multiple relationships, not always definable identities, uncertainties about the out-

comes of what has been designed and planned with specific goals. The technological approach to the architectural design has always supported the inseparability between theoretical thinking and its concrete outcomes, between the idea and its realization, looking at the implications that the implementation and the management aspects, and the procedural ones, determine both in the creative and design action both in its theoretical foundations. There is no separation between theory on the one hand and operational tools of empirical approach on the other, recalling the continuous sense of responsibility and responsiveness that the project must have for socio-economic, productive, constructive, regulatory, environmental and cultural fields. To implement the transformation processes of the built environment, the technological culture

of design is based on theoretical principles and practical aspects, supporting the centrality of the project as a direction between diversified and increasingly complex inputs within the building process (Schiaffonati et al., 2011).

Autonomy, heteronomy, heuristic approach to architecture

The relationship between theories and practices of the architectural design has always been characterized by a diversity of approaches and adherence to specific value systems. Today, some approaches join to ideation and formalism, as well as to aestheticization and architecture as a language, leading to the removal of any social, economic and political concern in a sort of departure of any "disturbing" position (Settis, 2017). Almost from a renewed idealism, the invention of abstract forms defers all the rest to other skills.

Paradoxically, this possibility is «the daughter of the present technological omnipotence. Indeed, the more a form appears autonomous from its materiality, the more presupposes the omnipotence of the latter» (Raiteri, 2014). On the other hand, a performing approach is considered to be prevailing with the use of analytic-deductive algorithms to optimize design and process solutions. Both positions thus represent a retreat to the complex responsibilities of the project, which creates a-critical approaches and far from the living needs. Some intermediate positions between these extremes are of greater interest. Recalling the project-design-building relationship, in his recent conference, Franco Purini (2017) recalls that "graphic-artistical" ideas are "materials" that don't start to be architecture but then they become by establishing complex relationships with the instances

da includere nuovi elementi non noti nel momento di definizione teorico. Secondo Nardi, nel progetto di architettura avviene un incontro «sincrono tra sapere tecnico e capacità inventiva, in quanto la soluzione del problema cui il progetto deve rispondere è data dalla composizione di questi due aspetti. La creatività va quindi riletta alla luce della relazione che instaura con la sfera tecnica. In questo modo il vincolo tecnico non si pone come ostacolo, ma diventa la premessa, il terreno su cui l'azione creativa si innesta, incontro di un piano normativo e di un piano creativo in reciproca relazione, in una dinamica tra soluzione, sistema di regole, istanza creativa» (Nardi, 2003). Il sapere tecnico rappresenta qualcosa in più di un semplice mezzo o fattore funzionale, costituendo un valore formativo e culturale che consente di mediare fra soggettività e oggettività, fra esperienza e razionalità, fra conoscenza e capacità operative.

Riscoprire i valori della *téchne*

Per gli antichi greci l'elemento decisivo della *téchne* non risiedeva nel fare e nell'utilizzo di strumenti: la tecnica dunque non era un semplice mezzo ma una modalità dell'emergere della verità. Martin Heidegger sottolineava che «in quanto disvelamento, quindi, e non in quanto fabbricazione, la *téchne* è un pro-durre». Nella contemporaneità avviene un ribaltamento, il rapporto fra teorie e prassi perde la propria relazione di causalità lineare e la *téchne* non è più elemento di mediazione fra ideazione progettuale e realizzazione. Tuttavia, in un'epoca di transizione, la lezione della componente ancora viva della modernità richiama il pensiero di Mies van der Rohe, secondo cui nella relazione fra costruzione e progetto niente dovrebbe essere superfluo ed espositivo rispetto a ciò che

of the architectural design. Vittorio Gregotti (Gregotti, 2016) invites us to concentrate the reasoning on the value of the artwork that Gottfried Semper identifies as a know how, as a product of a purpose, a material, a technique. Gregotti's position is dialectical, aimed at reconciling - in the "artistic practice" of architecture - on the one hand the autonomy of the foundations, disciplinary rules, theories and poetic intentionalities, on the other hand the heteronomy characterized by "specific functions" of techniques, economics, customer intentions, etc. Distinguishing between elements of autonomy and others of heteronomy, it refers to techniques as something "external" but necessary, with which to confront dialectically.

Guido Nardi, expressing another point of view, frames the relationship between theory and practice in architecture as a

synthetic and recursive process in which architectural design is identified with a heuristic phase, as a design research method, by developing new knowledge guarantees an empirical development that includes new elements not known at the time of theoretical definition. According to Nardi, in architectural design «a synchronous meeting between technical knowledge and inventive capacity is taking place, since the solution to the problem that the project must answer is the composition of these two aspects. Creativity must then be rephrased in the light of the relationship it establishes with the technical sphere. In this way, technical constraint is not an obstacle, but it becomes the premise, the ground where creative action engages, meeting of a regulatory level and a creative level in mutual relationship, in a dynamic between solution, system of rules, creative instance» (Nardi, 2003).

il progetto richiede. La sua necessità esprime la negazione della sostituibilità indifferente degli elementi dell'architettura, mentre l'organizzazione rappresenta la modalità atta a consentire l'efficace relazione delle parti tra loro e delle parti con il tutto. Attraverso il "sapere perché" e attraverso un processo di messa in evidenza delle componenti della complessità, oggi è importante attuare un necessario rapporto critico con la realtà, in cui non prevalgano le sole ragioni estetiche o della committenza quanto un'etica e una deontologia della responsabilità civile, culturale, socio-economica e ambientale (Settis 2017).

Parallelamente, il sapere critico non può limitarsi ad una decostruzione dello stato delle cose, contro un futuro come ripetizione, contro il contesto e a favore dell'idea di città generica (Gregotti 2012). La teoria non può essere opposta alla pratica né è da essa separabile, poiché rappresenta il fondamento del fare mentre la prassi costituisce la traduzione della teoria nel mondo concreto secondo un processo ricorsivo.

Con l'avvento della digitalizzazione del settore delle costruzioni, il rapporto fra teorie e prassi diviene più complesso. Il progetto assume un nuovo ruolo strategico, diventando un sistema di scelte ragionate che possono essere inquadrare nel mutare delle condizioni contestuali e secondo una necessaria rappresentazione dinamica. I domini cognitivi e operativi dei singoli settori disciplinari hanno una progressiva estensione e contaminazione con l'irrompere dei livelli di interscalarità e multisettorialità.

Nella pratica professionale del progetto la regia unica perde la sua centralità, mentre i team con competenze multiple espandono la loro capacità operativa. Conoscenze molteplici e da integrare inducono il forte risalto delle procedure IT, sia nelle tecniche manageriali legate alla conoscenza (*business intelligence, knowled-*

Technical knowledge is more than just a simple means or functional factor, as a formative and cultural value that allows to mediate between subjectivity and objectivity, experience and rationality, knowledge and operational capabilities.

Rediscover the values of the *téchne*

For the ancient Greeks, the decisive element of the *téchne* was not in doing and in use of tools: the technique was thus not a simple means but a way of the truth's emergence. Martin Heidegger highlighted that «as a discovery, therefore, and not as a fabrication, the *téchne* is a pro-duce». Nowadays an overturn occurs, the report between theories and practices loses its relationship of linear causality and the *téchne* is no longer an element of mediation between design conception and realization. In a time of transition, however, the lesson of the still alive component of modernity re-

calls Mies van der Rohe's thinking that in the relationship between construction and design nothing should be superfluous and exhibition compared to what the project requires. Its necessity expresses the denial of the indifferent substitution of the elements of architecture, while the organization represents the way to allow the effective relationship among the parties and between them and the whole.

Through "know why" and through a process of highlighting the components of complexity, today it is important to implement a critical report with reality, in which the only aesthetic or customer reasons don't prevail as an ethic and a code of civil, cultural, socio-economic and environmental liability (Settis 2017).

At the same time, critical knowledge cannot be confined to a deconstruction of the state of things, against a future as

ge management, data mining) che possono fornire una risposta avanzata, sia nell'integrazione a monte e a valle del progetto, sia nelle interfacce e interoperabilità del progetto e del processo tra i vari attori. Con il potenziamento del contenuto informativo del progetto si incorporano logiche di *problem solving*, di organizzazione delle capacità decisionali, di gestione delle informazioni. Nelle condizioni di maggiore complessità, la metaprogettazione e la progettazione sistemica si integrano con le fasi progettuali caratterizzate da maggior determinismo come la progettazione esecutiva e operativa finalizzate alla costruibilità del progetto. Nel panorama delle discipline dell'architettura, l'area tecnologica si configura come area di confine con trasversalità tematiche, qualificandosi insieme ad altri settori scientifici quale espressione dell'indispensabile pluralismo di saperi nel campo delle scienze umane e delle scienze esatte. L'approccio sistemico e processuale induce inoltre i presupposti della scelta di campo sulla inscindibilità fra teorie e prassi in architettura, fra il pensiero teorico e suoi esiti concreti, fra l'idea e la sua realizzazione, guardando alle implicazioni che gli aspetti socio-economici, costruttivi, ambientali e gestionali determinano sia nell'azione della prassi progettuale, sia nei suoi fondamenti teorici. Nel Convegno fondativo della SITdA del 2008, Eduardo Vittoria ribadiva questo concetto sottolineando la necessità di contribuire a una rinnovata "Art de bâtir", arte del costruire, che nella parola latina *ars* riprendeva il significato greco della *téchne* (teoria, arte, scienza) per esprimere il divenire dell'abitare tra astrazione dell'arte e concretezza del costruire.

a repetition, against the context and in favour of a generic city's idea (Gregotti 2012). The theory cannot be opposed to practice or separable from it, since it's the foundation of doing while practice is the translation of theory into the material world according to a recursive process. With the coming of digitalization of the construction industry, the relationship between theories and practices becomes more complex. The design has a new strategic role, becoming a system of reasoned choices that can be framed in the changing of the contextual conditions and according to a necessary dynamic representation. The cognitive and operational domains of the single disciplinary sectors have a progressive extension and contamination, with the interscalarity and multi-sectoral levels entrance. In the professional practice of the architectural design, the unique direction

loses its centrality, while the teams with multiple skills expand their operational capability. Multiple and complementary acquaintances bring strong emphasis on IT procedures, both in management skills about knowledge (business intelligence, knowledge management and data mining), which can provide an advanced response in the upstream and downstream integration of the project, both in the interface and interoperability of the project and the process among the various actors. With the enhancement of the information content of the design, logics of *problem solving*, decision-making organization and information management are incorporated. In higher complexity conditions, metadesign and systemic design are combined with design phases characterized by more detail, such as executive and operational design aimed at design constructability.

REFERENCES

- Habermas, J. (1967), *Teoria e prassi nella società tecnologica*, Laterza, Roma-Bari.
- Galimberti, U. (1997), *Psiche e techne. Uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano.
- Gregotti, V. (2013), *Il sublime al tempo del contemporaneo*, Einaudi, Torino.
- Gregotti, V. (2016), "Architettura giustizia più libertà", *Corriere della Sera*, 2016.09.04.
- Morin, E. (2016), *Sette lezioni sul pensiero globale*, Cortina, Milano.
- Nardi, G. (2003), *Percorsi di un pensiero progettuale*, Clup, Milano.
- Raiteri, R. (2014), *Progettare progettisti. Un paradigma della formazione contemporanea*, Quodlibet, Macerata.
- Schiaffonati, F., Mussinelli, E. and Gambaro, M. (2011), "Tecnologia dell'architettura per la progettazione ambientale / Architectural technology for environmental design", *Techne*, n. 2.
- Settis, S. (2017), *Architettura e democrazia. Paesaggio, città, diritti civili*, Einaudi, Torino.
- Sichenze, A. (2011), *Architettura vs Nichilismo*, Mimesis, Milano-Udine.
- Vittoria, E. (2008), "L'invenzione del futuro: un'arte del costruire", in M. De Santis, M., Losasso, M. and Pinto, M.R. (2008), *L'invenzione del futuro*, Aliena, Firenze.

In the framework of architecture's disciplines, the technological area is defined as a border area with thematic transversalities, becoming together with other scientific sectors an expression of the indispensable pluralism of knowledges in the field of human and exact sciences. The systemic and process approach also induces the assumption of choosing sides on the inseparability between theories and practice in architecture, between theoretical thinking and its concrete outcomes, between the idea and its realization, looking at the implications that the socio-economic, constructive, environmental and managerial aspects determine both in the act of design practice and in its theoretical foundations. In 2008, during the founding Meeting of the SITdA, Eduardo Vittoria reiterated this concept by emphasizing the need to contribute to a renewed "Art de bâtir", the art of

building, which in the latin word *ars* recaptured the greek meaning of *téchne* (theory, art, science) expressing the becoming of the living between art abstraction and concreteness of building.

Emilio Faroldi,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

emilio.faroldi@polimi.it

L'architettura è il risultato, a volte virtuale a volte costruito, del mondo cui un uomo aspira. In forma inconscia o esplicita, ogni progetto è l'esito di processi mentali tesi a prefigurare uno spazio, a prescindere dalle scale, dai temi funzionali, dalle complesse relazioni che legano l'oggetto al suo intorno.

L'opera costruita, esito di un costante dialogo tra teoria e prassi del progetto, rappresenta il manifesto materico di paradigmi astratti: l'espressione teorica di un libro scritto attraverso la pietra. La città, al contempo, assorbe l'esito della composizione e della successione di più architetture divenendo, a sua volta, una costruzione in cui ogni paragrafo rappresenta il mattone narrativo di una storia che rimanda alle vicende connesse alla trasformazione del paesaggio, dell'ambiente, del territorio.

Dibattere attorno ai temi delle teorie e della prassi del progetto di architettura, in particolare tentando di affrancare la seconda come esito diretto delle prime, significa evidenziare il valore didattico e formativo dell'opera costruita quale elemento di racconto teorico dell'architettura assumendo l'esperienza come patrimonio capace di trasmettere i fondamenti disciplinari di un mestiere, in quanto conoscenza acquisita nel tempo per mezzo dell'osservazione e della pratica.

La *Tecnologia dell'Architettura* da sempre svolge un ruolo innovativo nel reinterpretare il rapporto fra teorie e prassi, sostenendo l'inscindibilità fra il pensiero teorico e suoi esiti concreti, fra idea e realizzazione, e considerando le implicazioni che gli aspetti costruttivi e gestionali determinano sia nell'azione creativa e progettuale sia nei suoi fondamenti teorici.

L'architetto si trova oggi ad agire come un "costruttore intellettuale", analogamente a un direttore di orchestra che conoscendo le potenzialità di ogni strumento, ha cura di perfezio-

nare l'armonia tra i diversi ritmi e tempi di ogni elemento che compone la composizione. Tra le principali figure professionali del mondo della costruzione, l'architetto possiede la capacità e la formazione per dialogare con tutte le discipline - tecniche, economiche, umanistiche, scientifiche - che ruotano attorno alla nascita di un'opera. La ricerca di un'armoniosa e integrata coerenza della teoria si concreta proprio nell'opera costruita: il tentativo di rendere omogeneo ciò che la contemporaneità ha parcellizzato è il vero obiettivo di una pratica dell'architettura che deve fare i conti con numerose teorie.

«Nel nostro secolo il nucleo del pensiero umano è esploso, disgregandosi in mille frammenti. Anche l'architettura ha sperimentato tale frammentazione e oggi vive, con un misto di stupore e di rassegnazione, l'impossibilità di un 'trattato' che ricomponga armoniosamente i frammenti di questo sapere disperso» (Martì Aris, 1990).

Solamente riconoscendo tale valore, noi architetti potremo renderci indispensabili all'interno di un sistema che non sarà mai privo di specialisti, bensì necessiterà sempre più di luoghi di sincronizzazione e coordinamento tra le parti, tentando di *ri*-affermare con forza il ruolo sociale ed etico che l'architetto da sempre possiede nella storia della costruzione dei luoghi.

L'architettura, inequivocabile atto corale, non può essere frutto di singoli attori protagonisti: un concetto che si contrappone al diffuso individualismo che connota la produzione architettonica contemporanea, esito spesso del paradossale rifiuto di ogni teoria riconosciuta, a favore di una pratica caratterizzata da un'estrema libertà espressiva ma anche da isolamento e autoreferenzialità. Il paradigma della modernità sembra fondarsi su differenze che si esplicitano come fattori di divisione più che di relazione.

THE WORK OF ARCHITECTURE AS AN INTELLECTUAL EXPERIENCE

Architecture is the result, sometimes virtual and sometimes built, of the world a man aspires to. Unconsciously or explicitly, every project is the result of mental processes which tend to prefigure a space, regardless of the scales, functional themes and complex relationships linking the object to its surroundings.

The built work, the result of a constant dialogue between the theory and practice of the project, is the demonstration of abstract paradigms in bricks and mortar: the theoretical expression of a book written through/using stone. At the same time, the city absorbs the result of the composition and succession of multiple architectures, becoming, in its turn, a construction in which every paragraph represents a narrative brick in a story which refers back to the incidents concerning the transformation of the environment, territory and landscape.

Debating issues relating to the theo-

ries and practice of architecture, in particular attempting to free the practice as the direct result of the theories, means pointing out the educational and formative value of the built work as an element in the theoretical story told by architecture taking on experience as a heritage which, through the gradual acquisition of knowledge by observation and practice, can pass on the basics disciplining a trade.

Building technology theory has always played an innovative role in reinterpreting the relationships between theories and practice, supporting the view that theoretical thought and its concrete results, ideas and their realisation, are inseparable, and considering the implications of building and management aspects both on creative action and planning and on the theoretical bases behind them.

The architect now finds himself acting

as an "intellectual builder", analogously with a conductor who, knowing each instrument's potentialities, takes care to perfect the harmony between the rhythms and tempos of every musician. Of the main professional figures in the building world, only the architect has the ability and training to enter into dialogue with all the disciplines - technical, economic, humanistic and scientific - which revolve around the construction of a work. The search for a harmonious and integrated theoretical coherence materialises precisely in the work which is built: the attempt to make homogenous what contemporaneity has fragmented is the true objective of an architectural practice which must deal with so many theories.

"In our century the nucleus of human thought has exploded, disintegrating into a thousand fragments. Architecture too has experienced such frag-

In tale scenario, il ruolo della cultura tecnologica all'interno delle azioni teoriche e applicate dell'architettura, metabolizza anche la dimensione interdisciplinare: la costruzione rappresenta il principale elemento di trasmissione e continuità ponendosi nel passaggio tra passato e futuro, legandosi all'evoluzione storica in analogia con i paradigmi del passato, richiamati in termini non tanto figurativi quanto fenomenologici e processuali. L'architetto, quindi, diviene attore primario delle ragioni del costruire e del controllo delle fasi realizzative, figura essenziale dell'atto progettuale in divenire.

Ogni opera di architettura "ben riuscita" è costruttivamente "efficace". La connotazione poetica del termine "tettonica" che appare per la prima volta in Saffo per cui *tektion*, il carpentiere, assume il ruolo del poeta, appare oggi quanto mai conforme e l'azione del costruire diviene epilogo di un *pensiero* che nella *pratica* riconosce il suo atto definitivo.

A una società che esalta acriticamente l'originalità dei personalismi, si contrappone uno scenario tecnico e culturale che esprime l'urgenza di un confronto dialettico sulla reale domanda di progetto e sui suoi contenuti qualitativi, pur non rinnegando la sua afferenza ad ambiti artistici non sempre e solamente razionali. «Gli artisti, veri, non sono dei sognatori, come molti credono, sono dei terribili realisti. Non trasportano la realtà in un sogno, ma un sogno nella realtà: realtà scritta, figurata, musicata, architetata» (Ponti, 1953).

Analogamente ad altri campi disciplinari del sapere, in architettura la dialettica tra aspetti teorici e pratica operativa introduce a questioni che coinvolgono molteplici segmenti della condizione umana: dalle correnti di pensiero alle poetiche dell'architettura, dall'ambiente sociale ed economico al contesto fisico.

mentation and now, with a mixture of astonishment and resignation, is living with the impossibility of a 'treaty' which harmoniously recomposes the fragments of that dispersed knowledge." (Marti Aris, 1990).

Just by recognising such a value, we architects can make ourselves indispensable within a system which will never be deprived of specialists, but is going to need more and more places of synchronisation and co-ordination between the parties, attempting to strongly reaffirm the social and ethical role which the architect has always had in the history of the construction of places.

Architecture, unequivocally a choral act, cannot be the product of individual protagonists' work: a concept which counters the widespread individualism which contemporary architectural production connotes. This production has often come out of the paradoxical

rejection of every recognised theory, in favour of a practice characterised by an extreme creative freedom but also by isolation and self-referentiality. The paradigm of modernity seems to be based on differences which express themselves more as elements of division than elements which build a connection.

In such a context, the role of the technological culture within the theories and practice of architecture is to metabolise the interdisciplinary dimension too, and building represents the main element of transmission and continuity placing itself in the passage between past and future and linking to the historical evolution in analogy with the paradigms of the past, referred to not so much in figurative as in phenomenological and procedural terms. The architect, then, becomes the main player in building and controlling the stages of the building process, an es-

Mies van der Rohe nel 1938 affermava che «L'educazione tutta deve iniziare con l'aspetto pratico della vita. Il vero insegnamento, tuttavia, deve trascendere questo aspetto e modellare la personalità. Il primo scopo dovrebbe essere quello di dotare lo studente della conoscenza e della capacità per affrontare la vita pratica. Il secondo fine dovrebbe mirare a sviluppare la sua personalità e renderlo così capace di utilizzare opportunamente quella conoscenza e quella capacità. Pertanto l'insegnamento non ha a che fare soltanto con fini pratici bensì con valori. Gli scopi pratici sono strettamente connessi alla peculiare struttura della nostra epoca. I nostri valori, d'altro lato, hanno le loro radici nella natura spirituale dell'uomo. I fini pratici sono misura soltanto del nostro progresso materiale. I valori in cui crediamo rivelano il livello della nostra cultura» (Mies van der Rohe, 1938).

Le connessioni e i punti di sovrapposizione tra teorie e prassi del progetto si sono nel tempo evolute incorporando, nell'ultimo mezzo secolo, cambiamenti di tipo relazionale e contenutistico che implicano la comprensione delle dinamiche instauratesi. L'integrazione tra concetti immateriali e azioni materiali si riflette nella critica e negli strumenti di divulgazione, investendo la formazione e la trasmissione del sapere: elemento dinamico, quello della conoscenza, che per l'architetto-figura intellettuale rappresenta un costante e duraturo orizzonte di confronto.

L'accelerazione progressiva del progresso tecnico e le crescenti difficoltà di relazione tra i singoli operatori del processo edilizio alimentano la necessità di un'aggiornata presa di posizione nel dibattito sulle tecniche in architettura, sui rapporti tra i linguaggi e le relative sperimentazioni esecutive.

«Acutizzando la contrapposizione tra teoria e pratica, come se la prima fosse inutile speculazione accademica mentre la seconda

sential figure in the act of planning in the making.

Every "well executed" work of architecture is "effective" in building terms. The poetic connotations of the term "tectonics", which appears for the first time in Sappho for whom *nekton*, the carpenter, takes on the role of the poet, appears more consistent now than ever and the action of building becomes the conclusion of a *thought* which finds its defining action in *practice*.

A society which uncritically exalts the originality of personalisms is countered by a technical and cultural setting which expresses the urgency of a dialectical confrontation on the real question of the project and its qualitative contents, without denying its concern for artistic fields which are not always or only rational. "Artists, real artists, are not dreamers, as many believe, they are terrible realists. They do not transport

reality into a dream, but a dream into reality: written, depicted, musically performed or architecturally created reality" (Ponti, 1953).

Analogously to other disciplinary fields, in architecture the dialogue between theoretical aspects and working practice leads into questions which involve many segments of the human condition: from streams of thought to the poetics of architecture, from the social and economic environment to the physical context.

Mies van der Rohe affirmed in 1938 that "All education must start with the practical aspect of life. True education, though, must transcend that aspect and shape personality. The first aim must be to provide the student with the knowledge and ability to deal with practical life. The second aim must be to seek to develop his personality and thereby render him capable of using

l'unico modo legittimo di fare architettura, si è completamente abbandonata la possibilità di una critica rigorosa non solo della produzione in architettura, ma anche dei modi di produzione dello spazio urbano. Il risultato sono le odierne discussioni tra il naif e il demagogico sui rammendi delle periferie o le polemiche sulle archistar dal tenore moralistico, senza capire il contesto economico e politico in cui questo fenomeno è emerso» (Aureli, 2016). All'interno della contraddizione tra una tecnica vista come sinonimo di "possibilità libera e illimitata di disporre dei mezzi" e il permanere di una dimensione ancora "artigianale" del ruolo dell'architetto, l'azione propositiva della ricerca sembra preferire una convivenza democratica tra innovazione e consolidamento del sapere, alimentando una relazione, quella tra *theorica et practica*, fondata su un sistema articolato di scelte possibili nell'attività tecnica, artistica e critica dell'architetto.

«L'artista-creatore dovrà possedere conoscenze e inventiva nei campi così vari della matematica, della logica, della fisica, della chimica, della biologia, della genetica, della paleontologia (per l'evoluzione delle forme), delle scienze umane, della storia... insomma una specie di universalità fondata, guidata e orientata da e verso le forme e le architetture. E' tempo d'altronde di fondare una nuova scienza della 'morfologia generale' che tratterà le forme e le architetture di queste diverse discipline, i loro aspetti invarianti e le leggi delle loro trasformazioni che a volte sono durate milioni di anni. Questa nuova scienza dovrà comprendere alla base le considerazioni reali dell'intelligenza, cioè l'approccio astratto, svincolato dall'aneddotica dei nostri sensi e delle nostre abitudini». (Xenakis, 1982)

Abitualmente i buoni progetti rappresentano il risultato di un dialogo costruttivo tra mondi tra loro diversi e complementa-

ri, contrapposto alla sterile antitesi, ricorrente nella sfera accademica e professionale, tra *discipline scientifico-tecnologiche* e *discipline umanistiche*. Un dialogo che prende le distanze dal contrappunto tra insegnamento della composizione - che spesso sottovaluta il problema dell'intersezione tra progetto ed esecuzione, ritenendo quest'ultima un "servizio" al progetto ed esibendo una frequente indifferenza nei confronti degli aspetti materici dell'opera - e quello di matrice seriale dell'*industrial design*, ben diverso dai caratteri della produzione edilizia comunque unica e differente per ogni luogo.

«Pablo Neruda ha detto che il poeta quello che ha da dire, lo dice in poesia, perché non ha un altro modo di spiegarlo. Io, che faccio l'architetto, la morale non la predico: la disegno e la costruisco» (Piano, 2000).

L'ambito "compositivo" e l'ambito "tecnologico" cercano, perciò, un punto di fermo contatto ed equilibrio, una reciproca interazione dei lineamenti del progetto contemporaneo, ricca di spunti e di riferimenti critici che si collochi oltre le dogmatiche affermazioni di maniera e di accademia. Un'idea prossima a quanto sostanzia con chiarezza Ernesto Nathan Rogers, affermando che «soltanto la Scuola d'Architettura, insegnando gli elementi del fenomeno architettonico nella loro realtà essenziale, che è identificazione tra principi e modi, può rappresentare il demiurgo che produce la catalisi tra il mondo delle idee e il mondo effettuale dell'architettura costruita. Così, si potrà sperare di aiutare i giovani ad acquisire la coscienza dell'architetto moderno, edotto nelle tecniche e capace di tradurle in una figuratività, non meramente estetica, ma profondamente rappresentativa di una società integrale» (Rogers, 1981). In termini sintetici possiamo affermare che sempre più l'architettura manifesta una volontà di "essenzialismo", concetto ben

that knowledge and that ability opportunely. So teaching is not only about practical ends but also about values. Practical aims are closely connected to the peculiar structure of our age. Our values, on the other hand, have their roots in Man's spiritual nature. Practical ends are a measure only of our material progress. The values we believe in reveal the level of our culture" (Mies van der Rohe, 1938).

The connections and the points of superimposition between theories and practice of the project have evolved in time, incorporating, in the last half century, changes in relationship and content which imply understanding of the dynamics which have been established. The integration of immaterial concepts with material actions is reflected in the criticism and in the tools used for spreading ideas: the dynamic element is that of knowledge, which for the architect as

intellectual figure represents a constant and long-lasting point of comparison.

The progressive acceleration of technical progress and the growing difficulties in relationships between individual professionals in the building process add to the need to take an up to date position in the debate on techniques in architecture, on the relationships between different types of language and the relative executive experimentations.

"Sharpening the contrast between theory and practice, as if the first were useless academic speculation and the second the only legitimate way of doing architecture, means the possibility for rigorous criticism not only of architectural production, but also of the modes of production in the urban space. The result are today's discussions on the suburbs enhancement, or the moralistic controversies about starchitects, without understanding the economic

and political context in which this phenomenon has emerged" (Aureli, 2016). Within the contradiction between a technology seen as synonymous with "free and unlimited possibility to command the means" and the "artisanal" dimension of the architect's work which remains, what the research seems to propose is a democratic coexistence between innovation and knowledge, feeding a relationship, that between *theorica et practica*, which is based on an articulated system of possible choices in an architect's technical, artistic and critical activities.

"The artist-creator must possess knowledge and inventiveness in such varied fields as mathematics, logic, physics, chemistry, biology, genetics, palaeontology (for the evolution of forms), the humanities, history... in short a kind of universalism founded, guided and oriented by and towards forms and ar-

chitecture. It is time however to found a new science of 'general morphology' which will consider the forms and architectures of these different disciplines, their invariant aspects and the laws of their transformations which have sometimes lasted for millions of years. This new science must include at its basis the real considerations of intelligence that is the abstract approach, freed from the anecdotalism of our senses and habits" (Xenakis, 1982).

Good projects habitually represent the result of a constructive dialogue between different and complementary worlds, as opposed to the sterile antithesis, recurrent in the professional and academic sphere, between *scientific and technological disciplines* and the *humanities*. A dialogue which distances itself from the counterpoint between teaching composition - which often undervalues the problem of the inter-

sintetizzato da Vittorio Gregotti quando, nel 1966, affermava che «l'architettura è l'organizzazione dei materiali allo scopo dell'abitare per mezzo di una forma costruita dotata di significato» (Gregotti, 1966). Un modo di intendere un mestiere, quello di architetto, che a tutte le scale e in ogni occasione non cessa di riproporre il suo ruolo civico e sociale. Un concetto in grado di rilanciare in chiave moderna quanto Leon Battista Alberti tratteggia nel suo *L'architettura*. «Il modo di eseguire una costruzione consiste tutto nel ricavare da diversi materiali, disposti in un certo ordine e congiunti ad arte (pietre squadrate, malte, legnami, ecc.), una struttura compatta e - nei limiti del possibile - integra e unitaria. Si dirà integro e unitario quel complesso che non contenga parti scisse o separate dalle altre o fuori dal loro posto, bensì in tutta l'estensione delle sue linee dimostri coerenza e necessità. Bisogna dunque ricercare, nella struttura, quali siano le parti fondamentali, quali il loro ordinamento, quali le linee di cui si compongono». Pensieri inattaccabili che stanno alla base di tutto il manifesto *rogersiano*.

Dopo aver sinteticamente definito il risultato finale di ogni buona architettura, superando la semplicistica sommatoria di operazioni eseguite dal progettista per divenire opera poetica, è utile decifrare, per quanto possibile, i termini del processo che raccorda l'ideazione con la realizzazione dell'opera per, conseguentemente, approfondirne caratteri e momenti. Nicola Sinopoli definisce il processo edilizio come «una sequenza di operazioni finalizzate alla realizzazione di un manufatto» (Sinopoli, 1997). Il progetto di architettura va inteso, perciò, come astratto contenitore di tale percorso, giacché prevede l'organizzazione e la sistematizzazione di una molteplicità di conoscenze e saperi differenti e strumentali a raggiungere uno scopo. Prima di porsi il problema del “come”

si progetta è forse utile domandarsi in modo compiuto “perché” si progetta e, conseguentemente, qual è l'intimo e primario traguardo di tale attività.

La prima ragione dell'architettura è di natura funzionale, non spaziale o formale; per tale motivo nell'architettura esiste un complesso di regole prestazionali, esigenziali e di utilità per l'uomo con le quali il progetto inevitabilmente si confronta e alle quali deve morfologicamente conformarsi.

Negli ultimi due decenni si è di frequente assistito al rovesciamento dell'assunto esplicitamente e perentoriamente sancito dall'architettura che la funzione di un edificio ne determini la forma. Prendiamo atto che non poche architetture, legate ai sentimenti della contemporaneità, ribaltano tale processo, ponendo l'esito spaziale e formale come elemento determinante i valori funzionali e d'uso. In parallelo, nelle città e nei contesti urbanizzati, sono sempre più frequenti, paradigmi di riuso del manufatto, o casi in cui l'opera è concepita come un contenitore destinato a utilizzi indefiniti e variabili nel tempo.

Per tale motivo, in architettura, la conformità a una grammatica codificata diviene azione sempre più prioritaria nel processo costruttivo: come nel linguaggio parlato anche in quello costruito componendo le lettere con regole diverse si generano parole dal significato differente. All'architetto *moderno e post-moderno*, che era uso progettare nel dettaglio ogni più piccola parte dell'edificio, si contrappone un'altra, più complessa, figura professionale la quale concepisce la costruibilità dell'opera come esito obbligato di una scelta di elementi propri di un linguaggio espressivo all'interno di un inventario selezionato, seppure vasto, di possibilità.

Come annunciato in sede di sollecitazione iniziale, la collezione di contributi qui raccolti mira a verificare come a fronte di una

section between a project and its execution, which it considers a “service” to the project and frequently shows its indifference to those aspects of the work which relate to the materials it is made of - and the mass-produced matrix of *industrial design*, very different from the characteristics of building production which in any event is always unique and different for every place.

“Pablo Neruda has said that the poet says what he has to say in poetry, he has no other way of explaining it. I, as an architect, do not preach my moral: I design it and I build it” (Piano, 2000). The “compositional” and “technological” aspects seek, therefore, a point of firm contact and equilibrium, a reciprocal interaction of the key elements of the contemporary project, rich in clues and cultural references, which positions itself beyond the dogmatic statements of fashion and academia. An idea close

to that substantiated by Ernesto Nathan Rogers, when he stated that “only the School of Architecture, teaching the elements of the architectural phenomenon as what they essentially are, which is identification between principles and modes, can represent the demiurge which produces the catalysis between the world of ideas and the real world of built architecture. Thus, one can hope to be able to help young people to acquire knowledge of modern architecture: to be aware of the techniques and capable of translating them into a figurativeness which is not merely aesthetic but profoundly representative of a whole society” (Rogers, 1981).

In synthetic terms we can state that architecture manifests an ever greater will for “essentialism”, a concept well summarised by Vittorio Gregotti when he stated in 1966 that “Architecture is the organisation of materials with the aim

of inhabiting somewhere by means of a built form charged with significance” (Gregotti, 1966). A way of understanding a profession, that of the architect, which never stops stressing, on all levels and on all occasions, its civic and social role. A concept capable of relaunching in a modern context what Leon Battista Alberti outlines in *L'architettura*. “The way of executing a construction consists entirely in obtaining a compact and, as far as possible, integrated and unified structure from different materials, placed in a certain order and deliberately joined together (chiselled stones, cement, wood etc.). The work judged to be a unified whole will have no divided, separated or out of place parts, but will demonstrate coherence and necessity in the extension of its lines. One must therefore recreate, in the structure, what the important parts are, how they are organised and what lines they are composed of.” Irrefu-

table thoughts which are at the basis of the whole Rogers manifesto.

Now we have synthetically defined the final result of every good kind of architecture as moving beyond the simple summary of operations carried out by the planner to become a poetic work, it is useful to decipher, as far as possible, the terminology relating to the process which, when the work is completed, remind people of the moment it was conceived, thereby deepening awareness of its characteristics and circumstances. Nicola Sinopoli defines the building process as “a series of operations with the aim of creating an artefact” (Sinopoli, 1997). The architectural project must therefore be understood as an abstract container for this journey, since it provides for organising and systemising a multiplicity of different kinds of knowledge that are instrumental to achieving a goal. Before presenting

costante messa in crisi dei concetti moderni di *ordine* e *determinismo* sia opportuno comprendere se al termine delle grandi narrazioni e del mito del progresso, si sia oggi in presenza di una sorta di deriva generata dall'eccesso di "pluralizzazione" e "diversificazione" culturale e di valori o se permanesse una linea di continuità del *moderno* in grado di rivendicare, pur nella complessità attuale, l'importanza dei nessi tra pensiero progettuale, concezioni culturali, sistemi di valori e ricadute nelle prassi costruttive.

Nel 1946 Mario Ridolfi scrive il *Manuale dell'architetto* raccogliendo e sintetizzando, tutto ciò che un progettista doveva conoscere per svolgere la professione. Oggi il testo è sostituito da un'infinita varietà di *cataloghi* e *trattati tecnici* connessi alla polverizzazione e decentramento della produzione, non più riassumibili all'interno di un unico, seppur virtuale e globale, volume.

Le opzioni tecnologiche pressoché infinite e non riconducibili a un sistema facilmente e spontaneamente organizzabile e sistematizzabile, determinano nuovi significati interpretativi del termine *costruire* e della sua etimologia (dal latino *construere*) connessa alla *comporre unendo insieme più cose convenientemente*, rafforzando il suo significato letterale di *mettere insieme*. Un verbo forte, che irrompe nella lingua italiana tra il Duecento e il Trecento proprio a indicare l'attitudine, fondamentale per l'uomo, di fabbricare qualcosa, congiungendo elementi diversi e organizzando i medesimi in un modo precisato: costruire equivale, in tale accezione, all'atto di assemblare dei frammenti al fine di creare opere efficienti ed efficaci.

Un parallelo valore rappresentativo del termine *costruire* afferisce alla sfera dello spirito, dove il costruire, nel senso di *ordinare una materia dandole forma realizzando così un'opera*, può

giungere a produrre un testo letterario, un pezzo musicale, una pittura, una scultura: in generale un'opera.

In architettura ogni elemento, pur avendo importanza in se medesimo, assume il suo reale valore nella forma e nel modo tramite il quale si relaziona con le ulteriori parti dell'insieme. L'organicità delle relazioni costituisce uno dei fattori imprescindibili che ci permette di osservare e giudicare un'opera costruita, intesa come concretizzazione materiale di un'idea. E il superamento, attraverso l'atto costruttivo, del valore nominale del termine progetto rappresenta la sua più elevata valenza culturale.

In assenza di tale finalità nel suo orizzonte strategico e operativo, il progetto si trova circoscritto a un'affermazione autoreferenziale e implosiva, non valorizzando la sua emancipazione all'interno della sfera delle arti figurative materiali.

Il costruire, il mettere in pratica un'innata teoria, rappresenta un atto istintivo, espressione e arte della volontà naturale dell'uomo di abitare la terra avviando quel processo di riconoscimento delle proprie esigenze primordiali e indispensabili ancora in atto. L'opera costruita va interpretata come sintesi tra due elementi primari: una componente fisica, risultato di un lavoro sulla materia e una componente teorica, esito di attività intellettuali e artistiche.

In *Vita delle forme*, lo storico dell'arte Henry Focillon mette in rapporto l'opera come frutto della creatività dell'uomo definendone il suo significato morfologico, rilevando come «l'opera d'arte è misura dello spazio, è forma (...). La vita è forma, e la forma è il modo della vita. I rapporti che legano le forme tra loro nella natura non possono essere semplice contingenza, e quel che noi chiamiamo vita naturale si valuta come necessario tra le forme, senza le quali non sarebbe. Lo stesso si può dire dell'arte. Le re-

oneself with the problem of "how" to plan, it may be useful to ask oneself in a meaningful way "why" people plan and what, in the private thoughts of those who plan, is the first aim of planning.

The first reason for architecture is of a functional, not a spatial or formal, nature: that is why architecture has a set of rules governing performance and usefulness for mankind, which the project will inevitably be judged against and must morphologically conform to.

In the last few decades we have frequently watched the assumption, explicitly and peremptorily sanctioned by architecture, that a building's function determines its form, being overturned. Let us acknowledge that more than a few architectures, linked to feelings of contemporaneity, overturn such a process, placing the spatial and formal result as an element which determines the functional and use values. In paral-

lel, paradigms of reuse of the artefact, or cases where the work is conceived as a container destined for undefined and variable uses in time, are ever more frequent in cities and urbanised contexts. For such a reason, conformity and a codified grammar become ever more prioritised as an action in the building process: in built as in spoken language, arranging letters with different rules one produces words with a different meaning. The *modern* and *postmodern* architect, who was used to planning every smallest part of the building in detail, is countered by another, more complex professional figure who conceives a work's constructability as the inevitable result of a choice of elements belonging to an expressive language within a selected, though still vast, stock of possibilities.

As announced before, this collection of contributions aims to verify how, in face of the modern concepts of *or-*

der and *determinism* constantly being thrown into crisis, it is worth understanding whether today, at the end of the great narratives and the myth of progress, we are in the presence of a kind of drift generated by the excess of cultural "pluralisation" and "diversification" of culture and values, or to what extent there remains a line of continuity from the *modern* that is capable of claiming, even in the current complex situation, the importance of the links between thought in planning, cultural conceptions, value systems and repercussions in building practices.

In 1946 Mario Ridolfi wrote his *Manuale dell'architetto* gathering together and summarising everything which a planner needed to know to practice his profession. Today the text has been replaced by an unknown variety of *catalogues* and *technical treatises* linked to the pulverisation and decentralisation

of production, which can no longer be summarised in a single volume, even a general and theoretical one.

The almost infinite technological options, which cannot be ascribed to a system which can be easily and spontaneously organised and systematised, determine new interpretative meanings of the term *costruire* [to construct or build] and its etymology (from the Latin *construere*) linked to *composing by putting multiple things together appropriately*, reinforcing the literal meaning of *putting together*. A strong word, which bursts into the Italian language between the thirteenth and fourteenth centuries precisely to indicate the attitude, fundamental for mankind, of joining different elements together and organising them in a way that is clearly specified: building, in such a definition, amounts to assembling fragments to create efficient works.

lazioni formali di un'opera e tra le opere costituiscono un ordine, una metafora dell'universo» (Focillon, 1945).

La cultura architettonica europea, nel corso di tutto l'Ottocento sino ai primi decenni del secolo scorso, ha risentito delle conseguenze di un sistema scolastico superiore impostato sul modello francese, che prevedeva una netta separazione tra un approccio ingegneristico alla costruzione e una limitazione delle competenze dell'architetto ai soli aspetti formali, se non, il più delle volte, decorativi. Oggi il valore dell'interdisciplinarietà costituisce invece la reale frontiera del progetto, il fattore di concreto dialogo tra *cultura tecnica e scienze umane*, fra *discipline tecnologiche e apporti specialistici*.

Qual è la relazione tra progetto e costruzione, quindi? Per sintetizzare il ragionamento, possiamo paragonare il primo a uno spartito musicale che consente, attraverso una sua corretta lettura e interpretazione, di eseguire l'opera in esso contenuta e tradotta tramite simboli codificati.

Nelson Goodman, filosofo statunitense, ha evidenziato come l'architettura e la musica condividano la peculiarità, non comune alle altre arti, di utilizzare per esprimersi una notazione codificata attraverso un numero limitato di simboli. (Goodman, 1976) La musica è quindi simile alla nostra disciplina non solo nella ricerca dell'armonia e della proporzione, bensì nel legame anche a livello metodologico e in quel magico momento rappresentato dal passaggio tra scrittura di un brano e sua esecuzione. In architettura, ciò, si concreta nella *costruzione*.

Il rischio di una non perfetta esecuzione, di un'errata traduzione della volontà del compositore, risulta perciò maggiore in architettura rispetto all'ambito musicale a causa di una serie di caratteristiche proprie del mondo dell'edilizia: un ambito, questo, co-

stretto a demandare gran parte delle competenze a un crescente numero di esecutori esterni e a figure intermedie e di frontiera, dalle relazioni tra le quali e dalle capacità delle quali dipende il successo, appunto, dell'opera. Eppure il disegno di architettura, in particolare quello tecnico, che coincide con il nostro *spartito*, rappresenta l'elemento intellettuale e contrattuale sulla base del quale si concreta il rapporto *concept-progetto* esecutivo-costruzione: la qualità del progetto e della costruzione non può quindi essere avulsa da aspetti di natura immateriale e procedurale, sui quali fonda le proprie aspirazioni di buona e conforme esecuzione.

«In architettura, progettazione e costruzione risultano a volte disgiunte, e i concetti possono talvolta svilupparsi indipendentemente dalla loro realizzazione. Gli attuali meccanismi di approvvigionamento, il crescente consolidamento del settore edilizio e lo sviluppo di prodotti costruttivi universali cementano questa separazione». (Heyes e St John, 2014)

All'interno di tale scenario le *teorie e prassi* di matrice prestazionale sono in grado di integrare l'approccio funzionale, ambientale e tecnico con le componenti culturali, sociali, psicologiche dell'abitare. Al contrario di quanto si è prossimi a pensare, nelle fasi di approfondimento esecutivo e costruttivo del progetto risiedono ampi spazi di creatività: esiste, cioè, una possibilità di "controllata invenzione" che rende tale fase decisiva per la conferma qualitativa delle attese progettuali.

Viene allora spontaneo porsi una domanda: sono necessari i principi del costruire per l'architettura? Un quesito al quale i protagonisti delle epoche a venire, emulando alcuni predecessori, dovranno dare risposta. Alla rivendicazione di autonomia espressa da Boullée in poi, l'architettura di oggi, un'architettura

A parallel representative value of the term *construire* relates to the spiritual sphere, where building, in the sense of *organising a material by giving it form and thereby realising a work of art* can arrive at the production of a literary text, a piece of music, a painting, or a sculpture: of a work of art in general. In architecture every element, while important in itself, takes on its real value in the nature and form of its relationship with the whole. The structural coherence of the relationships constitutes one of the essential factors which allows us to observe and judge a built work, understood as the material actualisation of an idea. And the overcoming of the nominal value of the term 'project' through the act of building represents its highest cultural significance.

In the absence of such an aim in its strategic and operational horizon, the project finds itself confined to a self-

referential and impulsive statement, which does not promote its emancipation within the sphere of the figurative material arts.

Building, putting an innate theory into practice, represents an instinctive act, the expression and art of Man's natural will to inhabit the Earth by launching that process of recognition of his own primordial and essential needs which is already in action. The built work must be interpreted as the synthesis of two primary elements: a physical component, achieved by working the materials, and a theoretical component, the result of intellectual and artistic activities. In *The Life of Forms in Art*, Henri Focillon identifies the work as the fruit of Man's creativity, defining its morphological significance and revealing that "the work of art is the measure of the space, it is form (...). Life is form and form is the way of life. The relationships

which link forms between themselves in nature cannot be simple contingency, and what we call natural life must necessarily be assessed in terms of the forms, without which it would not exist. The same can be said of art. The formal relationships of a work and between works constitute an order, a metaphor for the Universe" (Focillon, 1945).

European architectural culture, across the whole nineteenth century up to the first decades of the twentieth, has felt the consequences of a secondary school system set up on the French model, which ordered a clear separation between an engineering-based approach to building, and the architect's domain which was limited to formal - if not most of the time decorative - aspects. Today on the other hand the valuing of interdisciplinarity builds the project's real frontier, the factor of concrete dialogue between *technical culture* and the

humanities, between *technological disciplines* and *specialist contributions*.

What is the relationship between project and building, then? To summarise the reasoning, we can compare the first to a musical score which allows us, by reading and interpreting it correctly, to execute the work contained within it and translated through codified symbols.

The American philosopher Nelson Goodman has highlighted how architecture and music share the peculiarity which other arts lack of using a codified notation with a limited number of symbols to express themselves (Goodman, 1976).

Music is therefore similar to our discipline, not only in the search for harmony and proportion, but also in the link which exists at a methodological level and in that magic moment represented by the passage from writing a piece to executing it. In architecture, that manifests itself in the *building*.

“espressione della complessità”, non può che rispondere in forma complessa per contenuti e linguaggi confermando, comunque, l’importanza fondativa che le regole del costruire hanno nella sua definizione, restituendo centralità a quelle “scorie incombuste” da Ernesto Nathan Rogers ben evidenziate nei suoi scritti (Rogers 1981).

Il vero compito dell’architetto sempre è stato e sempre sarà quello di intervenire sull’ambiente che abitiamo al fine di migliorarlo, tentando di adeguare al meglio le mutate esigenze dell’uomo e della società, conformando l’*habitat* a tale scopo. Per farlo, la misura del costruire è indispensabile all’architettura come la parola alla poesia.

«Gli spazi che propone l’Architettura sono per accogliere l’uomo, non per espellerlo.

Così hanno accolto l’uomo il Partenone, il Pantheon, Santa Sofia o Ronchamp.

E al posto di architetture perfette e incontaminate, io preferisco: l’imperfetta Villa Savoye di Le Corbusier, le sfacciate ville di Barragan, la difettosa casa di Melnikov a Mosca, la sproporzionata Villa Malaparte di Libera, la consunta casa di Utzon a Palma di Maiorca, e scoprire in loro che la Storia dell’Architettura è la Storia delle IDEE, delle IDEE COSTRUITE, più che delle forme perfette». (Campo Baeza, 2012)

The risk that the work will not be executed perfectly, that the composer’s will is not translated correctly, is perhaps greatly in architecture than in the musical context due to a series of characteristics specific to the building world: it is a field which has to draw on the skills of a large number of external actors, intermediaries and people who are neither fully part of the profession nor complete outsiders; and the success of the project depends precisely on these people’s ability and the relationships between them. Yet architectural design, particularly the technical kind, which coincides with our *score*, represents the intellectual and contractual element on the basis of which the *concept*-project executive-building relationship manifests itself: the quality of the project and the building cannot therefore be separated from aspects of an immaterial and procedural nature, on which it founds its

own aspirations of a good execution that conforms to the plan.

“In architecture, planning and building sometimes turn out to be cut off from each other, and the concepts can develop independently of how they are realised. The current supply mechanisms, the growing consolidation of the building sector and the development of universal building products strengthen that separation” (Heyes and St John, 2014). Within such a setting, the *theories* and *practice* of the performance matrix are capable of integrating the functional, environmental and technical approach with the cultural, social and psychological components of inhabiting. Contrary to what people come close to believing, in the follow-up stages of executive and building work on the project lie vast spaces of creativity: there exists, that is, a possibility for “controlled invention” which makes such a stage de-

REFERENCES

- Aureli, P.V. (2016), *Il progetto dell'autonomia. Politica e architettura dentro e contro il capitalismo*, Quodlibet, Milano.
- Campo Baeza, A. (2012), *L'idea costruita*, LetteraVentidue, Siracusa (prima ed. 1996).
- Focillon, H. (1945), *La vita delle forme*, introduzione e cura di Adelchi Baraton, trad. Eva Randi, Minuziano, Milano (edizione originale, 1934).
- Goodman, N. (1976), *Languagues of Art. An approach to a theory of symbols*, Hackett Publishing Company Inc., Indianapolis/Cambridge.
- Gregotti, V. (1966), *Il territorio dell'architettura*, Feltrinelli, Milano.
- Heyes, R., St John, P. (2014), "Imparare dai modelli del passato", *Domus*, 984.
- Martì Aris, C. (1990), *Le variazioni dell'identità. Il tipo in architettura*, Clup, Milano.
- Piano, R. (2000), *La responsabilità dell'architetto. Conversazione con Renzo Cassigoli*, Edizione Passigli, Firenze.
- Mies van der Rohe, L. (1938), Discorso inaugurale all’Armour Institute of Technology (AIT), 20 novembre 1938, Chicago, in Neumeyer, F. (1996), *Mies van der Rohe. Le architetture, gli scritti*, Skira, Milano.
- Ponti, G. (1957), *Amate l'architettura*, Società editrice Vitali e Ghianda, Genova.
- Rogers, E.N. (1981), *Gli elementi del fenomeno architettonico*, Guida Editori, Napoli.
- Sinopoli, N. (1997), *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Franco Angeli, Milano.
- Xenakis, I. (1982), *Musica Architettura*, Spirali, Milano.

cisive for the qualitative confirmation of the project’s expectations.

So a question comes naturally to us: are the principles of building necessary for architecture? A question which the actors of the ages to come, emulating some of their predecessors, will have to answer. Today’s architecture, an architecture as “expression of complexity”, can only respond to the claim of autonomy expressed from Boullée onwards in a complex form, through content and language, while nevertheless confirming the founding importance which building rules have in its definition, restoring centrality to the “unburnt waste” which Ernesto Nathan Rogers lays great emphasis on in his writings (Rogers 1981).

The real task of the architect has always been and always will be to intervene on the environment we live in in order to improve it, attempting as far as possible

to make the *habitat* come into line with and conform to the changing demands of Man and society. To do so, it is as necessary for architecture to measure building as for poetry to use words.

“The spaces proposed by Architecture are there to welcome Man, not to expel him.

Thus the Parthenon, the Pantheon, Hagia Sophia or Ronchamp have welcomed Man,

And in place of perfect and uncontaminated architectures, I prefer:

Le Corbusier’s imperfect Villa Savoye, Barragan’s brazen villas,

The faulty Melnikov House in Moscow, Libero’s disproportioned Villa Malaparte, Utzon’s worn out house on Palma de Majorca,

and discover in them that the History of Architecture is the History of IDEAS, of BUILT IDEAS, more than of perfect forms” (Campo Baeza 2012)

Maria Chiara Torricelli,
Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, Italia

mariachiara.torricelli@unifi.it

Tre termini definiscono, con riferimento al progetto di architettura, l'ambito delle questioni proposte e trattate in questa "tavola rotonda" ospitata nel dossier della rivista: cultura, teorie e prassi. Il termine cultura è specificato: cultura tecnologica.

Il mio testo introduce questa sorta di "tavola rotonda", come mi sembra si possa definire in questo numero il "dossier", intorno alla quale diversi autori sono stati invitati a esprimere la loro posizione. Il mio ruolo è quello di introdurre il tema prima di dare voce alle diverse posizioni. Lottica non sarà esclusivamente disciplinare, benché non si ritenga né inutile né superata la riflessione all'interno della comunità scientifica della tecnologia dell'architettura, necessaria a motivare ancora la sua identità e a fare evolvere la sua cultura, le sue teorie, la prassi scientifica e professionale di chi si pensa come "tecnologo dell'architettura".

Mi soffermerò da prima sulla relazione fra teorie e prassi nel progetto, per poi provare a delineare come queste si rapportino e promuovano una cultura del progetto. Gli attori sono i ricercatori e i professionisti, le organizzazioni e le comunità sociali in cui operano, a seconda delle proprie conoscenze e competenze, dei campi di azione.

Proverò poi a proporre cosa a mio avviso contraddistingua le conoscenze, gli approcci e le capacità "tecnologiche" in architettura e se in questo ambito la tendenza alla divaricazione fra cultura, teorie e prassi sia sempre più rilevante, e quali le cause. Fra queste accennerò ad un tema che richiederà altro spazio per essere sviluppato: quello della comunicazione fra gli "attori": comunicazione scientifica, trasferimento di conoscenze, dialettica fra progetto e ricerca.

TECHNOLOGICAL CULTURE, THEORIES AND PRACTICE IN ARCHITECTURAL DESIGN

Culture, theory and practice are three terms referring to architectural design that define the scope of the questions posed and examined in this "round table" contained in the dossier of the journal. The term culture is specified as technological culture.

My contribution introduces this sort of "round table," which seems to be a fitting definition for the "dossier" in this issue, around which various authors were invited to state their position. My role is to introduce the topic before giving voice to the different positions. The perspective will not be solely discipline-based, although reflection on architectural technology within the scientific community is not considered needless or outdated as it is necessary even now to explain its identity and ensure the evolution of its culture and theories and the scientific and professional practice of those who think of

Teorie e prassi in architettura

preoccupa e al contempo affascina «il gioco impossibile che spinge a voler chiarire ogni termine e ogni concetto utilizzato». Su una tematica tanto vasta e in mutamento, come quella qui proposta, questo gioco è senza dubbio impossibile, ma può essere strumentale a scambiare delle riflessioni.

Il recente rapporto del Gruppo di Esperti della Valutazione nell'area dell'Architettura per la Valutazione della Qualità della Ricerca VQR 2011-2014 (ANVUR VQR, 2017) appena conclusa sottolinea: «L'impressione è di essere in un momento delicato di trasformazione delle pratiche e dei modelli della ricerca nel campo dell'Architettura. [...] una situazione accelerata di passaggio, non cumulativa, e niente affatto univoca, che sovrappone caratteri non concilianti. A seconda di come si consolideranno alcuni di questi orientamenti, la ricerca (e lo stesso progetto culturale) dell'area dell'Architettura, muteranno radicalmente nei prossimi anni.»

Questi cambiamenti non potranno tuttavia ignorare che in architettura teorie e pratica sono sempre state connesse, le teorie non si propongono di ordinare e interpretare una realtà "là fuori", ma la realtà in cui si è chiamati ad agire come architetti. Citando Andrea Bonaccorsi: «Per tutte le scienze dell'artificiale, per usare l'espressione di Herbert Simon, vi è inscindibilità tra pratica e ricerca» (Losasso, 2011). Gli enunciati teorici che la ricerca in architettura propone più che un valore descrittivo hanno un valore "performativo", aspirano ad esplorare le trasformazioni possibili e a indirizzarle con efficacia. Queste a loro volta diventano il modo di verificare le ipotesi teoriche, sviluppare nuovi program-

Come scrisse Bernardo Secchi nella sua premessa alla *Prima lezione di urbanistica* (2000)

themselves as "architectural technologists."

I will focus first on the relationship between theories and practice in design, and then attempt to outline how these relate to and encourage a design culture. The key players are researchers and professionals, organizations and the social communities in which they operate, according to their knowledge and skills, within the spheres of action. I will then attempt to suggest what, in my view, distinguishes knowledge, approaches and "technological" skills in architecture and whether, in this context, the tendency for culture, theories and practice to diverge is increasingly significant, and the underlying causes. I will touch upon a topic that requires more room for development, namely communication between "key players": scientific communication, knowledge transfer, and dialectics between design and research.

Theories and practice in architecture

As Bernardo Secchi wrote in his introduction to the *Prima lezione di urbanistica* [First Lesson in Urban Studies] (2000:X), «the impossible game that drives us to clarify every term and concept used» is both worrying and fascinating at the same time. On a vast subject in constant flux, such as the one proposed here, this game is without a doubt impossible, but it may be instrumental in the exchange of views.

The recent report just completed by the Group of Evaluation Experts in the Area of Architecture for the Evaluation of Research Quality VQR 2011-2014 (ANVUR VQR, 2017: 12) points out: «The impression is that of being at a delicate moment in the transformation of research practices in the field of Architecture. [...] an accelerated situation involving a shift, non-cumulative and by no means unique, which su-

mi di ricerca ed innovarne le tecnologie (Torricelli, 2008). Le scienze del progetto non sono solo quelle delle cosiddette “aree tecnologiche”, scienza tecnologia e progetto sono oggi presenti in quasi tutti i campi del sapere e nella società (Boutinet 1990). Tuttavia è significativo osservare che la attuale classificazione italiana secondo il CUN e il MIUR delle aree di ricerca e di formazione¹ indica con gli esiti della loro azione “progettuale” solo alcune aree: la ingegneria civile e l’architettura, la ingegneria industriale e dell’informazione. Se queste classificazioni rispecchiano il mondo della ricerca e della formazione è questione molto discussa, anche alla luce di altre classificazioni quali, ad esempio, quella europea degli ERC panels a partire da tre aree: le Social Sciences and Humanities, le Physical Sciences and Engineering, le Life Sciences². All’Architettura nei panels ERC non è riconosciuto uno statuto unitario, ma piuttosto una molteplicità di saperi utili a suoi specifici domini di ricerca e professione, con le relazioni interdisciplinari che diventano prevalenti. Ne consegue però un rischio di separare sempre di più la ricerca dal progetto di architettura e, conseguentemente, le teorie condivise dalla comunità scientifica, che va frazionandosi, dalle teorie del progetto di architettura: le teorie “scientifiche-tecniche” da quelle “artistiche”. Citando Carlos Martí Arís: «La conoscenza può sorgere tanto nel territorio del *logos* come in quello della *poiesis*» (2005) e Vittorio Gregotti nel suo testo *Contro la fine dell’architettura* (2008) sostiene che nell’ambito architettonico il termine teoria rappresenta innanzitutto «un modo di essere del progetto», «fondamento, scelta e strumento dell’agire concreto non distinguibile dal suo esito». Nell’ampliarsi della complessità degli scenari di azione e delle conoscenze necessarie al progetto di architettura teorie e prassi

perimposes non-conciliatory aspects. Depending on how some of these approaches are consolidated, research (and the design culture itself) in the Architecture area will radically change in the next few years.» These changes cannot however ignore the fact that in architecture theory and practice have always been linked, theories do not purport to order or interpret a situation ‘out there,’ but rather the situation in which we are called upon to act as architects. Quoting Andrea Bonaccorsi: «For all sciences of the artificial, to use Herbert Simon’s expression, there is inseparability between practice and research» (Losasso, 2011). The theoretical assertions proposed by architectural research, more than a descriptive value have a “performative” value, they aspire to explore the possible transformations and guide them effectively. These in turn become a means

of verifying theoretical hypotheses, developing new research programmes and innovating technologies (Torricelli, 2008). Design sciences do not only cover the so-called “technological areas,” today science, technology and design/project coexist in almost all fields of knowledge and in society (Boutinet 1990). Nevertheless, it is significant to note that the current Italian classification according to CUN (National University Council) and MIUR (Ministry of Education, University and Research) in research and training areas¹ only indicates the results of their “design” action for some areas: civil engineering and architecture, industrial engineering and information. Whether these classifications reflect the world of research and training is a much debated issue, even in view of other classifications such as, for example, the ERC (European Research Council) panels

dovrebbero anzi trovare una dialettica continua, valida a supportare l’apertura anche verso nuove scienze e nuove tecnologie, e ad evitare strumentalizzazioni e mode.

Cultura del progetto Continuando nel “gioco impossibile” che spinge a cercare di chiarire i termini che si usano, si può provare ad esplicitare cosa intendiamo per “cultura del progetto di architettura”, se pure a livello intuitivo e di uso comune del termine.

Benoit Godin e Yves Gingras (2000) affermano in *What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model* che non c’è chiarezza e condivisione sul termine “cultura scientifica” né nell’ambito delle scienze ‘dure’ né nell’ambito delle scienze sociali. Giungono così a sostenere che «è forse meglio lasciare [...] alla intuizione piuttosto che cercare di circoscriverlo all’interno di una stretta definizione» e optano per una nozione di cultura come «comprensione pubblica», «conoscenza diffusa» ed è «la idea di appropriazione» che connota comprensione e conoscenza come cultura. Sottolineano inoltre come «in documenti pubblicati da governi della Unione Europea la nozione è stata estesa alle imprese e all’innovazione, così che il termine è diventato Cultura Scientifica, Tecnologica e Industriale». Proprio in ambito di Commissione Europea tuttavia il termine cultura è spesso associato a creatività e arte, a indicare aree di ricerca e settori produttivi altri dalle scienze e dalle tecnologie. Pier Luigi Sacco in (2012), parlando del ruolo nell’economia contemporanea dei settori culturali e creativi, sottolinea come la creatività si alimenti della cultura e come insieme producano diversi orientamenti industriali. Qui il termine cultura è ricondotto, come nei programmi Cultura EU³,

starting with three areas: Social Sciences and Humanities, Physical Sciences and Engineering, Life Sciences². The ERC panels do not recognize a uniform statute for architecture, but rather a variety of knowledge useful for its specific research and professional domains, with interdisciplinary relations that become prevalent. It follows, however, that there is a risk of further separating research from architectural design and, consequently, the theories shared by the scientific community, which are becoming ever more divergent, from architectural design theories: “scientific-technical” theories from “artistic” ones. Quoting Carlos Martí Arís: “Knowledge can arise as much in the territory of *logos* as in that of *poiesis*” (2005), and Vittorio Gregotti in his text *Contro la fine dell’architettura* [Against the End of Architecture] (2008) claims that in the architectural context the term theo-

ry first and foremost represents «a way of being of the design,» a «basis, choice and tool for practical action indistinguishable from its outcome.» With the expanding complexity of the action scenarios and of the knowledge required in architectural design, theory and practice must first find a continuous, valid dialectic to support openness to new sciences and technologies too, and to avoid exploitation and trends.

Design culture

Continuing with the “impossible game” which drives us to seek clarification on the terms used, we can attempt to explain what we mean by “architectural design culture,” albeit intuitively and focusing on the common use of the term. Benoit Godin and Yves Gingras (2000), in *What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model*, claim that there

e spesso nel linguaggio comune, alle arti e alle scienze umanistiche e la creatività è l'arte di creare artefatti, anche utilizzando la scienza, la tecnologia, l'industria.

Tutti questi aspetti convivono nella cultura del progetto di architettura (Bertoldini ed., 2007). Alla cultura del progetto gli architetti si formano attraverso processi individuali di conoscenza, comprensione e appropriazione. La cultura del progetto muove da specifici disciplinari, si alimenta nella singolarità dei progetti, per tornare a costruire teorie. La cultura del progetto non si insegna, ad essa si educa e ci si educa. Dove? Nel tempo attraverso la storia. Nei luoghi dove i saperi si consolidano e diventano patrimonio culturale comune. Ma anche nelle comunità, nelle organizzazioni sociali, nelle istituzioni come le Università che sanno "fare scuola".

'Tecnologica' cosa significa Il tema della cultura tecnologica è stato presente nella comunità dei tecnologi dell'architettura fin dalla sua fondazione negli anni sessanta-settanta del '900, assumendo riferimenti dalla filosofia, dalla trattatistica e dalla storia delle scuole di architettura (per citare solo alcuni riferimenti: Ciribini, 1984; Crespi, 1987; La Creta e Truppi, 1994; Nardi, 2001; Bertoldini e Campioli, 2009; Giallocosta, 2011). Addirittura la "Cultura Tecnologica" è stata (in alcuni casi è tuttora) una disciplina degli ordinamenti dei corsi di laurea in architettura. Ragioni di questa 'preoccupazione' fra i tecnologi dell'architettura del tema della cultura tecnologica si possono ritrovare nella definizione stessa di tecnologia dell'architettura, condivisa negli anni fondativi della Tecnologia dell'Architettura in Italia e ancora comune denominatore nel contesto internazionale: «La capacità di analizzare, sintetizzare e

valutare i fattori del progetto edilizio al fine di produrre soluzioni tecniche progettuali efficienti ed efficaci che soddisfino criteri prestazionali, produttivi ed economici»⁴ Alla luce di questa definizione tre aspetti si possono evidenziare a spiegare la rilevanza assunta dal termine cultura tecnologica dell'architettura: il significato di conoscenza diffusa e sedimentata del termine cultura, gli statuti scientifici 'deboli' della disciplina, l'importanza che assumono i manuali, le linee guida, i codici di pratica, le soluzioni conformi.

Ma citando Banham «L'architetto che si propone di correre con le tecnologie sa che sarà in una compagnia veloce»⁵, e così le cose sono abbastanza cambiate in questi anni. L'accelerazione delle innovazioni tecnologiche da altri ambienti scientifici e industriali sposta il ruolo delle competenze tecnologiche da quello di chi sistematizza e progetta la tecnologia a quello di chi la sa interpretare, finalizzare, utilizzare, fare funzionare nel sistema complesso del progetto. Cultura del costruire sedimentata in un contesto e innovazione tecnologica globalizzata trovano lo specifico della progettazione tecnologica nella capacità di fare dialogare conoscenze e immaginazione, per costruire soluzioni possibili, capaci di rispondere con "dimostrata" efficacia ai problemi posti, utilizzando al meglio le risorse economiche, sociali, materiali e immateriali.

In questo nuovo scenario abbiamo però bisogno di nuove teorie. Si assumono punti di vista diversi di volta in volta ritenuti prioritari (il rendimento prestazionale, la qualità, la complessità, la sostenibilità, la resilienza ecc.), si sviluppano approcci e strumenti per portarli avanti, si dialoga con altre discipline e saperi mutuandone concetti e linguaggi. Il rischio che si corre è quello di allontanarsi dal progetto come 'banco di prova'. C'è stato un tempo in cui teorie forti per il progetto di tecnologia dell'archi-

is no clarity or agreement on the term "scientific culture" in the field of 'hard' sciences or social sciences. Thus, they claim that «it is perhaps best to leave [...] to intuition rather than try to circumscribe it within a strict definition» and opt for a notion of culture as "public understanding," "general knowledge" and that it is «the idea of appropriation» that connotes understanding and knowledge as culture. They point out how «in documents printed by the governments of the European Union, the notion has been extended to firms and innovation, such that the term has become Scientific, Technological and Industrial Culture. In the context of the European Commission, however, the term culture is often associated with creativity and art to indicate areas of research and production sectors other than science and technology. Pier Luigi Sacco in (2012), speaking about the

role of cultural and creative sectors in the modern economy, pointed out how creativity is fed by culture and how together they produce different industrial orientations. Here the term culture is connected, as in the EU Culture programmes³ and often in common language, to the arts and humanities and creativity is the art of creating artefacts, also through the use of science, technology and industry.

All these aspects exist side by side in the architectural design culture (Bertoldini ed. 2007). Architects are trained in the design culture through individual knowledge, understanding and appropriation processes. The design culture shifts between specific disciplines, it is fostered through the singularity of the projects, returning to construct theories. The design culture does not teach, it is educated and it educates us. Where? Over time and through history. In plac-

es where knowledge is consolidated and becomes a shared cultural heritage. But in communities, social organizations and institutions too, such as Universities which know how "to school."

What does "technological" mean?

The theme of the technological culture has been around in architectural technologist communities since it was established in the 1960-70s, drawing references from philosophy, treatises and the history of the architecture schools (to mention just a few references: Ciribini, 1984; Crespi, 1987; La Creta and Truppi, 1994; Nardi, 2001; Bertoldini and Campioli, 2009; Giallocosta, 2011). What's more, the "Technological Culture" was (and in some cases still is) a discipline of degree courses in architecture. The reasons for this 'worry' about the technological culture topic among architectural technologists lie in the

very definition of architectural technology, agreed on in the founding years of Architectural Technology in Italy and still a common denominator in the international context: «The ability to analyse, synthesise and evaluate building design factors in order to produce efficient and effective technical design solutions which satisfy performance, production and procurement criteria.»⁴ In view of this definition, three aspects can be highlighted to explain the importance assumed by the term "technological culture of architecture": the widespread knowledge and established meaning of the term culture, the 'weak' scientific statutes of the discipline, and the importance assumed by manuals, guidelines, codes of practice and compliant solutions.

However, quoting Banham, «The architect who proposes to run with technology knows that he will be in fast

tettura sono state definite, come ad esempio la teoria prestazionale applicata al sistema edilizio e il *performance based design* (Szigeti and Davis 2005), trasferendosi in sistemi normativi⁶, e hanno trovato poi supporto nelle tecnologie digitali per la generazione dei progetti e per la simulazione e le verifiche. Su quegli apparati teorici si continua a lavorare, rivedendone alcuni assunti (ad esempio l'ipotesi di una necessaria espressione quantitativa delle prestazioni), ampliandone i punti di vista.

Oggi la scienza della sostenibilità apre nuovi ambiti "tecnologici" nel progetto, obbliga a guardare oltre e non solo alla vita utile delle opere, ai loro diretti fruitori, al loro contesto locale. Le tecnologie digitali obbligano a ripensare il processo di progettazione, nei suoi aspetti creativi, di gestione di informazioni e conoscenze, di produzione e di realizzazione⁷. Le nuove tecnologie costituiscono anche delle "neotesi" che amplificano la capacità esperienziale nell'utilizzo degli spazi e modificheranno il modo di viverli, dalla domotica alla realtà aumentata.

Comunicare fra cultura, teorie e prassi

Questo numero della rivista *TECHNE* vuole contribuire a superare le distanze fra cultura teorie e prassi nel progetto di architettura e per questo ha proposto agli autori invitati a questa "tavola rotonda" e a quelli che hanno risposto alla *call* questo tema secondo una sua articolazione, che non voleva essere certo esaustiva e vincolante: il ruolo della cultura tecnologica, le nuove categorie della produzione del progetto, digital design, costruibilità del progetto, progettazione ambientale e sostenibilità, progettazione degli ambienti di vita. Se teorie e prassi per alcuni versi sono separate e per altri sono fortemente interrelate, se le teorie stesse si allontanano fra di loro

company,⁵ so things have changed a fair amount in recent years. The acceleration in technological innovations from other scientific and industrial areas has shifted the role of technological skills from those who systematize and design technology to those who know how to interpret it, finalize it, use it and make it work in the complex system of the design. A construction culture established within a context and globalized technological innovation see the specificity of technological design as the ability to create dialogue between knowledge and imagination, to construct possible solutions capable of responding to the problems faced with "proven" efficiency, making the best use of the economic, social, material and intangible resources.

In this new scenario, however, new theories are required. Different points of view considered to be priorities

each time are assumed (performance efficiency, quality, complexity, sustainability, resilience, etc.), new approaches are developed and the tools to take them forward, and dialogue is established with other disciplines and knowledge changing their concepts and languages. The risk run is in moving away from the design as a 'test case.' There was a time when strong theories for architectural technology projects were defined, for example the performance theory applied to the building system and performance based design (Szigeti and Davis 2005), transforming them into regulatory systems⁶, and they then found support in digital technologies for the generation of designs and for simulations and verifications. Work still continues on these theoretical devices, reviewing some assumptions (for instance the hypothesis of a necessary quantitative expression of the perfor-

in architettura, allora sarà anche interessante riflettere su come si comunica fra ambienti di ricerca, ambienti del progetto, campi di studio, di approfondimento teorico e campi di sperimentazione e applicazione. Si tratta di un argomento molto attuale, che richiede una sua trattazione specifica e articolata a vari livelli, qui mi limito a segnalare l'importanza rispetto alla finalità di questo numero della rivista. La ricerca in Architettura comunica i propri risultati con strumenti diversi, le pubblicazioni non sono l'unico strumento e anche fra le pubblicazioni ci sono tipologie diverse a seconda dei formati dei risultati delle ricerche (rapporti, sintesi, rassegne, risultati sperimentali ecc.).

La ricerca cerca sempre più un confronto allargato nella comunità scientifica internazionale, come testimonia il ruolo assunto dagli articoli sulle riviste accessibili on line. Se le riviste ampliano l'ambito del confronto scientifico, ne standardizzano però il "formato comunicativo" e tendono ad allontanare sempre più dal rapporto con il progetto. Le riviste 'scientifiche' nelle quali si pubblica sono di ambito disciplinare o tematico interdisciplinare. Le riviste di architettura, anche quelle storiche e di grande autorevolezza, sono difficilmente classificabili come scientifiche pure ospitando saggi critici, esempi di architettura che riflettono percorsi di ricerca progettuale, sperimentazione e innovazione. Alcune riviste di architettura, a suo tempo e ancora oggi, propongono dossier, rapporti, manifesti che restano nella cultura del progetto di architettura come pietre miliari. Ricordo ad esempio *Architectural Review* che nel settembre 1969 lanciò il coraggioso *Manplan*, oggi questo manifesto ha ancora un impatto nel dibattito sulle responsabilità sociali dell'architettura. Questo dualismo fra riviste scientifiche in architettura e riviste di architettura ci deve portare a pensare che le une ospitano la ricerca per il progetto mentre le altre ospitano

mances) and expanding viewpoints. Today, the science of sustainability opens up new "technological" areas in design, requiring us to look beyond and not simply at the service life of products, their direct users or the local context. Digital technologies require us to rethink the design process in terms of the creative aspects, the management of information and knowledge, production and implementation⁷. The new technologies also constitute 'new prostheses' which expand our experiential capacity in the use of spaces and will alter how we live in them, from home automation to augmented reality.

Communicating between culture, theories and practices

This issue of the journal *TECHNE* aims to help us overcome the distances between culture, theories and practice in architecture design, hence it proposes

to the authors invited to this "round table" and those who responded to the call for papers, an exploration of this topic breaking it down into the following issues, which are certainly not meant to be exhaustive or binding: the role of the technological culture; the new categories of project production; digital design; the buildability of the project; environmental design and sustainability; people and the living environment.

If theories and practice are separate in some respects and strongly interrelated in others, and if the theories themselves move in different directions within architecture, then it is also interesting to consider how communication should occur between research areas, project environments, fields of study, theoretical investigation and fields of experimentation and testing. It is a highly relevant topic which requires specific treatment broken down into

esempi di progetti o il pensiero dei progettisti? La questione è ancora del tutto aperta e difficile è la risposta.

La monografia resta ancora un canale di comunicazione importante in architettura e assume connotati diversi: presentazione di teorie e saggi critici; presentazione di progetti; sistematizzazione di risultati di ricerche. La qualità editoriale delle monografie ne aumenta l'attrattività anche nei riguardi del mondo delle professioni, e forse nello spazio di una monografia la separazione fra teorie e prassi è meno accentuata che non nell'ambito delle riviste. Un altro canale importante e proprio dell'architettura sono le mostre, diverse sono le tipologie di mostre ma esse sono comunque quasi sempre un luogo dove teorie, prassi e posizioni culturali si confrontano e si rendono disponibili, cercando linguaggi accessibili. La curatela della mostra, i saggi dei curatori e i dibattiti intorno al soggetto della mostra, i criteri di selezione delle opere sono un sistema di comunicazione che intreccia in modo evidente approcci culturali, risultati di ricerche, esperienze e patrimoni di conoscenze, valga per tutti l'esempio delle mostre delle Biennali di Architettura di Venezia. Come strumento di comunicazione nell'area delle tecnologie dell'architettura la "mostra" non è molto praticata e pure non sono mancate importanti occasioni di riflessione sui legami fra teorie, prassi e culture del progetto che hanno privilegiato aspetti scientifici- tecnologici-industriali. Ricordo ad esempio la mostra al Centre Pompidou nel 1997 "L'art de l'ingénieur", o quella su Jean Prouvé a Palazzo Te a Mantova del 2007.

Se la comunicazione in architettura si propone di fare avanzare le conoscenze, di potenziare le capacità di una comunità scientifica e professionale sulle tematiche di cui si occupa, di condividere e promuovere una cultura del progetto fra gli attori in gioco, pro-

prio in relazione agli argomenti di questo numero di TECHNE dovremo tornare a riflettere anche sul tema di come si comunica la ricerca, la cultura progettuale, le teorie scientifiche e del progetto, proprio oggi che la comunicazione tende ad omologarsi a modelli non sempre adeguati, a perdere la sua capacità di stimolo culturale, a subire il mercato editoriale e degli eventi mediatici, sia per quanto riguarda l'ambito scientifico, sia per quanto riguarda quello tecnico divulgativo.

NOTE

1. Quattordici aree di ricerca raggruppano i settori scientifico-disciplinari secondo la classificazione utilizzata in Italia per organizzare l'insegnamento superiore. I settori attuali sono stabiliti dal decreto ministeriale n. 855 del 30 ottobre 2015 e sono in vigore dal 20 novembre 2015.
2. La struttura per la valutazione della ricerca e il suo finanziamento in European Research Council (ERC) è composta da 25 panels, i panels sono raggruppati in tre aree disciplinari che coprono l'intero spettro delle scienze, della ingegneria e del sapere: Scienze sociali e umanistiche, Scienze della vita, Scienze fisiche e della Ingegneria -
- 3 Europa Cultura è un sottoprogramma di finanziamento di Europa Creativa dedicato al settore culturale e creativo.
4. Architectural Technology Wikipedia, citando BSc (Hons), School of the Built and Natural Environment, Northumbria University Newcastle.
5. Reyner Banham "Throughout the present century", *The Architectural Review*, Marzo 1960
6. Cfr ISO 6240: 1980, *Performance standards in building - Contents and presentation*.
7. Cfr. *The Architectural Review* Settembre 2016 - "Technology in practice" e il "Report" di Jon Astbury "Digital Creativity".

various levels; here I shall limit myself to pointing out its importance with respect to the purpose of this issue of the journal. The results of research in architecture are communicated using different tools, publications are not the only method, and there are different types of publications depending on the format of the research results (reports, summaries, reviews, test results, etc.). Research increasingly seeks an expanded comparison in the international scientific community, as testimony of the role assumed by articles in journals that can be accessed online. If journals expand the area of scientific comparison, they will however standardize the "communication format" and tend to move further away from their relationship with the project. The 'scientific' journals they are published in cover the disciplinary area or inter-disciplinary topic. Architectural journals, even

the historical and highly authoritative ones, are difficult to classify as 'scientific' despite their containing critical papers, examples of architecture that reflect design research, experimentation and innovation paths. Some architecture journals, in the past just as today, offer dossiers, reports and manifestos that remain as milestones in the culture of architectural design. One such case is *Architectural Review*, for example, which in September 1969 launched the courageous *Manplan*, a manifesto which still strikes a cord today in the debate on social responsibilities in architecture. Should this dualism among scientific journals on architecture and architecture journals lead us to think that one contains research 'for' the project while the other contains design examples or the rationale of the designers? The question is still entirely open, and it is difficult to answer.

The monograph is still an important communication channel in architecture and it has different connotations: the presentation of theories and critical papers; the presentation of projects; the systematization of research results. The editorial quality of monographs increases their attractiveness also in terms of the professional world, and perhaps within a monograph the separation between theory and practice is less accentuated than it would be in a journal. Another important channel for architecture is exhibitions; there are different types of exhibitions, but in any case they are always a place where theory, practice and cultural positions are up for discussion and they create the space for this, seeking accessible language. Exhibition curation, papers by the curators, discussions on the exhibition subject and work selection

criteria represent a communication system that clearly intertwines cultural approaches, research results, experience and a wealth of knowledge, and this applies to the example of the exhibitions of the Architecture Biennale in Venice. Exhibitions are not widely used as a communication tool in the area of architectural technology, but there has been no shortage of important occasions to reflect on the links between design theories, practice and culture which have favoured scientific, technological and industrial aspects. The exhibition "L'art de l'ingénieur" in the Pompidou Centre in 1997 comes to mind, or that on Jean Prouvé in Palazzo Te, Mantua in 2007. While communication in architecture offers to advance knowledge, strengthen the capabilities of a scientific and professional community on the topics with which it deals, and share and

REFERENCES

- ANVUR VQR (2017), *Valutazione della Qualità della Ricerca 2011-2014, Rapporto finale di area Gruppo di Esperti della Valutazione dell'Area Architettura (GEV08a)*, http://www.anvur.org/rapporto-2016/files/Area08a/VQR2011-2014_Area08a_RapportoFinale.pdf (accessed 26 febb. 2017).
- Aris, C.M. (2005), *La cimbra y el arco*, Fundacion Arquia, Barcellona.
- Bertoldini, M. (Ed.) (2007), *La cultura politecnica 2*, Mondadori, Milano.
- Bertoldini, M., Campioli, A. (Ed.) (2009), *Cultura tecnologica e ambiente*, De Agostini, Novara.
- Boutinet, J.P. (1990), *Anthropologie du projet*, PUF, Paris.
- Ciribini, G. (1984), *Tecnologie e progetto. Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino.
- Crespi, L. (Ed.) (1987), *La progettazione tecnologica*, Alinea, Firenze.
- Emmitt, S. (2012), *Architectural Technology*, Second Edition, Wiley-Blackwell, Spring.
- Giallocosta, G. (2011), "Tecnologia dell'Architettura e progettazione tecnologica", *Techne*, n. 2.
- Godin, B., Gingras, Y. (2000), "What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model", *Public Understanding of Science*, UK.
- Gregotti, V. (2008), *Contro la fine dell'architettura*, Einaudi, Torino.
- La Creta, R., Truppi, C. (Ed.) (1994), *L'architetto fra tecnologia e progetto, Scritti di Massimo D'Alessandro, Romano Del Nord, Salvatore Dierna, Franco Donato, Giovanni Guazzo, Guido Nardi, Tonino Paris, Giorgio Peguiron, Eduardo Vittoria*, Franco Angeli, Milano.
- Losasso, M. (2011), "Valutazione della ricerca e progetto. Un'intervista a Andrea Bonaccorsi", *Techne*, n. 2.
- Nardi, G. (2001), *Le tecnologie dell'architettura. Teorie e storia*, Libreria Clup, Milano.
- Peretti, G. (2011), "Tecnologia dell'Architettura: la disciplina per la definizione futura di un manifesto", *Techne*, n. 2.
- Sacco, P.L. (2012), "Le industrie culturali e creative e l'Italia: una potenzialità inespresa su cui scommettere", *Il Sole 24ore*, 15 novembre 2012.
- Secchi, B. (2000), *Prima lezione di urbanistica*, Editori Laterza, Bari.
- Szigeti, F., Davis, G. (2005), *Performance Based Building: Conceptual Framework*, PeBBu Final Report, CIBdf, Rotterdam, October 2005
- Torricelli, M.C. (2008), "Scienza del progetto di architettura: nuovi paradigmi di ricerca. Riflessioni sui temi degli Incontri di Palazzo Vegni", in Torricelli, M.C., Lauria, A. (Eds.), *Ricerca Tecnologia Architettura*, Edizioni ETS, Pisa.

promote a design culture among the key players in the game, precisely in relation to the topics discussed in this issue of *TECHNE*, we should also reconsider the topic of how we communicate research, the design culture, scientific and design theories, today as never before when communication tends to conform to models that are no longer suitable, lose its cultural stimulus capacity, and submit to the editorial market and media events, and this applies to both the scientific area and the technical education area.

NOTES

1. Fourteen research areas grouping the scientific-disciplinary sectors according to the classification used in Italy to organize higher education. The current sectors were established by Ministerial Decree no. 855 of 30 October 2015 and have been in force since

20 November 2015.

2. The structure for evaluating research and its funding in the European Research Council (ERC) is made up of 25 panels, the panels are grouped into three disciplinary areas which cover the entire spectrum of science, engineering and scholarship: Social Sciences and Humanities, Life Sciences, Physical Sciences and Engineering.

3. Europe Culture is a sub-programme funded by Creative Europe dedicated to the cultural and creative sector.

4. Architectural Technology Wikipedia, quoting the BSc (Hons), School of the Built and Natural Environment, Northumbria University Newcastle.

5. Reyner Banham "Throughout the present century", in the March 1960 edition of *The Architectural Review*

6. Cf. ISO 6240: 1980, *Performance standards in building - Contents and presentation*.

7. Cf. The Architectural Review September 2016 edition - *Technology in practice* and the report by Jon Astbury *Digital Creativity*.

Andrea Campioli,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

andrea.campioli@polimi.it

Queste note descrivono il ruolo che oggi la cultura tecnologica riveste nella progettazione dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito. Una particolare attenzione è posta ai temi della sostenibilità, della digitalizzazione e dell'incertezza che richiamano l'attività progettuale a una rinnovata responsabilità nel compito di rinsaldare il legame tra teoria e prassi.

Cultura, tecnologia, progetto

Nella locuzione "cultura tecnologica della progettazione" il sostantivo "cultura" fa riferimento alla produzione di una collettività definita nel tempo e nello spazio e richiama il processo di sedimentazione delle conoscenze teoriche e operative. Nell'ambito delle costruzioni e dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito esso assume connotazioni molto diversificate a causa della specificità di ogni contesto e della differente struttura dei processi e dei soggetti in essi implicati.

L'aggettivo "tecnologica" si riferisce invece, a quell'insieme di tecniche basate sulla comprensione e lo sfruttamento di fenomeni naturali per l'utilità dell'uomo. Arthur (2011) sviluppa un'interessante riflessione sulla natura della tecnologia a partire da una triplice definizione: la tecnologia "è un mezzo per soddisfare uno scopo umano"; la tecnologia è "un insieme di pratiche e di componenti"; la tecnologia è "l'insieme complessivo degli apparecchi e delle pratiche ingegneristiche disponibili a una cultura". Muovendo da questo quadro definitorio, egli formula una teoria dell'innovazione tecnologica nella quale l'essenza di ogni tecnologia è costituita dalla comprensione di fenomeni naturali, comportamentali e organizzativi che possono poi essere programmati per raggiungere una finalità. Il riferimento a fenomeni naturali

e allo stesso tempo a fenomeni comportamentali e organizzativi offre un'interessante chiave di lettura per comprendere la specificità che la cultura tecnologica assume allorché è riferita alla progettazione dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito e, in modo ancora più specifico, alla progettazione dell'architettura, dove, più che in altri campi dell'agire umano, essa è inscindibilmente connessa a una dimensione simbolica e a un orizzonte di senso che travalica la dimensione tecnica. Qui la tecnologia non solo è parte integrante di quell'insieme complessivo degli apparecchi e delle pratiche ingegneristiche disponibili alla nostra cultura, quello che Kelly (2010) ha definito come *technium* e Hughes (1987) come *technological system*, ovvero il coacervo di artefatti fisici, di organizzazioni e di saperi, ma essa è anche l'insieme delle pratiche che consentono di trasformare l'ambiente per soddisfare l'esigenza di abitare dell'uomo, in senso materiale, ma anche simbolico. La tecnologia è l'esito di una determinata società e, al tempo stesso, ne è principio di trasformazione. In questa prospettiva la cultura tecnologica è anche cultura sociale e cultura etica: una cultura tecnologica antropologicamente adeguata (Nardi, 2002).

La specificazione "della progettazione" individua infine, l'obiettivo verso il quale la cultura tecnologica è orientata. In tal senso la progettazione si pone come attività di anticipazione, di previsione, di formulazione di ipotesi: essa è esplorazione euristica delle soluzioni possibili, tra le quali individuare quella più adeguata al problema da risolvere. All'interno di una prospettiva di coerenza tra le premesse e i risultati da conseguire, sul piano metodologico, la progettazione opera secondo un processo di continuo aggiustamento dell'ipotesi di partenza e di revisione puntuale degli strumenti da utilizzare. Lo stretto legame con la realtà impone

THE CHARACTER OF TECHNOLOGICAL CULTURE AND THE RESPONSIBILITY OF DESIGN

These notes describe the role that technological culture plays today in designing processes of transformation of the built environment. They focus particularly on issues of sustainability, digitisation and uncertainty, all of which urge renewed responsibility upon design in the task of consolidating the link between theory and practice.

Culture, technology, design

In the expression "technological culture of design", the noun "culture" refers to the production of a spatially and temporally defined community and to the process by which theoretical and working knowledge is accumulated. In the field of construction and transformation of the built environment, it takes on a large variety of connotations, because of the specific nature of each context and the different structure of the processes and actors that they involve.

The adjective "technological", on the other hand, refers to that set of technologies based on the understanding and exploitation of natural phenomena for human benefit. Arthur (2011) develops an interesting argument concerning the nature of technology, starting from a threefold definition: technology is "a means to fulfil a human purpose"; technology is "a set of practices and components"; technology is "the entire collection of devices and engineering practices available to a culture". Starting from this definitional framework, he develops a theory of technology and technological innovation in which the essence of every technology lies in the understanding of natural, behavioural and organisational phenomena which can subsequently be planned in order to achieve an end. His reference to natural and at the same time behavioural and organisational phe-

nomena provides an interesting key to understanding the specific character which technological culture assumes whenever it refers to the design of processes of transformation of the built environment and, even more specifically, to the design of architecture, where, more than in other fields of human action, it is inextricably bound up with a symbolic dimension and with a meaning horizon that extends beyond the technical dimension. Here, technology is not just an integral part of that overall collection of devices and engineering practices available to our culture, what Kelly (2010) calls a *technium* and Hughes (1987) a *technological system*, that is, the accumulation of physical artefacts, of organisations and skills. It is also the set of practices that enable the environment to be transformed in order to satisfy humanity's living needs, not merely in a material but also in a

alla progettazione un costante confronto con la cultura tecnologica che descrive compiutamente il contesto di riferimento sociale, economico e produttivo.

La cultura tecnologica della progettazione costituisce quindi il luogo naturale della connessione tra teoria e prassi.

Il carattere della cultura tecnologica

L'azione progettuale si colloca entro una prospettiva ampia, di confronto critico con le pressanti esigenze della società, le ingerenze dell'economia, le ragioni della produzione ed è obbligata a confrontarsi con il problema della corrispondenza tra ciò che viene progettato e le aspettative di una determinata collettività e di ogni suo singolo individuo, in un determinato contesto spaziale e temporale. Questa corrispondenza non può essere circoscritta alla sola dimensione tecnica. Emmitt (2013), riferendosi alla realtà del Regno Unito, identifica il campo disciplinare della tecnologia dell'architettura in quel vuoto tra la fase del progetto e la fase della realizzazione che si è venuta a creare, a partire dal diciassettesimo secolo, con la frammentazione delle professioni e la nascita dell'Institute of Civil Engineers (1818), dell'Institute of British Architects (1834) e del Surveyors Institute (1868), sottolineando come la cultura tecnologica costituisca un elemento fondamentale per gestire i processi di trasformazione in modo tale da colmare la distanza che separa l'idea progettuale dalla sua costruibilità. Si tratta di una posizione solo parzialmente condivisibile perché lo spazio della tecnologia dell'architettura è quello molto più ampio dei metodi e degli strumenti che consentono di affrontare situazioni connotate dalla molteplicità dei fini, talvolta contraddittori e comunque non sempre circoscrivibili all'ambito della razionalità. In termini

symbolic sense. Technology is the outcome of a given society and at the same time is the cause of its transformation. Viewed from this perspective, technological culture is also social culture and ethical culture: an anthropologically adequate technological culture (Nardi, 2002).

Finally, the specification "of design" refers to the end goal of technological culture. In this sense, design must be seen as an activity which anticipates, predicts and formulates hypotheses: it is the heuristic exploration of potential solutions, among which it identifies the most appropriate one to apply to the problem to be solved. Set out in these terms, at the methodological level, design operates according to a process by which it continually adjusts its starting hypothesis and carefully reviews the instruments to be used, with a view to consistency between initial premises

and the results to be achieved. Its close ties with reality force design to dialogue constantly with the technological culture that describes the social, economic and production context as a whole. The technological culture of design thus constitutes the natural meeting place between theory and practice.

The character of technological culture

Design operates within a broad framework, engaging critically with the pressing needs of society, the intrusions of the economy and the logic of production and is forced to address the issue of whether what gets designed corresponds to the expectations of a given community and each single individual, in a specific spatial and temporal context. This correspondence cannot be limited to the technical aspect alone. Emmitt (2013), with reference to the

generali, lo spazio specifico della tecnologia si colloca allora a ridosso di quelle situazioni nelle quali "il conflitto relativo ai fini non può essere risolto mediante l'uso di tecniche derivate dalla ricerca applicata" (Schön, 1983, tr. it., 1993 p. 68) e nelle quali è soltanto "attraverso il processo non tecnico di strutturazione della situazione problematica che possiamo organizzare e chiarire sia i fini, sia i possibili mezzi per conseguirli" (*idem*). L'architettura e, più estesamente, i processi di trasformazione dell'ambiente costruito, costituiscono situazioni di questo tipo.

In questa prospettiva la cultura tecnologica della progettazione identifica un campo concreto di saperi, conoscenze, metodi e strumenti assai ampio e articolato. Al contempo, essa incorpora quell'orizzonte di senso che l'architettura e i processi di trasformazione del costruito devono necessariamente traguardare in relazione alla storia degli uomini, dei luoghi, e delle cose. Affrontare il progetto assumendo la cultura tecnologica come riferimento da un lato consente un riavvicinamento tra l'idea e la sua realizzazione e dall'altro fa convergere due percorsi che, oggi forse ancora più che nel passato, sembrano proseguire parallelamente: il percorso della concezione formale che mira a costruire visioni prescindendo dalla materialità degli oggetti e dei processi realizzativi e il percorso dell'ottimizzazione ingegneristica che, prona alle logiche del performance-based design, si limita a precisare i termini della costruibilità e a minimizzare i rischi di insuccesso, senza preoccupazione alcuna per quegli aspetti che non è possibile ricondurre a una misura della prestazione.

Un primo passo nella direzione di questa convergenza era già stato fatto negli anni '90, quando l'interpretazione della tecnologia dell'architettura in termini di sistematizzazione delle caratteristiche dei materiali e della composizione degli organismi e

United Kingdom, sees the subject area of architectural technology as occupying the void that has developed between the design and building phases, starting from the seventeenth century with the fragmentation of professions and the birth of the Institute of Civil Engineers (1818), the Institute of British Architects (1834) and the Surveyors Institute (1868). He emphasises that technological culture is an essential element in managing processes of transformation in such a way as to bridge the gap between the design idea and its constructability. It is a view that can only be partially shared, as architectural technology occupies a far broader space, taking in the methods and tools that make it possible to address situations characterised by a wide variety of aims, often contradictory and in any case not always circumscribable within the bounds of rationality. In general

terms, the specific space occupied by technology thus lies behind those situations in which "a conflict of ends cannot be resolved through the use of techniques derived from applied research" (Schön, 1983) and in which it is only "through the non-technical process of framing the problematic situation that we may organize and clarify both the ends to be achieved and the possible means of achieving them" (*idem*). Architecture and, in a broader sense, processes that transform the built environment, constitute situations of this type. Viewed from this perspective, the technological culture of design denotes a concrete field of skills, knowledge, methods and tools that is very broad and complex. At the same time, it encompasses that meaning horizon towards which architecture and processes of transformation of the built environment must necessarily aim in

degli elementi costruttivi, tipica del dopoguerra, dimostrò tutta la sua inadeguatezza nei confronti della complessità dei processi di trasformazione in atto. I temi “progetto e decisionalità”, “produzione e management del progetto”, “progetto, tecnologia”, “norma, progetto e committenza”, “progetto intelligente”, “progetto e storia” posti proprio in quegli anni al centro della riflessione (Crespi, Schiaffonati, 1990) sono emblematici dello sforzo condotto per aprire la cultura tecnologica della progettazione a quelle istanze che avevano profonde radici in un contesto sociale economico e produttivo in rapida trasformazione, con l’obiettivo di un ricongiungimento tra teoria e prassi.

Si tratta di temi che hanno indirizzato la ridefinizione del carattere della tecnologia dell’architettura all’interno delle scuole di architettura in Italia e che offrono una visione della cultura tecnologica che va ben oltre la sua natura disciplinare, per rappresentare invece quell’insieme di idee, di conoscenze e di mezzi storicamente stratificati che presiedono i processi reali di trasformazione dell’ambiente costruito.

I nuovi temi della cultura tecnologica

L’orizzonte tematico delineato negli anni ’90, pur conservando un’incontestabile attualità, risulta oggi insufficiente a descrivere il contesto con il quale la cultura tecnologica della progettazione è chiamata a confrontarsi.

Molteplici sono i fenomeni socio-economici che stanno inducendo profonde trasformazioni anche nella cultura tecnologica e nelle sue implicazioni con il progetto. Tre sono i temi che potrebbero rappresentare, in estrema sintesi, il quadro di riferimento.

Il primo tema è “progetto, sostenibilità e circolarità dei processi”. La questione della sostenibilità, e la questione della sostenibilità

relation to the history of people, places and things. Dealing with design by taking technological culture as a point of reference makes it possible to close the gap between ideas and their realisation, while bringing together two processes which, today even more than in the past, seem to be unfolding in parallel: the formal design process, which sets out to build visions irrespective of the materiality of the objects and construction processes, and the engineering optimisation process which, being subject to the logic of performance-based design, is limited to specifying the terms of constructability and minimising the risks of failure, without concerning itself at all with aspects that cannot be related to performance measurements. An initial step was made in this direction in the 1990s, when the interpretation of architectural technology in terms of systematisation of the charac-

teristics of materials and of the composition of the building structures and elements that was typical of the post-war period revealed all of its inadequacy in the face of the complexity of the transformation processes underway. The issues of “design and decision-making”, “design production and management”, “design, technology”, “standards, design and clients”, “intelligent design”, “design and history” (Crespi, Schiaffonati, 1990) are emblematic of the effort made to open up the technological culture of design to aspects that were deeply rooted in an economic and production context undergoing rapid transformation, with the aim of reuniting theory and practice.

These are the issues behind the redefinition of the character of architectural technology in Italy’s architecture departments and which offer a vision of technological culture which extends far

ambientale in particolare, impone un ridisegno dei confini delle conoscenze, dei ruoli del progetto e dell’intera filiera sottesa ai processi di trasformazione dell’ambiente costruito.

L’obiettivo della riduzione del consumo di materie prime e di contenimento degli impatti ambientali rende obsoleta la logica lineare del “prendere, trasformare e gettare” e impone il riferimento a nuovi comportamenti e a nuove strategie di azione che hanno come elementi fondativi l’approccio life-cycle (Buyle, Braet, Audenaert, 2013) e la considerazione di un’estesa circolarità dei processi (Murray, Skene, Haynes, 2017). Si tratta di uno scenario innovativo per due ragioni. Da un lato, la considerazione delle conseguenze indotte dalle scelte progettuali deve riguardare l’intero ciclo di vita di un manufatto, preoccupandosi di individuare le soluzioni ottimali, non solo rispetto ai requisiti d’uso, ma anche in relazione ai diversi livelli di efficienza sociale, economica e ambientale che possono essere perseguiti lungo l’intera catena del valore. La soluzione ottimale dal punto di vista ambientale non è quella che minimizza le emissioni di gas climalteranti durante la fase d’uso, ma piuttosto quella che consente di ridurre tali emissioni lungo l’intero ciclo di vita, comprendendo anche le fasi di produzione, costruzione e dismissione. Dall’altro, la circolarità dei processi, mirando a ridurre l’erosione del capitale naturale attraverso l’eliminazione dei rifiuti e l’uso ciclico delle materie prime, impone un contesto di riferimento industriale allargato: soltanto attivando forme di simbiosi industriale (Chertow, 2007) è infatti possibile ottimizzare l’uso delle risorse, utilizzando come materia prima secondaria in un settore ciò che è rifiuto per un altro.

Questa visione implica ancora un volta un ampliamento del punto di vista. La cultura tecnologica non riguarda più soltanto la

beyond its nature as a discipline, instead representing that set of historically layered ideas, knowledge and instruments that govern the actual processes of transformation of the built environment.

The new issues of technological culture

Despite retaining an undeniable relevance, the thematic horizon delineated during the 1990s can no longer adequately describe the context which the technological culture of design is called upon to address.

A plethora of socio-economic phenomena are bringing about radical transformations in technological culture and its implications in respect of design. Essentially, three themes might be taken to constitute a new framework of reference.

The first is “design, sustainability and circularity of processes”. The theme of

sustainability, particularly environmental sustainability, demands a redrawing of the boundaries of knowledge, of the roles of design and of the entire chain of processes underpinning transformation of the built environment.

The goal of reducing consumption of raw materials and reducing environmental impacts renders the “take, make, dispose” logic of the linear economy obsolete, making it necessary to shift the focus to new behaviours and action strategies based on the life-cycle thinking (Buyle, Braet, Audenaert, 2013) and to consider the need for an extensive circularity of processes (Murray, Skene, Haynes, 2017). This constitutes an innovative scenario for two reasons. On the one hand, the consequences of design choices must be taken into account over the entire life-cycle of an artefact, seeking to identify optimal solutions, not only with regard

consapevolezza delle caratteristiche dei materiali, delle tecniche costruttive e organizzative che consentono di realizzare un'idea, ma deve comprendere quegli strumenti di simulazione e di valutazione che permettono di prevedere e misurare le prestazioni di una soluzione progettuale durante l'intero ciclo di vita. Allo stesso tempo, la cultura tecnologica non è più circoscrivibile al tradizionale ambito delle costruzioni e impone il riferimento a molteplici trasversalità disciplinari e settoriali.

Il secondo tema è "progetto, digitalizzazione e industria 4.0". È difficile definire in quali termini e con quale profondità l'avvento della quarta rivoluzione industriale, la cosiddetta "industria 4.0", riuscirà a indurre una trasformazione nella cultura tecnologica della progettazione. La possibilità di collegare in rete tutti gli oggetti che popolano l'ambiente nel quale viviamo, la disponibilità di sistemi di produzione e di tecnologie ad alto livello di automazione e la diffusione della digitalizzazione all'interno dei processi di progettazione e produzione determinano opportunità di sviluppo senza precedenti per l'industria manifatturiera. Nell'ambito delle costruzioni e dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito la sfida è resa particolarmente impegnativa dall'incertezza delle politiche tecniche, della frammentazione dei processi, dalla polverizzazione e dalle ridotte dimensioni dei soggetti della filiera. Tuttavia, anche in questo ambito, è in questa direzione che ci si sta orientando.

La diffusione di dispositivi di rilevamento controllo e attuazione sempre più evoluti, di connessioni sempre più efficienti e di servizi di elaborazione e archiviazione dati sempre più potenti e capaci a costi contenuti determina finalmente le condizioni necessarie per progettare ambienti intelligenti dalla scala

to use requirements but also in relation to the different levels of social, economic and environmental efficiency that can be pursued throughout the entire value chain. The optimal solution from the environmental standpoint is not the one which minimises climate-changing gas emissions during the use phase, but the one which enables these emissions to be reduced throughout the entire life-cycle, including the manufacturing, construction and disposal stages. On the other hand, the application of circular processes, which aims to reduce the erosion of natural capital by eliminating waste and using raw materials in a cyclical fashion, requires a broader industrial frame of reference: only by implementing forms of industrial symbiosis (Chertow, 2007) is it in fact possible to optimise the use of resources by using what is waste in one sector as secondary raw materials in another.

Such a vision requires an expanded viewpoint. Technological culture is no longer only about being aware of the characteristics of materials and constructions and organisational techniques that make it possible to bring an idea to fruition. It must also include the simulation and assessment tools that allow the performance of a design solution to be predicted and measured over its entire life cycle. At the same time, technological culture can no longer be circumscribed within the traditional field of construction, which makes it imperative to make reference to a wide variety of cross-disciplinary and cross-sector areas.

The second theme is "design, digitisation and Industry 4.0". It is difficult to determine in what terms and to what extent the advent of the Fourth Industrial Revolution, or "Industry 4.0" as it has been termed, will succeed in

dell'edificio (smart building) fino alla scala urbana (smart cities).

Sul versante dell'automazione l'applicazione della robotica alle operazioni di cantiere offre notevoli opportunità di innovazione. Le tecnologie di stampa 3D rendono possibile la realizzazione di oggetti la cui forma non può essere realizzata con altre tecnologie, aprendo scenari inediti per l'attività progettuale e offrendo un ulteriore campo di sperimentazione agli studi teorici sulla produzione di serie personalizzata (Piroozfar, Piller, 2013).

Infine, lo sviluppo e la diffusione di tecnologie e processi digitali costituisce una condizione necessaria affinché il settore delle costruzioni possa raggiungere livelli di efficienza e di produttività paragonabili a quelli di altri settori industriali. La digitalizzazione consente l'archiviazione e la condivisione di grandi quantità di dati tratti dalle fasi di progetto, di costruzione o di uso, da cui i diversi operatori possono poi ricavare utili indicazioni. In questa prospettiva i Geographic Information Systems e il Building Information Modeling si delineano come gli ambienti più adeguati per attuare interventi di trasformazione e processi di manutenzione e di gestione efficienti, alle diverse scale.

Il terzo tema è "progetto, incertezza e resilienza". Il tentativo di affrontare il problema dell'incertezza può essere considerato uno dei temi centrali per la cultura tecnologica contemporanea. Non si tratta tanto di affrontare l'incertezza di tipo aleatorio, dovuta alle molteplici variabili causali indipendenti che caratterizzano i processi di trasformazione dell'ambiente costruito, quanto piuttosto di gestire l'incertezza di tipo epistemico, dovuta all'impossibilità di creare modelli della realtà sufficientemente e adeguatamente definiti a causa dell'incompletezza della

bringing about a transformation in the technological culture of design. The ability to connect all of the things that populate the environment in which we live to a network, the availability of highly automated production systems and technologies and the spread of digitisation in design and production processes provide manufacturing industry with unprecedented development opportunities. In the field of construction and of processes of transformation of the built environment, the challenge is made particularly acute by the uncertainty of technical policies, the fragmentation of processes, atomisation and the reduced dimensions of players in the production chain. Nevertheless, a clear shift in this direction is currently underway.

The spread of increasingly sophisticated measurement, control and actuation devices, efficient connections and pow-

erful, low-cost, high-capacity data processing and storage services has finally given rise to the necessary conditions for designing intelligent environments, from the building scale (smart buildings) to the urban scale (smart cities). On the automation front, the application of robotics to on-site operations offers major innovation opportunities. 3D printing technologies allow objects to be created with shapes that cannot be produced using other technologies. This opens up brand new scenarios for design and offers a further field of experimentation for theoretical studies of customised mass production (Piroozfar, Piller, 2013).

The development and spread of digital technologies and processes is essential if the construction sector is to achieve levels of efficiency and productivity that are comparable with those achieved in other industrial sectors. Digitisation

nostra conoscenza. Molteplici sono le incertezze che tradizionalmente affliggono il settore delle costruzioni (Groák, 1992): l'incertezza del mercato, a cui spesso si risponde con la specializzazione spinta oppure massimizzando la flessibilità rispetto a una domanda in rapida trasformazione; l'incertezza della corrispondenza tra progettato e realizzato dovuta in larga parte alla generale frammentazione degli operatori e alla separazione tra la fase di ideazione e la fase di costruzione; l'incertezza dell'organizzazione e della gestione della costruzione sempre condizionate dalla specificità di ogni singolo cantiere e dal rilevante numero di operazioni condotte in sequenza. Accanto a queste, oggi si delineano nuove incertezze imputabili alla necessità di considerare già in fase progettuale ciò che accadrà nell'intero ciclo di vita degli edifici e dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito ai fini di una corretta valutazione della loro sostenibilità. Si tratta di incertezze epistemiche che derivano dalla difficoltà di prevedere la vita utile e il comportamento prestazionale nel tempo di ciò che viene realizzato o, ancora, dall'impossibilità di anticipare le caratteristiche delle tecnologie che, a distanza di anni, saranno disponibili nell'ambito dei processi di demolizione, recupero, riuso e riciclo.

Numerose sono le tecniche che oggi consentono di valutare e gestire i rischi che derivano da questi diversi livelli di incertezza. Un compito particolarmente delicato attende altresì l'attività progettuale che è chiamata ad affrontare l'incertezza individuando, sperimentando e mettendo a punto, alle diverse scale, dall'edificio al territorio, soluzioni resilienti caratterizzate da un'elevata capacità di adattamento.

makes it possible to store and share large quantities of data from the design, construction or use phases from which the various operators concerned can subsequently extract useful information. In these terms, Geographic Information Systems and Building Information Modeling represent the most appropriate tools for implementing transformation projects and efficient maintenance and management processes at the different scales concerned. The third theme is "design, uncertainty and resilience". Uncertainty can be considered one of the central themes for contemporary technological culture. This is not so much random uncertainty, the result of the large number of independent causal variables at play in processes of transformation of the built environment, as epistemic uncertainty, the result of the impossibility of creating sufficiently detailed models of

reality due to incomplete knowledge. A large number of uncertainties traditionally afflict the construction sector (Groák, 1992): market uncertainty, the response to which is often a high degree of specialisation or the maximisation of flexibility as a reaction to rapidly changing demand; the uncertainty of whether the final product will correspond to the design, due in large part to the general fragmentation of operators and the separation between the design concept and construction phase; and the uncertainty of the organisation and management of construction, which are invariably conditioned by the specific nature of each individual construction site and the large number of operations performed in sequence. In addition to these uncertainties, today we are witnessing the emergence of new ones, which can be ascribed to the need to consider right from the design

La responsabilità del progetto

La complessità dei temi che devono essere affrontati nei processi di trasformazione dell'ambiente costruito richiede un impegno responsabile a tutti i soggetti coinvolti. Lo richiede ai committenti, pubblici o privati, a cui spetta il compito di definire requisiti sempre più precisi in termini di sostenibilità, di utilizzo delle tecnologie digitali e di resilienza. Lo richiede alle imprese di costruzione e alle industrie dell'indotto, chiamate oggi a una radicale innovazione tecnologica e a collaborazioni trasversali improntate alla cooperazione più che alla competizione. Lo richiede agli utenti finali, chiamati a cambiare i propri comportamenti nella direzione di una maggior disponibilità all'accesso ai servizi piuttosto che al possesso dei beni.

La complessità dei temi della cultura tecnologica contemporanea richiede un impegno particolare al progetto. In un contesto dove le strutture di progettazione si diversificano per dimensione, per modalità organizzative e per tipologia degli strumenti utilizzati, al progetto si richiede sempre e comunque la capacità di fornire risposte competenti che implicano preparazione e approfondimento rispetto a questioni oggi centrali. Rifuggendo da tecnicismi e riduttive specializzazioni, al progetto si richiede la capacità di traguardare quell'orizzonte simbolico di senso implicito nella cultura tecnologica riferita al mondo dell'architettura, la capacità di corrispondere alle esigenze materiali e immateriali di chi abita gli spazi e i territori che vengono costruiti.

Non ci sono risposte certe e strade risolutive per corrispondere a questa richiesta ma occorre comunque produrre un grande sforzo in questa direzione. Consapevolezza culturale, responsabilità etica e impegno continuato sul fronte della ricerca e della didattica tecnologica per il progetto (Campioli, 2016) sono i presupposti da cui partire.

stage what will happen over the entire life-cycle of the buildings and processes of transformation of the built environment, in order to correct assess their sustainability. These epistemic uncertainties stem from the difficulty of predicting the service life and performance over time of what is to be built or the impossibility of anticipating the characteristics of the technologies that will be available years from now in the area of demolition, recovery, reuse and recycling.

Today there are many techniques which enable the risks deriving from these different levels of uncertainty to be evaluated and managed. Similarly, a particularly delicate task falls to design, which is called upon to tackle uncertainty by identifying, testing and fine-tuning resilient, highly adaptable solutions at the various scales, from the building to the urban scale.

The responsibility of design

The complexity of the themes that need to be addressed in processes of transformation of the built environment demands responsibility and commitment on the part of all parties concerned. It demands them of clients – whether public or private – whose task it is to set out ever more detailed requirements in terms of sustainability, the use of digital technologies, and resilience. It requires them of construction companies and ancillary firms, who today must implement radical technological innovation and establish cross-cutting collaborations which are geared more towards cooperation than competition. And it demands them of end users, who are called upon to shift their behaviour towards a greater openness to access to services as opposed to possession of goods. The complexity of the themes of contemporary technological culture ne-

REFERENCES

- Arthur, W.B. (2009), *The Nature of Technology. What It Is and How it Evolves*, Free Press, New York (tr. it. di Fassio D., *La natura della tecnologia. Che cos'è e come evolve*, Codice edizioni, Torino, 2011)
- Buyle, M., Braet, J., Audenaert, A. (2013), "Life cycle assessment in the construction sector: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 26, pp. 379-388.
- Campioli, A. (2016) *Tecnologia dell'architettura: un aggiornamento identitario*, in Perriccioli, M. (Ed.), *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, FrancoAngeli, Milano, pp. 65-78.
- Chertow, M.R. (2007), "Uncovering industrial symbiosis", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 11, n. 1, pp. 11-30.
- Cheshire, D. (2016), *Building Revolutions: applying the Circular Economy to the Built Environment*, RIBA Publishing, London.
- Crespi, L., Schiaffonati, F. (1990), *L'invenzione della tecnologia. Il processo di costituzione disciplinare della tecnologia dell'architettura*, Alinea, Firenze.
- Emmitt, S. (2013), *Architectural Technology. Research and Practice*, John Wiley & Sons., Chichester.
- Guazzo, G. (2004), "La cultura tecnologica della progettazione", in Bertoldini, M., Campioli, A., Mangiarotti, A. (Eds.), *Spazi di razionalità e cultura del progetto*, Libreria Clup, Milano, pp. 17-27.
- Hughes, T.P. (1987), "The Evolution of Large Technological Systems", in Bijker W.E., Hughes, T.P. and Pinch, T. (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 51-82.
- Kelly, K. (2010), *What Technology Wants*, Penguin, New York, (tr. it. di Olivero G., *Quello che vuole la tecnologia*, Codice edizioni, Torino, 2010).
- McDonough, W., Braungart, M. (2013), *The Upcycle: Beyond Sustainability. Designing Abundance*, North Point Press, New York.
- Molinari, C., Campioli, A. (Eds.) (1994), *Formazione per il progetto, progetto della formazione: metodi, tecniche e nuovi operatori per una gestione innovativa dell'attività progettuale*, Franco Angeli, Milano.
- Murray, A., Skene, K. and Haynes, K. (2017), "The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context", *Journal of Business Ethics*, vol. 140, n. 3, pp. 369-380.
- Nardi, G. (2000), *Architettura: tecnologie dell'architettura*, in *Enciclopedia italiana di Scienze, Lettere ed Arti*, Appendice 2000, Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani vol. 1, Roma. pp. 90-97.
- Nardi, G. (2002), "Cultura tecnica", in Bertoldini, M. (Ed.), *Saperi e saperi. Teorica e pratica nel progetto di architettura*, Libreria CLUP, Milano, pp. 21-38.
- Piroozfar, P.A.E., Piller, F.T. (Eds.) (2013), *Mass customisation and personalization in architecture*, Routledge, New York.
- Schön, D.A. (1983), *The Reflexive Practitioner*, Basic Books, New York (tr. it. di Barbanente A., *Il professionista riflessivo. Per una nuova epistemologia della pratica professionale*, Dedalo, Bari, 1993).
- Simon, H.A. (1981), *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge, (tr. it. di Trani A., *Le scienze dell'artificiale*, Il mulino, Bologna, 1988).
- Wijkman, A., Skånberg, K. (2015), *The Circular Economy and Benefits for Society*, Club di Roma.
- World Economic Forum (2016), *Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology*.

cessitates a particular commitment on the part of design. In a context where design organisations vary in terms of size, organisational methods and types of instruments used, design is always and in any case called upon to provide competent responses that need preparedness and a thorough understanding of issues which today are central. By avoiding obscure technicalities and reductive specialisations, designing is asked for the capacity to focus on the symbolic meaning horizon that is implicit in the technological culture of architecture, the capacity to meet the tangible and intangible needs of those who inhabit built spaces and places.

There are no certain answers or ultimate ways of meeting this demand: a great effort needs to be made in this direction. Cultural awareness, ethical responsibility and sustained commit-

ment on the fronts of research and technology education for design (Campioli, 2016) form the basis on which to start building.

Herman Neuckermans,
Faculty of Engineering Sciences, KU Luven, Belgium

herman.neuckermans@kuleuven.be

Per secoli, la triade vitruviana ha costituito il paradigma della teoria e della pratica architettonica. È stato questo il sistema di pensiero nel quale *firmitas*, *utilitas* e *venustas* sono state ripetutamente reinterpretate e, volta per volta, è stata attribuita un'importanza relativa a ciascuna componente. La storia della teoria in architettura riflette questi cambiamenti nei modi di pensare al ruolo e al significato dell'architettura. Ciò che esiste non è 'una' teoria dell'architettura, è un caleidoscopio in evoluzione che riflette l'interpretazione dei vari autori/editori. Alcuni autori/editori cercano di cogliere questi spunti in continua evoluzione con la produzione di antologie/raccolte di articoli selezionati, una collezione di 'must have read' (Hays, 2000; Heynen et al., 2001; Leach, 1997; LeGates, Stout, 2000; Taschen, 2003). Alcuni di questi contributi hanno il carattere di opinioni esperte, altri sono piuttosto romanzi, alcuni sono analisi fattuali e più scientifiche, ma tutti, in ultima analisi, si basano sui valori, sul cambiamento dei valori. Tutti insieme riflettono lo stato dell'arte/teoria in un dato momento nel tempo e nello spazio (Heynen et al., 2003). Guardando attraverso gli occhiali della tecnologia, potremmo chiederci se l'architettura stia governando la tecnologia o se sia la tecnologia ad indirizzare gli sviluppi architettonici. Ad esempio, la cattedrale gotica è stata il risultato di una nuova comprensione delle forze in strutture di grande altezza o le abilità gotiche sono state il risultato - in una società teocentrica - dell'ambizione dell'umanità a raggiungere il cielo modellando colonne, volte e contrafforti? Le chiese gotiche che sono crollate tendono ad argomentare a favore di quest'ultima tesi. In ogni caso, l'architettura e la tecnologia sono sicuramente intrecciate: non c'è forma senza costruzione.

Soltanto l'architettura del non costruibile, infine, sfugge alla tec-

nologia. L'architettura e la tecnologia si alimentano a vicenda e legano/stimolano reciprocamente il loro sviluppo e la loro innovazione. A volte la tecnologia gioca un ruolo di avanguardia, altre volte sono gli scritti teorici a precedere. Così è stato per secoli (Mainstone, 1998) ed è ancora evidente oggi. Una costruzione reale con un'altezza di 1000 m è concepibile, perché la conoscenza, i materiali e le tecnologie per svilupparla sono concepibili e/o disponibili.

La relazione tra la teoria e la pratica rimane problematica. La teoria è principalmente prodotta dai ricercatori senza esperienza nella pratica, mentre i professionisti non hanno né il tempo né le competenze per avanzare dibattiti teorici. Le eccezioni come Koolhaas confermano la regola, non va dimenticato che le sue principali dichiarazioni teoriche risalgono al periodo precedente al suo coinvolgimento nella pratica reale. Nelle scuole di architettura, teorici e professionisti appartengono a gruppi differenti e anche in questo caso l'interazione è complessa. La ricerca tecnologica progredisce meglio nelle scuole con una qualifica politecnica, principalmente perché le materie richiedono basi matematiche e ingegneristiche in matematica, fisica, meccanica, scienza dei materiali, chimica, fisica delle costruzioni, ecc. Qui la difficoltà è di non dimenticare che tutte queste discipline sono al servizio dell'architettura. La teoria e la pratica richiedono un approccio mentale diverso: analitico, razionale e rigoroso nella scrittura teorica; sintetico, discorsivo e progettuale (nel modo di pensare) al fine di costruire le architetture. L'alfabetizzazione e la capacità di comprensione e rappresentazione grafica sono mondi differenti (Cross, 1982).

A partire dall'ultimo quarto del XX secolo, l'architettura ha do-

ARCHITECTURAL DESIGN IN THE ERA OF TECHNOLOGY

For centuries the Vitruvian tripartition of architecture has been the architectural paradigm for architectural theory and practice. It has been the system of thought wherein the *firmitas*, *venustas* and *utilitas* were reinterpreted again and again and were attributed evolving relative importance.

The history of theory in architecture reflects these changes in attitudes regarding the role and meaning of architecture. What exists is not 'a' theory of architecture, it is an evolving kaleidoscope reflecting the interpretation of the authors/editors. Some authors/editors try to grasp this evolving insights by producing anthologies/readers of selected articles, a collection of 'must have read' (Hays, 2000; Heynen et al., 2001; Leach, 1997; LeGates, Stout, 2000; Taschen, 2003). Some of these contributions have the character of learned opinions, others are rather

novels, some are factual and more scientific, but they all ultimately rely on values, changing values.... All together they reflect the state of the art/theory at a given moment in time and space (Heynen et al., 2003).

Looking through the glasses of technology, one can question whether architecture is ruling technology or whether technology is steering architectural developments. Was, for example, the gothic cathedral the result of a new understanding of forces in tall structures or were the gothic skills the result of mankind's ambition - in a theocentric society- to reach heaven by shaping pillars, vaults and buttresses? The gothic churches that collapsed tend to argue in favor of the latter thesis. Anyhow architecture and technology are definitely intertwined: there is no shape without construction. Only unbuild(-able) architecture eventually

escapes technology. Architecture and technology nurture each other and entangle/ stimulate their mutual development and innovation. Sometimes technology plays an avant-garde role, sometimes theoretical writings precede. It has been the case for centuries (Mainstone, 1998) and it still is obvious today. A real building 1000 m of height is conceivable, because the knowledge, materials and technology to build it are conceivable and/or available.

The relationship between theory and practice remains problematic. Theory is mostly produced by researchers without experience in practice, while practitioners don't have time nor competences to advance theoretical debates. Exceptions like Koolhaas confirm the rule, not to forget that his major theoretical statements date from the period prior to his involvement in

vuto affrontare cambiamenti radicali nella società e (di conseguenza) cambiamenti radicali nella tecnologia: prima l'avvento dei computer, oggi il tema della sostenibilità. Entrambi pervadono gli attuali dibattiti tecnologici. Poiché hanno avuto origine in ambiti esterni all'architettura, ci sono voluti anni prima che realmente entrassero nel campo dell'architettura, principalmente attraverso la pratica (sotto la pressione della pratica).

I cambiamenti nella tecnologia

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) hanno rivoluzionato la nostra vita quotidiana, come pure la condizione professionale in cui gli architetti svolgono la loro attività. Hanno, inoltre, trasformato la formazione in architettura: regrediscono le capacità di disegnare a mano, sono scomparsi i tecnografi e i tavoli da disegno, è cambiata la pratica del tutoraggio. Non vi è alcuna scuola di architettura senza ICT, senza servizi di *rapid prototyping* o laboratori di *digital fabrication* (Fablab); i disegni non sono più realizzati con carta e matita. Internet è diventata fonte di informazione, pronta all'uso e disponibile sul posto. Ciò, a sua volta, crea nelle scuole un problema di autenticità e di attribuzione delle fonti, ma soprattutto può velare la reale comprensione, in particolare nei dettagli costruttivi. Il computer è per lo più utilizzato come potente sostituto del tavolo da disegno e del plastico architettonico. Spesso, se non addirittura sempre, per concepire un progetto architettonico si comincia da uno schizzo/idea non-digitale. Questo è uno dei motivi per cui schizzare a mano libera è ancora per i progettisti una necessità.

Le ICT hanno pervaso la pratica dell'architettura. La produzione di architettura si è trasformata da un mestiere manuale in una

professione basata proprio su di esse. La progettazione assistita dall'elaboratore (CAD, *Computer-Aided Design*), la produzione assistita da computer (CAM, *Computer-Aided Manufacturing*), l'ingegneria assistita dal computer (CAE, *Computer-Aided Engineering*), la modellazione assistita da computer e la realizzazione di modelli fisici tramite la prototipazione rapida, la progettazione parametrica, la robotica, la produzione industriale (di massa) personalizzata, oggi sono ormai prassi consueta. Sono disponibili sempre più software per testare l'idea durante il processo di progettazione: visualizzazione e simulazione, attraversare e sorvolare in tempo reale un modello tridimensionale, stratigrafie strutturali, esplosi, prospettive, studi di colore e texture, luci e ombre, la lista è quasi infinita. La *Life Cycle Engineering* permette di scegliere i materiali e gli elementi edilizi valutando il loro ciclo di vita "dalla culla alla tomba" o "dalla culla alla culla". Il *Building Information Modelling* (BIM) è il nuovo strumento per gestire le scelte (tecnologiche) fin dall'inizio del processo di progettazione. Negli studi professionali non sono richiesti tirocinanti senza competenze informatiche, e le specifiche abilità informatiche possono, addirittura, creare un profilo specializzato negli studi di architettura oppure ci si affida a uffici esterni specializzati in rendering. A volte, anche, le soluzioni e i dettagli costruttivi sono un'attività esternalizzata.

Le ICT hanno, inoltre, dato vita a nuovi metodi di calcolo consentendo, durante le fasi della progettazione, simulazioni senza precedenti. Il metodo degli elementi finiti (FEM, *Finite Element Method*) per il calcolo della deformazione e della tensione nelle strutture complesse, la fluidodinamica computazionale (CFD, *Computational Fluid Dynamics*) che permette la previsione dei movimenti del vento e dell'aria negli ambienti interni o tra gli

real practice. In schools of architecture theoreticians and practitioners belong to different groups and also there the interaction is difficult. Technological research flourishes best in schools with a polytechnic signature, mainly because the subjects require a mathematical and engineering foundation in mathematics, physics, mechanics, materials science, chemistry, building physics. The difficulty there is not to forget that all these disciplines are at the service of architecture. Theory and practice require a different state of mind: analytical, rational and rigorous for writing theory; synthetic, discursive and designerly (way of thinking) for making architecture. Literacy and graphicacy are different worlds (Cross, 1982).

From the last quarter of the twentieth century, architecture has been facing radical changes in society and (hence) radical changes in technology: first

the advent of computers, nowadays the theme of sustainability. They both pervade the technological debates of today. Because they originated outside architecture, it has taken years before they really entered the field of architecture, mainly via (pressure from) practice.

Changes in technology

Information and computer technology (ICT) have revolutionized our daily life as well as the professional condition in which architects are operating.

It also has transformed education in architecture: hand drawing skills regress, drawing tables and drawing boards have disappeared, the practice of tutoring has changed. There is no school of architecture without ICT, without rapid prototyping facilities or digital fabrication laboratory (Fablab); designs are no longer made with pencil and

paper. Internet has become the source of information, ready for use and available on the spot. This in turn creates in schools a problem of authenticity and authorship, but more importantly they can mask understanding, especially for detailing the building.

The computer is mostly used as the powerful successor of the drawing table and the manual model making. Conceiving architecture frequently, if not always, still starts with a sketch or a non-digital model/idea. That is one of the reasons why freehand sketching still is a necessity for designers.

ICT has pervaded the practice of architecture. The production of architecture has transformed from a manual craft into an ICT based profession. Computer aided design (CAD), computer aided manufacturing (CAM), computer aided engineering (CAE), computer aided modelling and physical model

making via rapid prototyping, parametric design, robotic design, customized industrial (mass) production are now part of the usual practice. More and more software is available for testing an idea during the design process: visualization and simulations, real time walk-through and fly-over, structural decomposition, exploded views, perspectives, color and texture studies, shade and shadows, the list is almost endless. Lifecycle engineering allows for choosing materials and building elements considering their lifespan from cradle to grave or cradle to cradle. Building information modelling (BIM) is the new tool to manage (technologic) choices right from the beginning of the design process.

Professional practices enroll no apprentice without computer skills, and specific computer literacy even becomes a specialized profile in archi-

edifici negli spazi urbani (*urban physics*), l'analisi modale per il controllo del comportamento dinamico a vibrazione e risonanza delle strutture sottoposte alle sollecitazioni del vento o del sisma, il calcolo e la visualizzazione simulata delle caratteristiche termiche e igrometriche degli elementi costruttivi, la ventilazione, la propagazione del rumore, ... il calcolo del soleggiamento, delle ombre e dell'ombreggiamento, l'auralizzazione delle sonorità degli ambienti (che rende udibile il comportamento acustico degli ambienti reali utilizzando il metodo della risposta all'impulso in un modello digitale simulato), la previsione della diffusione della luce naturale negli ambienti, il calcolo e la simulazione tramite il *ray-tracing* e/o la *radiosity*, la trasmissione del calore, ... l'apporto solare, la dispersione termica, il calcolo e la visualizzazione simulata dinamica dei profili termici dei materiali e degli elementi costruttivi, i ponti termici, ... l'avvento dell'*Ultra High Performance Concrete* (UHPC), del vetro camera, delle nuove tecniche di produzione come la sinterizzazione diretta dei metalli, la stampa 3D a metallo, l'architettura robotica, stanno cambiando le forme che progettiamo (e possiamo costruire).

Tutto ciò ha portato ad una nuova, innovativa architettura, diversa dal passato? In alcuni casi sì, in altri no. Per citare solo alcuni dei casi in cui ciò è visibile: l'ampliamento del museo Pompidou a Metz, il grattacielo ad uso residenziale alto 425 metri al numero 432 di Park Avenue a Manhattan dell'architetto Rafael Vignoly con un assorbitore armonico (*mass damper*) di 660 tonnellate in alto (Fig. 1), il Rolex Learning Center nel campus dell'Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna (EPFL) progettato/calcolato dallo studio SANAA come un guscio continuo piegato (Fig. 2), i gusci di UHPC dello spessore di 2 cm a Calgary. Tutto somma-

tectional offices or are outsourced to rendering offices. Solving and detailing the construction is even outsourced sometimes.

ICT also has given birth to new computation methods allowing unprecedented simulations during the design phase. Finite elements method (FEM) for computing stress and strain in complex structures, computational fluid dynamics (CFD) allowing prediction of wind and air movements in rooms or in urban environments between buildings (urban physics), modal analysis for checking vibrations and resonance of constructions under dynamic wind or earthquake load, computation and visualization of heat and moisture profiles through building elements, ventilation, noise propagation, ... sunshine, shade and shadowing, auralization of room acoustics (making audible the acoustic behavior of rooms using the

impulse response method in a digital model), daylight prediction, computation and simulation via ray-tracing and/or radiosity, heat transfer, ... solar gains, heat losses, dynamic computation and visualization of temperature profiles through building materials and elements, cold bridges, ...

The advent of ultra-high performance concrete (UHPC) and steel, vacuum double glazing, new production techniques like metal sintering, 3D-steel printing, robotic architecture, .. are changing the shapes we (can) build.

Did all this result in new, innovative architecture, different from before?

In some cases yes, in some not. To name but a few cases where it is visible: the Pompidou museum extension in Metz, the 425 m high residential skyscraper at 432 Park Avenue by Rafael Vignoly in Manhattan with a 660 ton pendulum in top (Fig. 1), the Rolex

learning center at EPF Lausanne by Sanaa designed/computed as a bended continuous shell (Fig. 2), 2 cm thick UHPC shells in Calgary.

I cambiamenti nella società che hanno comportato modifiche tecnologiche

La crisi energetica avvenuta negli anni '80 del XX secolo è stata un campanello d'allarme per la società. Ha completamente cambiato il nostro atteggiamento verso l'energia, così come verso le costruzioni poiché giocano un ruolo significativo nel consumo energetico. È stato dimostrato che le risorse naturali sono limitate e pertanto la società dovrebbe economizzarle. Il consumo energetico degli edifici ha dovuto e deve ridursi drasticamente. Attualmente il rendimento energetico degli edifici è regolato a livello nazionale e a livello europeo (Direttiva EU 2002/91/EG). Ciò ha avuto significative conseguenze sulle tecnologie costruttive negli aspetti di: dimensionamento degli edifici, isolamento, finestrate, impianti di climatizzazione, consumo di energia. L'aumento di caldaie integrate per impianti solari termici, pannelli fotovoltaici, pompe di calore, edifici e quartieri a energia quasi zero (*nZEB*), ... turbine eoliche, ...

Le energie alternative, l'energia da fonti rinnovabili, l'energia verde rappresentano una questione importante all'interno del tema più generale della sostenibilità.

La sostenibilità in architettura inizia con un concetto/un'idea sostenibile. La buona progettazione comporta un'interessante interpretazione del programma e del contesto. Una progettazione che tiene conto dei cambiamenti nella struttura dei nuclei familiari e le fasi di vita, gli usi futuri o gli eventuali riusi.

All in all modern architecture remains modern in its spaces and forms. Well-conceived architecture turns new technology into an asset.

Changes in society entailing technological changes

The *energy crisis* in the eighties of the twentieth century, came as a wake-up call for society. It has completely changed our attitude towards energy as thus towards buildings because of its significant part in energy consumption. It has been demonstrated that natural resources are limited and thus should society economize these. The energy consumption of buildings had/has to shrink drastically. Nowadays the energy performance of buildings is regulated

nationally and on the European level (EU Directive 2002/91/EG). This had serious consequences for the building technology: size of buildings, insulation, windows, climate control in buildings, energy consumption. The rise of solar boilers, photovoltaic cells, heat pumps, nearly-zero energy buildings and neighborhoods, ... wind turbines, ...

Alternative energy, renewable energy, green energy is a major issue within the overall theme of sustainability. *Sustainability in architecture* starts with a sustainable concept/idea. Good design needs an interesting interpretation of the program and the context. A design that takes into account changes in family structure and life phase, and future uses or reuses.

Living in the city is the future. Urban habitat is the most economic and sustainable way of dealing with population growth in terms of space use,

Living in the city is the future. Urban habitat is the most economic and sustainable way of dealing with population growth in terms of space use,

Living in the city is the future. Urban habitat is the most economic and sustainable way of dealing with population growth in terms of space use,

Living in the city is the future. Urban habitat is the most economic and sustainable way of dealing with population growth in terms of space use,

01 | 432 Park Avenue, Manhattan - Vignoly (fig. dell'autore)
432 Park Avenue, Manhattan - Vignoly (author's picture)

02 | Rolex Learning Center, EPF Lausanne – Sanaa (fig. dell'autore)
Rolex Learning Center, EPF Lausanne - Sanaa (author's picture)

Vivere in città è il futuro. L'ambiente urbano è il modo più economico e sostenibile per rispondere alla crescita della popolazione in termini di utilizzo dello spazio, attrezzature, strutture, servizi. Per far fronte alla scarsità delle risorse naturali e preservare il nostro ambiente naturale, abbiamo bisogno di densificare i centri urbani. Ciò consentirebbe di ridurre l'impatto ambientale dell'uomo e di assorbire la crescita della popolazione. Dovremmo fare il più possibile con il minor consumo di suolo. Dovremmo fermare la dispersione insediativa al solo scopo di creare proprietà contigue sempre più grandi. Questo risolverebbe o ridurrebbe anche i problemi di mobilità.

La sostenibilità presuppone, quindi, la giusta scelta di ubicazione e uso dello spazio, la scelta dei materiali fatta tenendo anche presente le analisi sulla durata della loro vita, considerandone il riutilizzo e l'adeguamento, ...

C'è un grande potenziale nella riconversione/riuso di edifici e siti industriali abbandonati/obsoleti. Prendete come esempio: la High Line nel Downtown di Manhattan, il Pirelli Hangar Bicocca a Milano, ...

La consapevolezza della necessità della sostenibilità ha trasformato le scelte rispetto ai materiali: il motto sta divenendo "dalla culla alla culla".

Tornare a vivere nelle città presuppone il soddisfacimento di tutte le condizioni per una qualità di vita accettabile: isolamento acustico tra edifici limitrofi, isolamento dal rumore del traffico stradale, riduzione del rumore esterno, buona qualità dell'aria (riscaldamento, veicoli elettrici,...), spazio esterno privato, aree pedonali, spazi verdi, ... Un'articolazione intelligente degli spazi costruiti e degli spazi (verdi) aperti. Spazi esterni aperti rigorosi e flessibili per consentire differenti usi.

equipment, facilities, services. In order to cope with the scarcity of natural resources and preserve our natural environment, we need densification of the city centers. This will reduce the environmental impact of man and absorbs the growth in population. Doing more with less earth. Stop sprawl in order to create larger contiguous open space. That will also solve or reduce the problems of mobility.

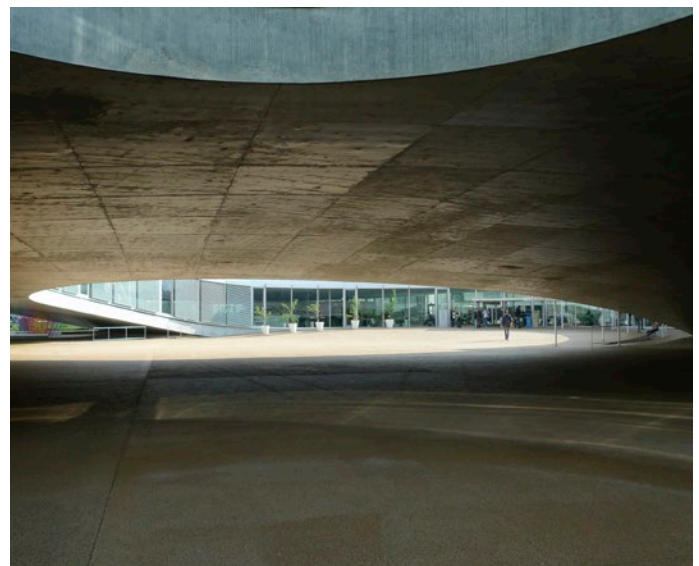
Sustainability thus supposes the right choice of location and space use, choosing materials also based on lifespan analysis, considering reuse and upgrade, ...

There is a great potential in reconversion/reuse of abandoned/obsolete industrial buildings and sites. Take as an example: the High Line downtown Manhattan, the Pirelli Hangar Bicocca in Milano,...

The awareness of the necessity for sus-

tainability has transformed the choice of materials: from cradle to cradle is becoming the motto.

Return to living in cities presuppose conditions for a decent quality of life: noise insulation between neighbors, insulation from street noise, reduction of street noise, sound air quality (city heating, electric vehicles,...), private outdoor space, pedestrian areas, green spaces. A clever articulation of built and open (green) spaces. Hard and soft open outdoor spaces, allowing for different uses. Green buildings like the Bosco Verticale in Milan by Stefano Boeri, are fancy but not the solution for a sustainable environment, because of being too expensive. On the contrary there are interesting contributions to better livable city centers coming from by the use of green walls (Mur Végétal by Patrick Blanc in Paris) and even more importantly by the more affordable green roofs. Impos-



Edifici ecologici come il Bosco Verticale di Stefano Boeri a Milano sono affascinanti, ma non costituiscono la soluzione per la sostenibilità ambientale poiché sono eccessivamente costosi. Interessanti contributi che rendono più vivibili i centri urbani possiamo, invece, trovarli nell'uso delle pareti verdi (Mur Végétal di Patrick Blanc a Parigi) e, ancor più importante ed accessibile, quello dei tetti verdi. Imporre queste scelte progettuali nei regolamenti urbani renderebbe le città più sostenibili. Tali soluzioni tecnologiche sono oggi fattibili.

L'invecchiamento della popolazione richiede un ripensamento dei complessi di edilizia residenziale e della loro ubicazione urbana. Progettare un edificio senza pensare al suo utilizzo in una prospettiva futura lo rende insostenibile, anche se è tecnologicamente ben progettato. Gli architetti devono fornire soluzioni abitative progettate affinché possano convivere diverse generazioni. Gli alloggi devono essere adatti o adattabili alle esigenze delle persone anziane. Gli edifici devono essere accessibili a tutti, come sostenuto dallo *Universal Design* e dalla progettazione inclusiva accessibile a tutti.

Per concludere

La maggior parte delle qualità caldeggiate in questo scritto possono essere ottenute con la tecnologia o comportano una componente tecnologica. Quali tra queste tecnologie possano essere adottate dagli architetti rimane una sfida per la professione e per la formazione. La collaborazione tra gli architetti e gli uffici specializzati nelle tecnologie costruttive è diventata una pratica comune, ne è un esempio il caso di OMA e del Bureau Bouwtechniek (Rob Nysse et al.). Architetti creativi e competenti nelle tecnologie costruttive hanno molte opportunità. In un mondo gui-

ing these in urban regulations would make cities more sustainable. These are technological feasible today. Aging of the population needs rethinking of housing schemes and their urban location. A design not allowing lifelong living confines itself not to be sustainable, even if it is technologically well designed. Architects need to come up with housing schemes designed for co-habitation of different generations. Houses need to be adapted or adaptable for elderly people. Buildings accessible for all as argued in universal design and inclusive design accessible for all.

To sum up

Most of the qualities advocated here can be solved by technology or have a technologic component. Which of these technologies can be assumed by architects remains a challenge to the profession and to education. Collabo-

dato dalla spinta dell'economia e della globalizzazione gli architetti competenti nelle tecnologie rappresentano il futuro.

REFERENCES

- Cross, N. (1982), "Designerly ways of knowing", *Design Studies*, vol. 3, n° 4, oct. 1982, pp. 221-227.
- Hays, M. (Ed.) (2000), *Architecture Theory since 1968*, The MIT Press, London.
- Heynen, H., Loeckx, A., De Caeter, L. and Van Herck, K. (Eds.) (2001), *Dat is Architectuur*, Uitgeverij 010, Rotterdam.
- Heynen, H., Loeckx, A., Heylighen, A. and Neuckermans, H. (2003), "Constructing a memory for architecture. two didactical tools in Leuven", in Villner, L., Abarkan, A. (Eds.), *Four Faces of Architecture - On Dynamics of Architectural Knowledge*, School of Architecture, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Leach, N. (1997), *Rethinking Architecture: a Reader in Cultural Theory*, Routledge, London.
- LeGates, R.T., Stout, F. (2000), *The City Reader* (2nd ed.), Routledge, London.
- Mainstone, R.J. (1975, 1998), *Developments in structural form* (2nd ed.), R.J. Architectural Press, Oxford.
- Evers, B., Thoenes, C. (Eds.) (2003), *Architectural theory from the renaissance to the present*, Taschen, Köln.

ration between architects and offices specialized in building technology has become daily practice, as it is for example the case with OMA and Bureau Bouwtechniek (Rob Nysse et al.). Creative architects competent in building technology have plenty of opportunities. In a world driven by economy and globalization more technologic competent architects are the future.

Maria Voyatzaki,

School of Architecture, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

mvoyat@arch.auth.gr

La tecnologia crea, interrompe, esiste. In un contesto in cui gli esseri umani non comandano né controllano il mondo, la tecnologia non è più esclusivamente né il mezzo né il fine, ma non è neanche solo un processo mentale. In tale contesto la tecnologia potrebbe rivedere la sua natura poietica, sin-poietica e meta-poietica?

La tecnologia è spesso confusa con la tecnica e la cosa tecnica (Rahim 2006) sia quando riguarda la macchina come un mezzo con cui la cosa tecnica (l'artefatto) viene prodotto attraverso la tecnica, sia quando riguarda l'artefatto in sé come entità materiale, come materialità. La tecnica oggi riguarda sia l'evoluzione dell'immateriale (programmare, costruire software), sia l'infrastruttura materiale (hardware) della tecnologia, al fine di creare e di produrre l'artefatto, primariamente nel tentativo di materializzare un intento.

Anche se un aeromobile (l'oggetto tecnico, l'artefatto) per volare necessita che vi sia la navigazione (la tecnica), una premessa necessaria è il contesto più ampio del settore aeronautico (la tecnologia), che collega il fine con il processo di trasformazione di questo fine in artefatto. Il fine, in questo caso, riguarda ovviamente il trasporto rapido e facile da un luogo all'altro. E comunque, benché le sperimentazioni di Leonardo da Vinci sulla costruzione di macchine volanti abbiano avuto inizio nel Rinascimento, l'effettivo sviluppo di tali macchine si è verificato quando la difesa ne ha avuto bisogno.

Gli ascensori, come artefatti, non sono stati sviluppati come un modo per dimostrare la capacità di sollevarsi o spostarsi verticalmente in un edificio, ma con l'intento di rispondere ad un bisogno di abitare in verticale nelle città moderne della rivoluzione industriale. La tecnologia è sempre stata il catalizzatore nel rapporto tra l'uomo e la cultura, essendo la tecnologia insepa-

rabile dalla tecnica usata dall'uomo e dall'oggetto tecnico da lui prodotto.

Platone associava *epistēmē* e *téchne* sulla base del fatto che entrambi riguardano la conoscenza, aprendo un interessante dibattito sulla diversa natura di *epistēmē*, o della teoria, rispetto alla natura di *téchne*, o della pratica, in relazione alla interpretazione della conoscenza come epistemologia o della conoscenza come ontologia, conoscenza come raccolta e istituzione di certezze, o conoscenza come invenzione del nuovo.

In altre parole, Platone descrive la dipendenza diretta del tritico tecnologia-tecnica-oggetto tecnico con il "fine" che dà forma, attraverso la visione più estesa del mondo, alla posizione degli esseri umani in esso. La tecnologia crea (poiein) il 'nuovo'; la qual cosa rappresenterà una nuova comprensione della verità e attraverso di esso una nuova comprensione della relazione tra l'uomo e il mondo. Heidegger nei suoi scritti su *La questione della Tecnica* (Heidegger 1954) collega la tecnologia con il nuovo, spiegando che la tecnologia non è un semplice mezzo, ma un modo di rivelare la verità e procede affermando che la *techne* appartiene alla creazione, alla *poiesis*; è qualcosa di poietico.

Che cosa è la tecnologia in un quadro non antropocentrico in contrapposizione a quello antropocentrico che abbiamo conosciuto da secoli? In che modo questa definizione influenza il tritico tecnologia-tecnica-oggetto tecnico? Come le varie versioni di questa relazione influenzano l'architettura come risultato di questa relazione? In questa discussione la chiave è il sistema di valori che dà importanza a un punto di vista rispetto ad un altro. Ma quale punto di vista stiamo considerando? o meglio, la sfera sensoriale di chi? E qual è la relazione tra chi guarda ed è guarda-

TECHNOLOGY IN VIVO

Technology creates, interrupts, exists. In a context where humans neither rule nor control the world, technology is no longer exclusively either the means or the end, but it is not exclusively a mental process either. In such context could technology revise its poietic, synpoietic and met-poietic nature?

Technology is often conflated with the technique and the technical (Rahim 2006) either when it concerns the machine as a means that, through technique, the technical (artefact) is produced, or when it concerns the artefact itself as a material entity, as a materiality. Technique nowadays concerns the evolution of the immaterial (programming, software building) inasmuch as the material infrastructure (hardware) of technology towards the creation and the production of the artefact primarily in an effort to materialise an intent.

Even though for an aircraft (technical, artefact) to fly there needs to be navigation (technique) the broader context of aeronautics (technology), which connects intent with the transformative process of this intent into artefact, is a presupposition. The intent, in this case, obviously concerns the quick and easy transport from one place to another. However, whilst Da Vinci's experimentalations on the construction of flying machines was taking place in the Renaissance, the actual development of such machines occurred when defence needed them.

Elevators, as artefacts, were not developed as a way of illustrating the ability to lift or move vertically in a building, but as an intent and a need for vertical inhabitation of the modern cities of the Industrial Revolution. Technology has always been the catalyst in the relationship between humans and culture, with

technology inseparable from the technique and the technical.

Plato associated *epistēmē* and *tekne*, on the grounds that they both concern knowing, opening up an interesting discussion on the different nature of *epistēmē* or of theory from the different nature of *tekne* or of practice in relation to the perception of knowledge as epistemology or knowledge as ontology, knowledge as collection and establishment of certainties or of knowledge as the invention of the novel.

In other words, Plato depicts the direct dependance of the triptych technology-technique-technical with intent that shapes, through the broader ideas for the world, the position of humans in it. Technology creates (*poiein*) the novel; that which will portray a new account for the truth and through it a new account for the relationship between humans and the world. Heidegger in his

to? In quanto non è esclusivamente più il punto di vista umano, ma vi sono molte visioni coesistenti con il rapporto simbiotico e sin-poietico degli esseri umani con la natura, ma anche con la cultura, la tecnologia, e la macchina?

In un contesto centrato sugli esseri umani, la tecnologia è percepita come un congegno – l' utilizzo di competenze per ottenere ciò che prima è stato ideato – in un quadro positivista di certezze operato su una base di causa ed effetto, nella speranza che «manipolando la tecnologia in maniera adeguata gli esseri umani la padroneggerebbero e controllerebbero» (Heidegger 1954). La sovranità umana della causalità ha creato macchine che potevano manipolare la materia verso la produzione rapida e precisa di componenti identici, la cui monotonia e la cui ripetizione producevano l'ambiente costruito ideale, creando un rapporto a senso unico tra mezzo e fine. E mentre l'architettura, come espressione di cultura e come disciplina creativa, avrebbe dovuto tentare di svincolare la tecnologia dal suo aspetto tecnico, quello artigianale, l'architettura stessa ha solo marginalmente attribuito alla tecnologia il ruolo delle arti della mente, come gli antichi greci suggerivano.

La crisi del rapporto tra architettura e tecnologia appare in primo luogo quando l'architettura afferma la sua autonomia come sfera a sé stante (Choay 1980) con l'Alberti, che distingue l'architetto dal costruttore, attraverso i modi in cui l'architettura è rappresentata e comunicata. Secondo questo approccio, la ricerca della 'novità' è vincolata alla sperimentazione *in vitro*, durante e fino alla fine del processo di progettazione e prima della costruzione. Approcci contemporanei all' approccio di Leon Battista Alber-

ti ma che vi si oppongono, come quello di Filippo Brunelleschi (Carpo 2011), hanno dimostrato la forza e l'importanza degli effetti di feedback continuo tra il lavoro mentale e quello manuale del creatore durante la ricerca del 'nuovo' *in vivo*, senza distinguere quando la tecnologia è semplice abilità e destrezza, e quando diventa invece capacità mentale, creativa e poetica (King 2000). Tuttavia, la divisione del lavoro, come suggerito dall'Alberti, ha trovato terreno fertile nell'umanesimo del Rinascimento, che ha consolidato l'architettura come prassi che è esercitata e sperimentata *in vitro*, sulla superficie su cui avviene la sua rappresentazione e non nello spazio reale. La tecnologia è diventata la piattaforma di costruzione e non di progetto, alienando la ricerca di architettura dalla sua forza poetica e potenzialità.

Il Movimento Moderno ha attribuito alla tecnologia un nuovo ruolo attraverso la ricerca della forma in modo deterministico in un processo di progettazione top-down. La tecnologia, facendo riferimento alle conoscenze dell'ingegneria strutturale, ha utilizzato i materiali per creare artefatti la cui forma segue la funzione. Anche se i materiali da costruzione erano inseparabili e integrati alle forme architettoniche, sono stati concepiti come assistenti della forma e alleati della struttura (Slessor 2000), mantenendo così una posizione inferiore rispetto alla forma. La tecnologia ha prodotto nuovi materiali che sono stati offerti all'architettura in modo da poter continuare a perseguire il 'nuovo' *in vitro*, senza peraltro alcuna capacità di sperimentare la novità della materialità in sé. I valori di razionalità, funzionalità e la chiarezza sono stati espressi attraverso la distinzione tra la forma e la sua materialità, distinguendo forma e struttura. Nozioni come telaio e muratura costituivano un modo particolare di intendere la ma-

writings on "The Question Concerning Technology" (Heidegger 1954) connects technology with the novel, explaining that technology is no mere means but a way of revealing, of truth and goes onto stating that *techné* belongs to the bringing-forth, to poiesis; it is something poetic.

What is technology in a non-anthropocentric framework as opposed to the established anthropocentric one we have known for centuries? How does this definition affect the triptych technology-technique-technical? How do the various versions of this relationship affect architecture as a result of this relationship? The key in this discussion is the value system that charges a view against another. But whose view, or rather, whose sensorial domain is it we are considering, and what is the connection of the viewer to what is to be

viewed, as it is no longer the exclusive human view, but many views alongside those of the symbiotic and synpoietic relationship of humans with nature inasmuch as with culture, technology, and the machine?

In a human-centred framework, technology is perceived as a contrivance -the use of skills to achieve the pre-conceived- in a positivist framework of certainties operated on a cause-and-effect basis hoping that «by manipulating technology in a proper manner they would master and control it» (Heidegger 1954). The human sovereignty of causality created machines that could manipulate matter towards the fast and precise production of identical components whose sameness and repetition would produce the ideal built environment, creating a one-way relationship between means and end.

And while architecture as an expression of culture, and as a creative discipline should have attempted to disengage technology from its technical aspect, that of craftsmanship, it hardly attributed to it the role of the arts of the mind, as the ancient Greeks suggested. The crisis of the relationship between architecture and technology first appears when architecture asserts for its autonomy as a domain (Choay 1980) by Alberti, who distinguishes the architect from the mason through the ways in which architecture is represented and communicated. According to this approach, the search for novelty is constrained to the *in vitro* experimentation, during and till the end of the design process and before construction. Simultaneous and yet opposing approaches to Alberti's approach, such as that by Filippo Brunelleschi (Carpo 2011), demonstrated the power and importance of

the perpetual feedback effect between the mental and the manual work of the creator while searching for the novel *in vivo*, without distinguishing when technology is simple skill and dexterity, and when it becomes mental capacity, creative and poetic (King 2000). However the division of labor, as suggested by Alberti, found fertile soil in the humanism of the Renaissance that established architecture as the praxis that is exercised and experiments *in vitro* on the representation surface and not on real space. Technology became the construction platform and not the design, alienating architecture's search from its poetic power and potential. Modernism attributed to technology a new role through pursuing form deterministically in a top-down design process. Technology through the knowledge base of structural engineering used materials to create artefacts

terialità della costruzione che ha portato e limitato la tecnologia nello sviluppo di materiali che avrebbero potuto, grazie alle loro proprietà, rispondere meglio alle esigenze espressive dell'idea. Le tecniche e le attrezzature tecniche sono state sviluppate per servire componenti identici, da realizzare rapidamente e con processi di serie.

L'emergenza del significato, come punto di interesse dell'architettura negli anni '70 e '80, ha attribuito ai materiali un ruolo nuovo e più ampio nel processo di progettazione, quello dell'"agente" del significato. La tecnologia tuttavia era asservita a riprodurre forme nostalgiche attraverso l'utilizzo di tecniche costruttive contemporanee limitandosi, di conseguenza, a essere il veicolo di significati dell'artefatto, l'edificio tecnicamente compiuto portatore di significato.

La stratificazione, per le molteplici 'letture' della decostruzione come un intento, ha portato a sviluppare la tecnologia delle pelli dell'edificio come elementi indipendenti che contenevano informazioni attraverso le tecniche di costruzione innovative di adattamento agli stimoli ambientali e mediante l'impiego di materiali intelligenti (Schittich Ed.2001). La pelle intelligente era spesso progettata per e realizzata con materiali, che potevano essere anche intelligenti. Il nuovo alleato della tecnologia dell'architettura è stato il campo delle scienze dei materiali (nanotecnologie).

Tecnologia dell'architettura come ingegneria (scienza), come fornitore della materialità del significato (scienze sociali, semiotica) e come riferimento materiale di intelligenza (scienze dei materiali, informatica) (Voyatzaki 2011) sono solo tre diversi in-

whose form followed function. Even though building materials were inseparable and integrated with architectural forms, they were conceived as the assistants of form and the allies of structure (Slessor 2000), thus maintaining an inferior position as compared to form. Technology produced new materials that were offered to architecture so that it could continue pursuing the novel *in vitro*, without however any capacity to experiment on the novelty of materiality itself. The values of rationality, functionality and clarity were expressed through the distinction between form and its materiality by distinguishing form and structure. Notions such as frame and brickwork constituted a particular way of understanding building materiality which led and limited technology to develop materials that could, through their properties, better respond to the expressive demands of

the concept. Techniques and technical equipment were developed to serve rapid and automated mass-produced identical components.

The emergence of meaning as a focal point of architecture in the 70s and the 80s attributed to materials a new and enhanced role in the design process, that of the agent of meaning. Technology however was subservient to reproduce nostalgic forms through the use of contemporary building techniques limiting itself, as a consequence, to the conveyor of meanings of the artefact, the technically accomplished building that signified. The layering for the multiple 'readings' of the deconstruction as an intent developed the technology of building skins as independent elements that contained information through the innovative building techniques of adaptation to environmental stimuli and through the employment of intelligent

tenti e, nello stesso tempo, tre diversi percorsi che si manifestano spazialmente, all'interno dello stesso inquadramento antropocentrico, seguendone e riflettendone il sistema di valori.

È interessante notare che la discussione sulla natura della tecnologia e il suo coinvolgimento nella storia della civiltà si sviluppa dal momento in cui la tecnologia viene incriminata per la crisi ambientale e l'abuso e l'estinzione effettiva delle risorse naturali. Più sono gravi le minacce causate al genere umano dalla crisi ambientale, più gli esseri umani cercano modi per controllare la tecnologia, i cui progressi sono accusati di provocare questa 'orbita' incontrollabile. Una grande responsabilità, rispetto al progresso che avanza velocemente ma anche all'abuso di tecnologia, è attribuita a chi esercita la produzione e la manutenzione dell'ambiente costruito. L'abuso della tecnologia che deriva da questo ambito produttivo è spesso oggetto di confronti politici ed etici e conflitti geopolitici.

Mentre la degenerazione dell'ambiente e il cambiamento climatico, come una delle ripercussioni di questa degenerazione, interessano gli scienziati da oltre cinque decenni, l'architettura, fino a poco tempo fa, non è stata sensibilizzata per controllare che la tecnologia evitasse questa degenerazione. Il controllo riguarda la realizzazione di obiettivi posti da un sistema di valori che genera un approccio architettonico, isolando la materialità dell'architettura dalla discussione più ampia sulla gestione della materia. L'introvensione delle ricerche in tecnologia dell'architettura inventa a volte, attraverso la disciplina dei materiali, tecniche che servono alle idee con cui una forma è caricata, altre volte per distinguere l'intero dalle sue parti (portanti e non portanti), altre volte per

materials (Schittich Ed.2001). The intelligent skin was often designed for and made of materials, which could also be intelligent. Architectural technology's new ally was the domain of materials sciences (nanotechnology).

Architectural technology as engineering (science), as a provider of the material substance of meaning (social sciences, semiotics) and as the material framework of intelligence (materials sciences, informatics) (Voyatzaki 2011) are just three different intents and at the same time three different paths to be manifested spatially within the same anthropocentric framework following and reflecting its value system.

It is interesting to note that the discussion on the nature of technology and its involvement in the history of civilisation develops from the moment technology is incriminated for the environmental crisis and the abuse and ef-

fective extinction of natural resources. The more severe the threats caused to the human kind by the environmental crisis, the more humans look into ways of controlling technology whose advances are blamed for this uncontrollable orbit. A great deal of responsibility for the galloping advances, but also for the abuse of technology, is attributed to the production and maintenance of the built environment. The abuse of technology from such production is often a subject for political and ethical confrontations and geopolitical conflicts.

While the degeneration of the environment and climatic change, as one of the repercussions of this degeneration, concern scientists for over five decades, architecture till recently has not been sensitised to control technology to prevent this degeneration. Control concerns the accomplishment of objectives

dare significato, e altre volte per esprimere intelligenza e flusso di informazioni (Voyatzaki 2010). In questo circolo vizioso e con lo scopo di dichiarare la sua intenzione di trasformare e di adattare il costruito all'ambiente naturale, che l'ambiente costruito stesso danneggia, la tecnologia architettonica produce e offre false alternative sotto forma di tecniche avanzate sia nella progettazione che nella produzione di edifici.

Mentre parte della ricerca sulla tecnologia architettonica si è concentrata sul suo rapporto con le scienze sociali nel 1960 e 1970, molta ricerca è stata alimentata dal coinvolgimento delle tecnologie dell'informazione, sia nel processo di progettazione, sia nel processo di produzione di massa di componenti per l'edilizia. Allo stesso tempo, i ricercatori del progetto e i programmatori sono stati travolti dalla simulazione dei processi mentali e dalla loro 'partecipazione' nel processo di progettazione attraverso il controllo delle macchine. I padri della tecnologia informatica, come Goedel e Turing, hanno messo in discussione alcune delle capacità originariamente attribuite alle macchine. Proponendo che le macchine, come sistemi assiomatici, erano incomplete e incoerenti¹, hanno suggerito che tutti i problemi che poniamo non possono essere oggetto di programmazione informatica (Turing 1936): La loro ricerca ha sostenuto che, per la creazione di assiomi, ci deve essere un salto speculativo, un salto di immaginazione (Cooper et al. 2017) (Turing 1950).

Negli anni '90, il dibattito nei circoli filosofici sostituisce alla visione antropocentrica del mondo una visione planetaria e geocentrica (Gaia-centric) che trova un terreno fertile nell'architettura del primo decennio del XXI secolo. Il ribaltamento della

posed by a value system that generates an architectural approach, isolating the materiality of architecture from the broader discussion on the management of matter. The introversion of architectural technology's pursuits at times invents techniques to serve, through disciplining materials, ideas with which a form would be charged, at other times to distinguish the whole from its parts (load bearing and non-load bearing), at other times to signify, and at other times to express intelligence and information flow (Voyatzaki 2010). In this vicious circle and in order for architectural technology to state its intent to transform and to adapt the built to the natural environment, which the built environment itself harms, produces and offers false alternatives in the form of advanced techniques either on the design and/or on the manufacturing of buildings.

While part of the research on architectural technology was focused on its relationship with the social sciences in the 1960s and 1970s, a great deal of research was fuelled by the involvement of information technology in the design process and in its involvement in the mass-production of building components. At the same time design researchers and programmers were overwhelmed with the simulation of mental processes and their 'participation' in the design process through the control of machines. The fathers of information technology, such as Goedel and Turing, questioned some of the capacities originally attributed to machines. By proposing that machines, as axiomatic systems, were incomplete and inconsistent¹ they suggested that all the problems we pose couldn't be computable (Turing 1936). Their research supported that for the creation of axi-

identità, della ripetizione del movimento moderno e la ricerca di alterità, di differenza e di variazione sono stati tradotti dall'architettura nell'uso di programmi morfogenetici e sono stati seguiti dal coinvolgimento della programmazione informatica nel processo di progettazione e sviluppo di hardware che generebbero differenza e variazione. La macchina come artefatto, ma anche come risultato di intenti, porta la tecnologia nel nucleo della sperimentazione per l'architetto che dà forma ad una nuova condizione di ridefinizione della creatività e di percezione dell'innovazione.

Così le opportunità offerte dall'intelligenza artificiale sono sfruttate in sperimentazioni architettoniche attraverso la sperimentazione di sviluppo di tecniche di calcolo sulla morfogenesi, nonché lo sviluppo di macchine di fabbricazione per realizzare le forme emergenti. Questo approccio fiorì nei primi anni '90 e detiene un certo interesse in numerosi centri di ricerca, in cui spesso i ricercatori si concedono di lasciarsi andare e vengono sedotti, e quindi tornano di nuovo all'introversione e alla compartimentazione della tecnologia dell'architettura o **con** la materialità, attraverso la simulazione e focalizzazione sulla progettazione strutturale basata sulle scienze e su vecchi assiomi facilmente confutabili, oppure **all'interno** delle nanotecnologie di microscala, isolandola dai dibattiti più ampi su architettura, tecnologia, cultura e intento. In entrambi i casi l'architettura continua ad essere creata *in vitro*, e perpetua il suo isolamento dal suo aspetto poetico, e cade nella falsità e nel consumismo tecnologico.

Rimane intrappolata nelle vecchie dicotomie del sapere, che rigurgitando le verità esistenti, non è mai radicalmente nuovo (North 2013), mentre la novità stessa non è più un obiettivo

omatics there needs to be a speculative leap, a leap of imagination (Cooper et al. 2017) (Turing 1950).

In the 1990s the debate in philosophical circles undoes the anthropocentric understanding of the world to the gain of a planetary and geocentric (Gaia-centric) understanding that finds a fertile soil in the architecture of the first decade of the 21st century. The overturn of the sameness and repetition of the modern movement and the search for otherness, difference and variation were translated by architecture into the use of morphogenetic programs and was followed by the involvement of computation in the design process, and the development of hardware that would fabricate difference and variation. The machine as artefact, but also as a result of intent, brings technology right in the core of

experimentation for the architect who shapes a new condition for the redefinition of creativity and the perception for innovation.

Thus the opportunities offered by the machine intelligence are exploited in architectural experimentations through the experimentation of the development of computation techniques on morphogenesis as well as the development of fabrication machines to make the emergent forms. This approach flourished in the early 1990s and holds ongoing interest in many research centres, often indulging and seducing researchers who return afresh to introversion and the compartmentalisation of architectural technology either **with** materiality through simulation and focus on structural engineering based on sciences and old axiomatics vulnerable to refute, or **within** microscale nanotechnology isolating it

valido a meno che, in tempi di crisi, sia rilevante e significativo (Bratton 2013).

Questo ancor più nel meta-antropocene dove gli umani non solo hanno realizzato quale sia il loro ruolo nella distruzione degli equilibri e nel danno a Gaia (Stiegler, B. 2009), ma hanno realizzato anche che la tecnica è qualcosa che rivela la (le) verità e non qualcosa che produce o manipola i mezzi. Inoltre gli umani realizzano che la 'interruzione' di Gaia non è semplicisticamente una questione ambientale ma più ampiamente etica, sociale, geopolitica, estetica.

Per correggere questi fraintendimenti che si dimostreranno dannosi e catastrofici per ogni entità organica e inorganica, noi dobbiamo essere vigili nei riguardi di interpretazioni sbagliate riguardo la relazione corpo cervello, l'intelletto e la sensazione esperenziale e la sua effettiva immediatezza che potrebbe potenzialmente causare una aggiunta alle sensazioni e non sinpoiesi, al tempo stesso diffondendo una sensazione ipertrofica (Colebrook 2014). Dobbiamo ristabilire la lentezza e il tempo della riflessione, poiché la cultura della velocità offerta dall'uso sovrabbondante di IT può sovra-stimolare il consumo rapido e causare atrofia e sottosviluppo della capacità umana di inventare la grammatica delle connessioni (ibid.), con l'essersi ritirati dal giudizio e dalla intenzionalità.

Ancora, nel contesto contemporaneo, in cui organico e inorganico sono inseparabili (Bennett 2010), noi dovremmo creare un ambiente costruito nel quale lo scopo non dovrebbe essere quello di passare dal controllo umano all'umano controllato da 'processi machinici', come un'altra patologia. L'idea dovrebbe essere quella

from the broader debates in architecture, technology, culture and intent. Either way architecture continues to be created *in vitro*, and perpetuates its isolationism from its poetic aspect, and falls into falsehood and technological consumerism.

It is entrapped in the old dichotomies between knowing, which by regurgitating existing truths, is never radically novel (North 2013) while novelty itself is no longer a valid issue unless, in times of crises, is relevant and meaningful (Bratton 2013).

Even more so in the meta-anthropocene where humans not only have realised their role in the destruction of equilibria and the damage of Gaia (Stiegler 2009) but also realise that techné is about revealing truth(s) and not about making or manipulating means. Furthermore humans realise that the interruption of Gaia is not simplistically en-

vironmental but more broadly ethical, social, geopolitical, aesthetic.

To reinstate such misunderstandings that will prove detrimental and catastrophic for anything organic and inorganic, we should stay vigilant of misinterpretations of the relation between body and brain, the intellect and the affect by means of experimentation and its effective immediacy that could potentially cause addiction to affections and not synpoieses while spreading hypertrophic sensation (Colebrook 2014). We should reinstate slowness and reflection time as the culture of speed offered by the overtly use of IT may overstimulate quick consumption and cause atrophy and underdevelopment of the human capacity to invent the connecting grammar (ibid.), by having retreated from judgment and intent. Nevertheless in the contemporary context, where organic and inorganic are

di permettere a ciò che è inorganico di influenzare la sensazione incorporata dentro di noi, la nostra capacità di comunicazione e di coevoluzione con ciò che è inorganico, per sviluppare una grammatica di connettività che non abbia valore 'illustrativo' (immagine) né corporale, ma sia interazione dinamica, una *in vivo* sin-poiesis, una rivisitata, vibrante tecnologia.

In un mondo nel quale, come dice Benjamin Bratton, i suoi abitanti potrebbero essere altri che non gli umani, i cicli di vita produttiva ordinaria sono sostituiti da scale temporali più lunghe e più corte, «noi non progettiamo più cose ma relazioni fra loro» (Bratton 2016). Dobbiamo riconoscere che «le nuove tecnologie non permettono nuove forme ma piuttosto le nuove tecnologie permettono nuovi modelli su cosa si deve fare» cosa deve essere costruito in un modo sin-poietico.

Mentre abbiamo accettato che non si costruisce da zero (Latour 2009) proprio perché Gaia ha i suoi equilibri dinamici stabiliti e delicati «attraverso modelli speculativi di progettazione, le antiche relazioni patologiche nei riguardi della cultura materiale diventano più efficienti e piacevoli» (Bratton 2016). Non abbiamo più bisogno di strumenti innovativi, tecniche o (oggetti tecnici) artefatti e macchine per progettare in isolamento, ma piuttosto di modi innovativi di ragionare in architettura. Dobbiamo rendere consapevoli i progettisti in un contesto non-antropocentrico, deterritorializzato e lontano da verità date, che permetta di proporre la domanda: 'cosa succede se?'.

L'ambiente costruito possiede una capacità trasformativa, meta-poietica, sia organica che inorganica allo stesso tempo, nel suo più ampio contesto planetario per vivere sin-poieticamente con

inseparable (Bennet 2010), we ought to create a built environment where the aim would not be to shift from human control to the human controlled by machinic processes as yet another pathology. The idea would be to allow the inorganic to impact our embodied affectivity, communication and co-evolution with the inorganic to develop a connecting grammar that would neither be illustrative (image) nor corporeal but a dynamical interaction, an *in vivo* synpoiesis, a revised, vibrant technology.

In a world where, according to Benjamin Bratton, its inhabitants could be other than human, the life cycles ordinary production are replaced by longer and shorter timescales, «we no longer design things but relations between them» (Bratton 2016). We would agree that «New technologies do not allow for new forms but new technologies al-

low for new models about what is to be made» what is to be constructed synpoietically.

Whilst we have accepted that we do not build from scratch (Latour 2009) exactly because Gaia has its own established and delicate dynamic equilibriums «through speculative models of designing, older pathological relationships to material culture are made more efficient and delightful» (Bratton 2016). We no longer need innovative tools, techniques, or (the technical) artefacts and machines to design in isolation, but innovative ways of speculating on architecture. We need aware designers in a non-anthropocentric context, deterritorialised and away from given truths, that can pose the 'what if' question. The built environment possesses a transformative, meta-poietic capacity, as organic and inorganic at the same time, in its broader planetary context to

l'umano come organico ed inorganico allo stesso tempo. Progettiamo per «le persone che verranno» (Deleuze and Guattari 1987). Ascoltiamo l'ambiente per creare nuovi modi di produzione dello spazio e di un nuovo soggetto che è anche ricostruito. Accettando che ogni organismo ha la sua sfera sensoriale oltre la quale non ha accesso, gli umani utilizzano modelli astratti, che danno a loro la capacità di speculare su altri impieghi, creando le condizioni e i presupposti di una nuova soggettività.

In questo nuovo modello partecipativo 'agenti' umani e non umani non solo costruiscono spazi, ma con tutti gli altri 'agenti' costruiscono modi innovativi nella contemplazione architettonica, costruiscono soggetti ma anche attribuiscono alle nuove tecniche il compito di realizzare nuove prassi indirizzate al "nuovo normale" (Bratton 2017), e alla tecnologia il ruolo di un altro nuovo 'agente' dinamico che né serve né si adatta, né assiste l'edificio, il progettista, l'utente nell'adattarsi, ma attraverso l'incontro e il conflitto crea, deterritorializza, interrompe, esiste come un altro organismo vivente, come una tecnologia *in vivo*.

NOTE

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Gödel's_incompleteness_theorems (accessed on 8 March 2017).

live syn-poietically with the human as organic and inorganic at the same time. We design for the "people yet to come" (Deleuze, Guattari 1987). We listen to the environment in order to create new ways for the production of space and of a new subject that is also reconstructed. Accepting that every organism has its own sensorial domain beyond which it has no access, humans use abstract models, which give them the capacity to speculate another use, creating the conditions and presuppositions of a new subjectivity.

In this new participatory model human and nonhuman agents construct not only space, but with all other agents construct innovative ways in architectural contemplation, construct subjects but also attribute to new techniques the role to construct new praxes addressing the "new normal" (Bratton 2017) and to technology the role of yet an-

other dynamic agent that neither serves nor adapts itself, nor does it assist the building, the designer nor the occupant to adapt, but through encounter and conflict creates, deterritorialises, interrupts, exists as yet another living organism, as technology *in vivo*.

NOTES

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Gödel's_incompleteness_theorems (accessed on 8 March 2017).

REFERENCES

- Bennett, J. (2010), *Vibrant Matter*, Duke, London.
- Bratton, B. (2013), "New Perspectives - What's Wrong with TED Talks? Benjamin Bratton at TEDxSanDiego 2013 - Re:Think", available at: <https://www.youtube.com/watch?v=Yo5cKRmJaf0> (accessed 8 March 2017).
- Bratton, B. (2016), <http://dismagazine.com/discussion/81971/on-speculative-design-benjamin-h-bratton/> (accessed 8 March 2017).
- Bratton, B. (2017) "About the New Normal", available at: <http://www.eflux.com/announcements/69635/the-new-normal/> (accessed 8 March 2017).
- Carpo, M. (2011), *The Alphabet and the Algorithm*, The MIT Press, London.
- Choay, F. (1980), *La règle et le modèle: sur la théorie de l'architecture et de l'urbanisme*, Editions du Seuil, Paris.
- Colebrook, C. (2014), *The Death of the Posthuman*, Michigan Publishing - University of Michigan Library, Ann Arbor.
- Cooper, S. B., Soskova, M. (2017), *The Incomputable: Journeys Beyond the Turing Barrier*, Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland.
- Deleuze, G., Guattari, F. (1987), *A Thousand Plateaus*, Continuum, London.
- Heidegger, M. (1954), "The Question Concerning Technology", in *Vorträge und Aufsätze*, Garland Publishing, Germany.
- King, R. (2000), *Brunelleschi's Dome. The Story of the Great Cathedral in Florence*, Chatto & Windos, London.
- Latour, B. (2009), "A Cautious Prometheus? A Few Steps Toward a Philosophy of Design (with Special Attention to Les Amis)", in Ramsey Eric Ramsey (series editor), *Commemorating Epimetheus*, West Lafayette, Purdue University Press, Indiana.
- North, M. (2013), *Novelty. A History of the New*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Rahim, A. (2006), *Catalytic Formations Architecture and Digital Design*, Taylor and Francis, New York.
- Schittich, C. (Ed.) (2001), *Building Skins: Concepts Layers Materials*, Birkhäuser, Munich, p. 86.
- Slessor, C. (2000), "Material Witnesses", *The Architectural Review*, Issue 207-243, 6.
- Stiegler, B. (2009), *Technics and Time, 2: Disorientation*, Stanford University Press, Stanford.
- Turing, A. M. (1936), *On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem*.
- Turing, A. M. (1950), "Computing machinery and intelligence", *Mind*, Vol. 59, pp. 433-460.
- Voyatzaki, M. (2010), "Computing Architectural Materiality: The Hypernatural Aspirations of the New Paradigm", *The International Journal of Architectural Computing*, Vol. 7, Issue 4, pp. 555-564.
- Voyatzaki, M. (2011), "Creative harnessing of matter", *ELSA (Environment, Land and Society: Architectonics)*, vol. 3. III-IV 'Logics of Space, Architectonics and Engineering Knowledge', pp. 69-92.

Joan Lluís Zamora i Mestre,
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès, Universitat Politècnica de Catalunya, Spain

joan.lluis.zamora@upc.edu

1. Lo scopo e i limiti del termine "tecnologia dell'architettura"

Recentemente, il mio dipartimento dell'*Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) ha cambiato il suo nome da "*Departamento de Construcciones Arquitectónicas*" a "*Departamento de Tecnología de la Arquitectura*". Entrambe sono state tradotte in inglese come "Department of Architectural Technology".

Come molti cambiamenti nel sistema universitario, il cambio del nome che identifica un gruppo, conduce a molti commenti verbali tra chi ne viene interessato, ma pochi, se non pochissimi, sono quelli messi per scritto. Personalmente, non prenderò posizione in favore del nuovo titolo, ma posso affermare che il precedente termine "*Construcciones Arquitectónicas*" (letteralmente, "Costruzioni Architettoniche") non riflette più adeguatamente quello che stiamo attualmente insegnando e ricercando all'*Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC).

Il nostro dipartimento insegna temi tradizionali come i materiali, i sistemi costruttivi (involucro edilizio e rivestimento), la progettazione e il calcolo delle strutture, ma insegna anche la progettazione e il calcolo dei servizi (acqua, gas ed elettricità) e degli impianti (riscaldamento e aria condizionata, illuminazione, acustica, impianti sanitari, sicurezza, ecc.), usando sia sistemi passivi che attivi, così come tutti gli aspetti relativi al management dell'architettura (contrattazione, stime, supervisione, logistica e manutenzione, tra gli altri aspetti). Quest'ultimo argomento, management, è meritevole di particolare attenzione dato il suo ruolo fondamentale per il processo costruttivo; così tanto che uno dei miei colleghi, Prof. Dott. José M^a González, ha definito il management la "tecnologia invisibile" (Sinopoli, 2002). In breve,

Recentemente, il mio dipartimento dell'*Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) ha cambiato il suo nome da "*Departamento de Construcciones Arquitectónicas*" a "*Departamento de Tecnología de la Arquitectura*". Entrambe sono state tradotte in inglese come "Department of Architectural Technology".

Come molti cambiamenti nel sistema universitario, il cambio del nome che identifica un gruppo, conduce a molti commenti verbali tra chi ne viene interessato, ma pochi, se non pochissimi, sono quelli messi per scritto. Personalmente, non prenderò posizione in favore del nuovo titolo, ma posso affermare che il precedente termine "*Construcciones Arquitectónicas*" (letteralmente, "Costruzioni Architettoniche") non riflette più adeguatamente quello che stiamo attualmente insegnando e ricercando all'*Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC).

Il nostro dipartimento insegna temi tradizionali come i materiali, i sistemi costruttivi (involucro edilizio e rivestimento), la progettazione e il calcolo delle strutture, ma insegna anche la progettazione e il calcolo dei servizi (acqua, gas ed elettricità) e degli impianti (riscaldamento e aria condizionata, illuminazione, acustica, impianti sanitari, sicurezza, ecc.), usando sia sistemi passivi che attivi, così come tutti gli aspetti relativi al management dell'architettura (contrattazione, stime, supervisione, logistica e manutenzione, tra gli altri aspetti). Quest'ultimo argomento, management, è meritevole di particolare attenzione dato il suo ruolo fondamentale per il processo costruttivo; così tanto che uno dei miei colleghi, Prof. Dott. José M^a González, ha definito il management la "tecnologia invisibile" (Sinopoli, 2002). In breve,

tutti i giorni, l'architettura sta incorporando discipline tecniche che sono sempre più distanti da quello che convenzionalmente chiamiamo "costruzione".

Robotica, geomatica, sistemi di sensori, nanotecnologie, etc., sono discipline tecniche che stanno bussando alla porta degli architetti, giorno dopo giorno. Il criterio epistemologico con il quale possiamo raggruppare queste discipline è la prospettiva della loro applicazione all'architettura.

2. Le molte visioni della Tecnologia dell'Architettura

"Twenty Years of Architectural Constructions" (Zamora et al., 2009) è il titolo di un lavoro pubblicato dal mio dipartimento universitario durante gli anni nei quali ho avuto l'opportunità di esserne direttore. Il lavoro aveva tre obiettivi principali:

- Celebrare i primi 20 anni di un giovane dipartimento universitario
- Riflettere sull'ampia gamma di obiettivi, scopi e metodi di lavoro dei vari professori del dipartimento
- Invitare architetti professionisti esterni rinomati per tenere in considerazione la dialettica tra architettura e tecnica al di fuori dell'istituzione universitaria.

Coloro che sono interessati al dibattito, possono consultare questo testo, disponibile in Spagnolo, Inglese, Catalano e Francese. Scopriranno le molte sfumature che influenzano, e al tempo stesso trasmettono, la produzione materiale dell'architettura.

TEN REFLECTIONS ON ARCHITECTURE AND TECHNOLOGY

1. The scope and limitations of the term "technology of architecture"

Recently, my department in the *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) changed its name from "*Departamento de Construcciones Arquitectónicas*" to "*Departamento de Tecnología de la Arquitectura*". Both of these have been translated into English as the "Department of Architectural Technology". Like most changes in the university system, replacement of the name that identifies a group led to all kinds of verbal comments among those affected, but very few, if any, were expressed in writing. Personally, I am not going to take a stance in favour of the new designation, but I can state that the former term "*Construcciones Arquitectónicas*" (literally, Architectural Constructions") no longer adequately reflects what we are currently teaching and researching at the *Universitat Politècnica de Catalu-*

nya (UPC). Our university department teaches the traditional contents of materials, construction systems (building envelopes and cladding) and the design and calculation of structures, but it also teaches the design and calculation of services (water, gas and electricity) and fittings (heating and air conditioning, lighting, sound, sanitary fittings, safety, etc.), using both active and passive systems, as well as aspects relating to the management of architecture (contracting, evaluation, supervision, logistics and maintenance, among other aspects). This last aspect, management, is worthy of considerable attention as it fundamental to the processes of implementation, in fact to such an extent that one of my colleagues, the lecturer Dr. José M^a González, has dubbed management the "invisible technology" (Sinopoli, 2002). In short, every day, architecture is incorporating technical disciplines that are

increasingly distant from what we conventionally call "construction". Robotics, geomatics, sensor systems, nanotechnology, etc. are technical disciplines that are knocking on the door of architects on a daily basis, time and again. We can only group these disciplines epistemologically from the perspective of their applicability to architecture.

2. Many views of the Technology of Architecture

"Twenty Years of Architectural Constructions" (Zamora et al., 2009) is the title of a work published by my university department during the years that I had the opportunity to be the department's director. The work had three main objectives:

- To celebrate the first 20 years of a young university department
- To reflect the wide range of objectives, scope and work methods of

3. Le cose sono già progredite quando cambiamo le parole con le quali siamo soliti chiamarle

È veramente tangibile perché si materializza su una vasta scala, tanto che può essere identificata al di fuori dell'atmosfera terrestre, e perché è stata prodotta utilizzando tecniche fortemente durature e persistenti. La grande scala dimensionale (dimensioni di centinaia di metri) e la lunga scala temporale (durabilità di centinaia di anni) sembrano parametri che hanno identificato le tecniche di realizzazione materiale dell'architettura fino ad oggi. Tuttavia, questa affermazione pare arrivata vicina al suo superamento. In questo preciso momento della storia, anche il termine "architettura" sembra evocare il passato e il presente, ma non più il futuro. Alcune scuole di architettura hanno già avvertito questo cambiamento e si sono rinominate scuole o facoltà "dell'ambiente costruito". Questo cambiamento prefigura il paradigma di uno slittamento nel quale l'architettura degli edifici si fonde con il verde/il paesaggio o con le infrastrutture ingegneristiche civili. Cos'è la tecnologia dell'"ambiente costruito"? Include le antenne per la telefonia mobile, gli impianti di trattamento delle acque reflue o le spiagge nelle quali ci rilassiamo d'estate?

Pure il termine "tecnica" sembra stia evolvendo e in molti dibattiti è stato abbandonato perché sinonimo di artigianato e abilità in un mestiere. Al suo posto, è usato il termine "tecnologia", come per dare prova che è salito di gerarchia e adesso si posiziona allo stesso livello di altre discipline scientifiche appellate col suffisso "logia".

the department's various lecturers - To invite relevant external and independent architects to consider the dialectics between architecture and technique from outside of the university institution.

Those who are interested in the debate can consult this text, which is available in Spanish, English, Catalan and French. They will discover the many nuances that influence, and at the same time transmit, the material production of architecture.

3. Things have already moved on when we change the words we use to name them

We would all agree that architecture has been, and will continue to be for many years, the human activity that has left the longest lasting trace on the surface of our planet. This trace is very tangible because it materialises on a large scale

Tutti concordiamo sul fatto che l'architettura è stata e sarà ancora per lungo tempo, l'attività umana che ha lasciato la più longeva e duratura traccia sulla superficie del pianeta. Questa traccia

can even be detected from outside of the Earth's atmosphere, and because it has been produced using highly durable, persistent techniques. A large spatial scale (dimensions of hundreds of metres) and a long timescale (durability of hundreds of years) seem to be parameters that have identified the techniques of material production of architecture to date.

However, this statement appears to be about to become outdated. At this current point in history, even the term "architecture" seems to evoke the past and the present, but no longer the future. Some architecture schools have already perceived this change and have renamed themselves as schools or faculties of the "built environment". This prefigures a paradigm shift in which the architecture of buildings merges with gardening/landscape or civil engineering infrastructures. What is the

4. Architettura dalla prospettiva della tecnica: diacronia e sincronia

Come professori universitari, ci piace invitare i nostri studenti più brillanti ad osservare da vicino l'ambiente costruito che li circonda e a far loro notare tutti i tipi di condizioni materiali che emergono nella produzione e nel comportamento di quest'ambiente costruito nel contesto sociale e atmosferico. L'esercizio in due fasi che proponiamo agli studenti è di osservare questo ambiente da una prospettiva diacronica, lungo il tempo; e da una prospettiva sincronica, come appare in quel momento. Questo dà agli studenti una posizione privilegiata con due visioni: una contemplazione statica di quello che sta attorno a loro, e una comprensione dinamica di come si è raggiunta l'attuale situazione. Se applichiamo questo esercizio di contemplazione alla relazione tra architettura e tecnica, scopriamo presto che non è sempre stata identica a quella che vediamo nella realtà contemporanea. In alcune società, l'architettura ha avuto un valore utilitaristico e deteriorabile del quale poche tracce rimangono. Al contrario, in altre società, è diventata duratura, un valore auto-definito che ogni generazione ha ereditato come lascito della generazione precedente.

Ho spesso sentito il Professor Ignacio Fernández Solla citando Banham (1975: 18) descrivere la dicotomia che si manifestava nelle prime comunità nomadi quando avevano bisogno di un riparo nella foresta al calare della sera: avrebbero potuto costruire un rifugio duraturo fatto con i tronchi degli alberi o avrebbero potuto bruciare quei tronchi in un grande falò che li avrebbe scaldati e avrebbe tenuto gli animali selvaggi lontani fino all'alba. La prima tecnica è basata sull'utilizzo della conoscenza per investire su un duraturo, auto-definito vantaggio; la seconda è

technology of the "built environment"? Does it include mobile phone antennas, wastewater treatment plants or the beaches where we relax on holiday?

The term "technique" also seems to be evolving and in many forums it is being abandoned as synonymous with craftsmanship and skill of the trade. In its place, the term "technology" is used, as if to prove that it has moved up the hierarchy and is now on the same level as other scientific disciplines labelled with the suffix "logy".

4. Architecture from the perspective of technique: diachrony and synchrony

As university lecturers, we like to invite our smartest students to closely observe the built environment that surrounds them and note the material conditions of all kinds that come together in the production and behaviour of this built environment in the social

and atmospheric medium. The two-phase exercise that we set for students is to observe this environment from a diachronic perspective, over time; and from a synchronic perspective, as it appears at the current time. This gives students a privileged, position with two views: a static contemplation of what is around them, and a dynamic understanding of how we reached the current situation. If we apply this contemplative exercise to the relationship between architecture and technique, we soon see that the relationship has not always been the same as the one that we can contemplate in contemporary reality. In some societies, architecture has been a utilitarian, perishable value of which little trace remains. In contrast, in other societies, it has been an enduring, self-defining value that each generation has inherited as heritage from the previous generation.

basata sullo sfruttare biomassa e ottenere un servizio che si lascia solo cenere alle spalle. La tecnologia, emergente nell'architettura, deve procurare un vantaggio o un servizio?

5. Ciclo di vita

Tradizionalmente, l'architettura è sempre stata una disciplina incredibilmente dinamica. L'architettura ha avuto bisogno di sedurre per rigenerarsi; da sola, non genera i significati e le risorse necessarie per espandersi e moltiplicarsi. Gli architetti sono professionisti talentuosi che seducevano i concittadini con le loro idee e disegni, al punto che gli stessi cittadini avrebbero investito i loro sforzi e le loro risorse nell'implementare i progetti che si erano formati nella testa degli architetti. Questo ciclo di vita raggiungeva il suo climax quando il nuovo edificio veniva aperto, quando la forza e l'ingenuità della tecnica erano state capaci di portare a una riuscita conclusione l'idea originaria espressa nel progetto. Da questo momento, architettura e tecnica facevano un passo indietro dallo scenario della inaugurazione, in cerca di un nuovo progetto.

Adesso, questa dinamica ha iniziato a cambiare: c'è una consapevolezza crescente che la realtà del nostro pianeta è quella di un insieme di flussi ciclici – principalmente materici ed energetici – che sono bilanciati ma in continua evoluzione. Ciò sta iniziando a spostare la produzione architettonica al centro di quella che è conosciuta come “economia circolare”. Nell'ingegneria, ogni consulente esperto a confronto con una gamma di tecniche alternative per uno stesso problema, richiederà una *life cycle analysis* (Solanas, 2009) per ognuna di queste, per compararne l'efficienza economica, sociale e ambientale prima, durante e dopo la loro materializzazione (dalla culla alla culla). La tecnica che ci per-

I have often heard the lecturer Ignacio Fernández Solla quoting Banham (1975: 18) describe the dichotomy that arose in early nomadic communities when they needed to shelter in the wood at nightfall: should they construct a lasting cabin made from tree trunks or burn these trunks on a big bonfire that would warm them and keep wild animals at bay until dawn. The first technique is based on using knowledge to invest in a lasting, self-defining asset; the second is based on expending biomass to obtain a service that leaves only ash behind. Should the technology that is emerging in architecture provide an asset or a service?

5. Life cycle

Traditionally, architecture has been an incredibly dynamic discipline. Architecture needed to seduce to reproduce

itself; on its own it did not generate the means and resources required to expand and multiply. Architects are talented professionals who seduced their co-citizens with their ideas and drawings, so that these citizens would then invest their effort and resources in implementing the building plans that had been formed in the mind of the architects. This life cycle reached its climax when the new building was opened, when the strength and ingenuity of the technique had been able to take the original idea expressed in the plans to a successful conclusion. From this point, architecture and technique stepped back from the scenario of the opening in search of a new project.

Now, this dynamic is starting to change: there is increasing awareness that the reality of our planet is a set of cyclical flows – mainly of material and energy – that are balanced but continuously

mette di portare alla luce l'architettura che produciamo tutti i giorni, dovrebbe essere garantita come idonea in tutte le fasi di concezione, produzione, uso e anche sostituzione di quella stessa architettura. Una natura ciclica e un ridotto impatto ambientale sono due parametri della tecnica costruttiva che stanno chiaramente prendendo campo come indicatori per il futuro affinché l'architettura rimanga sul nostro pianeta.

Tuttavia, allo stesso tempo la lunghezza del ciclo di vita sta diventando più corta. La durabilità illimitata non è più, di per sé, un attributo del settore delle costruzioni conferito dalla tecnologia che l'ha prodotto. La parola “decostruzione” è stata introdotta nella pratica professionale dopo che in alcuni progetti è stato chiesto all'architetto di progettare anche il futuro processo di demolizione. I sistemi BIM incorporano già funzioni 4D dirette che permettono di visualizzare il processo temporale di costruzione attraverso i progetti rappresentati. Quindi, perché non includere nei progetti il vettore 4D inverso nel quale il processo di “decostruzione” viene progettato? Personalmente, ho avuto l'opportunità di demolire edifici che avevo creato anni prima, e ho avuto la spiacevole sensazione di abbattere impropriamente un organismo che avevo concepito come eterno e indistruttibile.

6. Una tecnica multidimensionale

L'architettura di cui abbiamo bisogno per sviluppare adeguatamente la nostra vita sul pianeta Terra così come la conosciamo ha almeno tre dimensioni spaziali che impattano sulla realizzazione tecnica dell'architettura ad ogni scala:

- la scala individuale e intima di ogni spazio abitativo nel quale la nostra vita di tutti i giorni si sviluppa confortevolmente e

evolving. This is beginning to shift architectural production into the centre of what is known as the “circular economy”. In engineering, any expert consultant faced with a range of alternative techniques for the same problem will request a life cycle analysis (Solanas, 2009) for each and every one of them, to compare their economic, social and environmental efficiency before, during after their materialization (“cradle to cradle”). The technique that enables us to bring into being the architecture that we produce every day should be guaranteed as suitable in all stages of conception, production, use and even the final replacement of this architecture. A cyclical nature and reduced environmental impact are two parameters of construction technique that are clearly gaining ground as indicators for the future so that architecture remains on our planet.

However, at the same time the length of the life cycle is getting shorter. Unlimited durability is no longer, per se, an attribute of the building sector bestowed by the technology that has produced it. The word “deconstruction” is being introduced in professional practice, so that in some plans the architect is asked to design the future process of demolition. BIM systems already incorporate direct 4D features that enable the temporal process of construction to be visualized within the plans that are represented. So why not also include in the plans the inverse 4D vector in which the process of “deconstruction” is designed? Personally, I have had the opportunity to demolish buildings that I had created years ago, and I have had the unpleasant feeling of breaking down improperly an organism that I had conceived of as eternal and unbreakable.

in sicurezza, adeguatamente delimitato e supportato da tutte le proprietà mobili e immobili di cui necessitiamo. La tecnologia che produce questa scala dovrebbe essere veloce, leggera, mobile e accurata, proprio come le nostre attività personali e sociali odierne

- la scala generale dell'edificio; questa coerente, unitaria entità che appare come uno stabile manufatto che può essere regolato e suddiviso, se necessario. La tecnologia che la produce dovrebbe essere stabile, sicura e facile da montare.
- la scala esterna della città o della strada, nella quale l'architettura è raggruppata a formare un grande complesso, sistemi simbiotici che chiamiamo paesi o città, che possono acquisire la connotazione di ambiente. La tecnologia che produce, mantiene e promuove questo ambiente dovrebbe essere condivisibile, espandibile, interconnessa ed estremamente facile da regolare.

È estremamente complesso sviluppare tecnologie costruttive che possono maneggiare con successo gli stessi prodotti in risposta a delle così variabili dimensioni di scala. Ceramiche, telai metallici, legno laminato e cavi di rame rivestiti si trovano a tutte le precedenti scale. Questo facilita l'interconnessione tra le scale, ma allo stesso tempo forza i requisiti funzionali ai quali i materiali devono rispondere al massimo (Minguillón et al., 2013).

7. Archi-tettura o Tettura-archi?

Alcuni professori affettuosamente dicono in classe ai nostri studenti che i maestri dell'architettura facevano colazione con Dio, perché erano capaci di dare forma e contenuti architettonici alle aspirazioni sociali, utilizzando una sapienza che sembrava venire fuori dal nulla. Le

Alcuni professori affettuosamente dicono in classe ai nostri studenti che i maestri dell'architettura facevano colazione con Dio, perché erano capaci di dare forma e contenuti architettonici alle aspirazioni sociali, utilizzando una sapienza che sembrava venire fuori dal nulla. Le

6. A multidimensional technique

The architecture we need to adequately develop our life on planet Earth as we know it has at least three different spatial dimensions, which impact the technical production of architecture at each scale:

- The individual, internal scale of each habitable place in which our daily life develops comfortably and securely, which is adequately delimited and supported by all the immovable and movable property that we need. The technology that produces this scale should be fast, light, mobile and accurate, just like our personal and social activity in the current time.
- The general scale of the building; this coherent, unitary entity, which appears as a stable artefact that can be regulated and partitioned, if necessary. The technology that produces

it should be stable, safe and easy to assemble.

- The exterior shared scale of the city or the street, in which architecture is grouped together to form highly complex, symbiotic systems that we call towns or cities, which can acquire the category of the environment. The technology that produces, maintains and promotes this environment should be shareable, expandable, interconnected and extremely easy to regulate.

It is extremely complex to develop construction technologies that can successfully manipulate the same products to provide responses for such wide-ranging dimensional scales. Ceramics, metal frames, laminate wood and protected copper cables are found in all the above scales. This facilitates interconnection between the scales, but at the same time strains the functional

tecniche costruttive sono sempre state molto limitate e intuitive, al pari della condizione umana stessa; prova ed errore hanno forgiato queste tecniche e le hanno poste al servizio dell'architettura. Tuttavia, questo è cambiato nell'ultimo secolo: gli esseri umani si sono prefissi apertamente di scoprire il mondo naturale, di capire le sue leggi e di alterare definitivamente il modo in cui funzionano.

Adesso, abbiamo sul pianeta un arsenale condiviso di sufficiente sapere scientifico per rendere disponibili in poche decadi, tecniche costruttive che vanno oltre le nostre limitate aspirazioni. Per la prima volta dopo tanti anni, le tecniche costruttive saranno capaci di fornire all'architettura caratteristiche che non le sono mai state richieste. Cosa dovremmo fare con la robotica, le stampanti 3D, la produzione parametrica, la geolocalizzazione o i sistemi di sensori? I mezzi tecnici alla nostra portata stanno diventando una realtà prima ancora che sappiamo veramente cosa fare con essi (Cousineau et al., 1998).

8. È possibile un altro tipo di tecnologia?

Ci stiamo sempre più rendendo conto che l'attuale tecnologia che ci circonda e ci accompagna quotidianamente non è l'unica possibile. È semplicemente la risposta più appropriata alle domande tecniche che poniamo, il cui contenuto e la cui formulazione riflette quello che siamo in questo momento e a cosa aspiriamo. Le domande che poniamo tutti i giorni alla tecnologia, richiedenti una rapida, possibile risposta in ogni tempo e luogo, sono il risultato dei nostri desideri, interessi e limitazioni. La tecnologia dell'architettura che stiamo sviluppando è caratterizzata da una tenace ricerca di qualità come planarità, asetticità, lucentezza, snellezza, trasparenza o durezza

Ci stiamo sempre più rendendo conto che l'attuale tecnologia che ci circonda e ci accompagna

requirements that the materials must meet to the maximum (Minguillón et al., 2013).

7. Archi-tecture or Tecture-archy?

Some lecturers used to affectionately say in class to our students that the masters of architecture had breakfast with God, because they were capable of giving form and architectural content to social aspirations, using knowledge that seemed to come out of nowhere. Construction techniques have always been very limited and intuitive, like the human condition itself; trial and error forged these techniques and put them to the service of architecture. However, this has changed in the last century: humans set out openly to discover the natural world, to understand its laws and to alter the way it works definitively. Now, we have a shared arsenal on the planet of enough scientific knowledge

to make available in just a few decades construction techniques that go beyond our limited aspirations. For the first time in many years, construction techniques will be capable of providing architecture with attributes that it has never had asked for. What should we do with robotics, 3D printers, parameterized production, geopositioning or sensor systems? The technical means within our reach are becoming a reality before we really know what to do with them (Cousineau et al., 1998).

8. Is another kind of technology possible?

We are increasingly aware that the current technology that surrounds us and accompanies us on a daily basis is not the only one possible. It is simply the most appropriate response to the technical questions that we frame, whose content and formulation reflect what

za, valori che non sono sempre stati predominanti nella storia materiale dell'architettura. Questo richiede un uso maggiore di energia, l'aggiunta di biocidi, e l'applicazione di agenti abrasivi, tra le altre operazioni: operazioni che non erano richieste in altre epoche (Giedion, 1948). Non ci sarebbe di che stupirsi se le famose, largamente conosciute piramidi Egizie non passassero oggi la prima fase di un concorso di architettura per la sede centrale di una delle nostre società finanziarie. È possibile immaginare differenti tecniche che producono elementi costruttivi più molli, con superfici cicatrizzanti o dimensioni instabili durante la giornata? In un mondo in cui le risorse locali sono di massima importanza, la durabilità si adatta alla realtà del passo della società, e i confini dell'architettura si espandono per abbracciare dal vestiario all'arredo. In questo contesto, sarà possibile sviluppare altre soluzioni tecniche che non sono state finora esplorate approfonditamente. La potenziale colonizzazione di altri pianeti già stabilisce il bisogno di costruire sistemi che funzionano senza acqua, in ambienti a bassa gravità o atmosfere che non diffondono molta luce. Anche i nostri compagni nel viaggio stellare, gli animali, costruiscono in modi totalmente diversi per fronteggiare problemi di abitabilità e socialità che sono apparentemente condivisi (Pique e Omedes, 2004).

9. Gli ingredienti della tecnica

La tecnica utilizzata nei nostri manufatti è una ricca, mutevole combinazione di materiali, energia e conoscenza; ben bilanciata e stabilizzata per ottenere dell'architettura utile, di valore e alla portata della maggior parte dei cittadini. Anche questi tre principali ingredienti sono stati attivamente modificati dalla tecnica stessa, che li sta rimodellan-

we are like at this point in time and what we aspire to. The questions that we ask of technology every day, requiring a fast, feasible response at any time and place, are the result of our desires, concerns and limitations. The technology of architecture that we are developing is characterized by tenaciously searching for qualities such as flatness, asepsis, shininess, slenderness, transparency or hardness, values that have not always been predominant in the material history of architecture. This requires the use of more energy, the addition of biocides, and the application of abrasives, among other actions: actions that were not required in other eras (Giedion, 1948). It would not be surprising if the well-known, widely recognized Egyptian pyramids did not today pass the first stage of an architecture competition for the main headquarters of one of our financial corporations. Is

it possible to imagine different techniques that produce softer construction elements, with cicatrizing surfaces or unstable dimensions throughout the day? In a world in which local resources are paramount, durability adapts to the reality of the pace of society, and the confines of architecture expand to encompass from clothing to furniture. In this context, it will be possible to develop other technical options that have not been explored extensively to date. Potential colonization of other planets already establishes the need for construction systems that function without water, in low gravity environments or atmospheres that do not diffuse much light. Even our companions on the stellar journey, the animals, construct in totally different ways to face problems of habitability and sociability that are apparently shared (Pique and Omedes, 2004).

do. Il materiale è stato ripensato e metabolizzato con la crescente aggiunta di gas tecnici, nanotecnologie di superficie e materiali ibridi. L'energia è stata gradualmente controllata attraverso il suo quotidiano ciclo di produzione, distribuzione e stoccaggio, che la rende un flusso predominante nelle dinamiche di un'architettura reattiva. Anche la conoscenza sta raggiungendo sempre più grandi e sempre più piccole scale, combinando discipline precedentemente distanti, e simulando aspetti che non possiamo cogliere con i nostri sensi biologici se non attraverso la rivelazione della realtà virtuale. Come se fosse un nuovo tipo di cucina, la tecnica suggerisce nuove possibilità culinarie che i nostri appetiti non hanno precedentemente immaginato (Ritter 2007).

10. Il giusto tempo e luogo per la tecnica

La tecnica è silenziosa, innovativa e inventiva, ma allo stesso tempo terribilmente opportunistica e dipendente dalle contingenze di ogni tempo e luogo. Magnifici, straordinari sviluppi tecnologici, sono rimasti come conquiste eccezionali nella storia dell'architettura mai più replicate; mentre gli sviluppi delle tecniche basiche, hanno perdurato per secoli in alcune aree geografiche come normale prassi costruttiva, grazie alla loro indiscutibile robustezza e disponibilità. Tuttavia, circostanze specifiche dimostrano pure come la tecnica costruttiva è stata impressa nella mente dell'architetto che l'ha immagazzinata e ha viaggiato con essa ad altre latitudini, dove possiamo adesso vedere edifici che sono stati innalzati totalmente al di fuori del loro contesto ideale, ma che erano logici e palesi nella mente della persona che li ha concepiti. Il nostro pianeta e le sue contingenze sono state il luogo e il tempo che hanno reso l'architettura che abbiamo costruito finora adeguata. Quando

9. The ingredients of technique

The technique used in our artefacts is a rich, mutable combination of material, energy and knowledge; well-balanced and established to obtain architecture that is useful, worthy and within the reach of most citizens. These three main ingredients are also being actively modified by technique itself, which is reshaping them. Material is being rethought and metabolized with the increasing incorporation of technical gases, surface nanotechnology or hybrid materials. Energy is gradually being controlled throughout its daily cycle of production, distribution and storage, which makes it a predominant flow in the dynamics of reactive architecture. Knowledge is also reaching ever greater and ever smaller scales, by combining disciplines that were previously distant, and simulating aspects that we cannot capture with our bio-

logical senses that reveal virtual reality to us. As if it were a new cuisine, technique suggests new possibilities of food that our appetites had not previously imagined (Ritter 2007).

10. The right time and place for technique

Technique is silent, innovative and inventive, but at the same time it is terribly opportunistic and depends on the contingencies of each time and place. Magnificent, extraordinary technical developments have remained as exceptional achievements in the history of architecture that have never been replicated; while basic technical developments have lasted for centuries in certain geographic environments as the normal construction practice, due to their undeniable robustness and availability. However, specific circumstances also

dobbiamo creare architettura per popolare altri ambienti, dobbiamo riconsiderare l'ideoneità della nostra attuale esperienza costruttiva, ed essere capaci di riformularla e metterla al servizio di un'architettura che non possiamo ancora vedere nella nostra immaginazione.

Epilogo

Devo confessare che sono un tecnologo, perché sono appassionato dall'innovazione, dal rendere reale ciò che ho immaginato, e immaginare ciò che ancora non è possibile. Ma allo stesso tempo, sono sempre più sorpreso dalla capacità che l'umanità deve sviluppare, abitando e generando nuove sfide per l'architettura con il suo comportamento di ogni giorno; sfide che la tecnica stessa non aveva il sospetto di dovere incontrare. Ma al di là di ogni desiderio tecnico, vi è la contemplazione di come la specie umana, qualsiasi sia il gruppo sociale o storico nel quale si realizzi, è capace di dare trascendenza culturale e contenuto simbolico a una pavimentazione o a una porta, aggiungendo un colore, una frase, un simbolo o un gesto che è vocativamente artistico.

REFERENCES

- Banham, R. (1975), *La Arquitectura del entorno bien climatizado*, Ediciones Infinito, Buenos Aires.
- Bohn da Silva, K.E. (2009), *Estructuras de Madera: El estilo Fachwerk de la inmigración alemana en el sur de Brasil*, Tesis de Maestría, Barcelona, available at: <https://es.scribd.com/document/318980005/Estructuras-de-madera-estilo-aleman-pdf> (accessed July 2017).
- Cousineau, L., Miura, N. (1998), *Construction Robots: the Search for New Building Technology in Japan*, ASCE Publications, Virginia, USA.

show how construction technique has been anchored in the mind of the architect who has retained it and travelled with it to other latitudes, where we can now see buildings that have been raised totally outside of their ideal context, but which were logical and clear in the mind of the person who conceived them. Our planet and its contingencies have been the place and time that have made the architecture that we have constructed up to now suitable. When we must create architecture for populating other environments, we must reconsider the suitability of our current technical construction experience, and be capable of reformulating and putting it at the service of an architecture that we cannot yet see in our own imaginations.

Epilogue

I must confess that I am a technologist,

Giedion, S. (1948), *Mechanization Takes Command: a Contribution to Anonymous History*, Oxford University Press, New York.

Minguillón Hernandez, Rufino Javier Irulegi Garmendia, María Olatz Aranjuelo Fernández-Miranda, María, (2013), *Arquitectura Ecoeficiente*, Tomo 1, available at: <http://masterconstruccionsostenible.org/?portfolio=arquitectura-ecoeiciente-tomo-i> (accessed July 2017).

Pique, J., Omedes, A. (2004), *Els altres arquitectes*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Ritter, A. (2007), *Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design*, Birkhäuser, Basel-Boston.

Sinopoli, N. (2002), *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie* (3a ed.), Serie di Architettura e Design.

Solanas, T. (2009), *34 Kg de CO₂*, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Barcelona, DLB 15.344-09

Zamora, J. (2013), "Materiales edificatorios en una construcción industrializada ecológica", in *Arquitectura Ecoeficiente Tomo I*. Servicio Editorial de la UPV/EHU, 2012, pp. 224-249.

Zamora i Mestre, J. L. et al. (2009), *Veinte años de construcciones arquitectónicas*, available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/11129?show=full> (accessed July 2017).

Video I <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.2/807>

Video II <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.2/808>

because I am passionate about innovation, about making what I imagine real, and imagining what is still not possible. But at the same time, I am increasingly surprised by the capacity humans have to develop, inhabiting and generating new challenges for architecture with their behaviour every day; challenges that technique itself could not have suspected it would need to meet. But beyond any technical desire is contemplation of how the human species, in any of the social or historical groups in which it unfolds, is capable of giving transcendent cultural and symbolic content to paving or a door, by adding a colour, a phrase, a symbol or a gesture that is suggestive of an artist.

Gianfranco Carrara,
Sapienza Università di Roma, Italia

gianfranco.carrara@uniroma1.it

Chiunque abbia dimestichezza di cantiere conosce gli ingenti sforzi tecnici per rimediare a problemi imprevisi che insorgono quasi quotidianamente nel corso della costruzione, i conseguenti maggiori impegni economici e l'allungamento dei tempi di costruzione che sono tra le cause del mancato rispetto delle previsioni contrattuali.

In realtà quanto succede (e non dovrebbe succedere) in cantiere è solo una parte delle disfunzioni cui sono soggetti gli interventi nel settore: analogamente, ma in modo forse meno noto e visibile, avvengono intoppi nelle procedure di finanziamento per errate previsioni di costi e cash flow, nelle procedure di appalto, specialmente in caso di Project-Financing e di PPP (Public-Private-Partnership), per mancata corrispondenza tra valutazioni tecniche e valutazioni economiche legate al life-cycle dell'intervento, nella contrattualizzazione della gestione e della manutenzione, per mancanza di attendibilità delle previsioni tecniche ed economiche definite nella fattibilità e nei programmi di spesa attuativi.

In sintesi, a partire dalla fine degli anni '70 l'aumento via via crescente della complessità del prodotto si lega all'aumento della complessità della produzione e della tecnologia e all'aumento della complessità del processo edilizio, generando una molteplicità di competenze professionali cui corrisponde la necessità di altrettante formazioni specialistiche.

Si assiste pertanto alla crescita incontrollata, ancora in atto, delle specializzazioni, sia professionali che operative, cui corrisponde in generale un processo di formazione professionale a spettro sempre più ridotto; la stessa formazione universitaria ha troppo spesso preferito avviarsi sulla strada dei corsi professionalizzanti anziché su di una ampia e solida base culturale, scientifica e tec-

nica che consenta numerose possibilità di successiva specializzazione e maggiore flessibilità di impieghi.

Questo scenario, già sufficientemente articolato e complesso, viene ulteriormente sconvolto dalle recenti rivoluzioni culturali, sociali e tecnologiche mondiali, effetto della globalizzazione, della liberalizzazione dei mercati e della rapidità e diffusione dell'informazione dovuta all'internet, che a sua volta si riflette sull'accelerazione nelle trasformazioni.

Siamo in presenza di cambiamenti epocali con effetti irreversibili su soggetti, comportamenti, consuetudini, regole, a livello globale, che inevitabilmente si riflettono sul prodotto architettonico e edilizio.

Per garantire la certezza delle caratteristiche del "prodotto" in tutte le fasi del processo edilizio, il progetto deve diventare il riferimento per tutte le operazioni previste sul prodotto: richiede quindi di essere completo e coerente, in quanto rappresenta la prefigurazione del prodotto in tutte le sue funzioni e caratteristiche, nella forma e nel modo in cui esso sarà posto in essere dalle condizioni del *procurement* nel corso del processo di costruzione e gestione, in rapporto al contesto in cui si colloca e agli attori che lo determinano e ne fruiscono per tutta la durata della sua 'vita utile'.

Completo da tutti i punti di vista: quindi tutte le competenze specialistiche che servono per determinarne gli aspetti sono chiamate ad intervenire fin dall'inizio della progettazione, anche se riferite ad ambiti relativi a fasi del processo edilizio successive alla realizzazione.

Coerente, in quanto il ruolo di riferimento e di guida che assume in tutte le fasi della vita del prodotto, non ammette discrasie tra le sue componenti geometriche, fisiche e comportamentali.

COMPLEXITY AND CRISIS OF DESIGN, COLLABORATION AND KNOWLEDGE

Anyone familiar with a construction site will notice the enormous technical efforts made to remedy the unforeseen problems that arise on an almost daily basis during the construction process, their financial consequences and the resulting delays in completing projects. These are some of the reasons why contractual conditions are not met.

In actual fact, what takes place (and shouldn't) on construction sites only accounts for part of the failures that plague construction projects. Likewise, hitches crop up that are less obvious or well known: in financing procedures due to erroneous cost and cash flow forecasts; in tender procedures, especially in the case of Project Financing and PPPs (Public-Private-Partnerships), when technical assessments fail to correspond to economic assessments linked to a project's life cycle; and in contracting out project management

and maintenance, due to the unreliability of the technical and financial forecasts specified in a project's feasibility study and in the implementation of expenditure plans.

In short, from the late 1970s on, the gradual increase in product complexity has become tied to the increasing complexity of production and technology and the increasing complexity of the construction process, creating a number of professional skills requiring just as many different strands of specialist training.

Thus, we have witnessed – and continue to witness – the rampant growth of specialisations, both professional and operational, generally matched by an increasingly narrow range of professional training processes. University education has all too often preferred to go down the route of vocational courses rather than that of a wide and solid cul-

tural, scientific and technical base that would allow several possibilities for future specialisation and a greater flexibility in types of occupation.

Such a scenario, which is complicated and complex as it is, has been perturbed even further by recent global cultural, social and technological revolutions, a result of globalisation, the liberalisation of markets and the rapidity and widespread availability of information on the Internet, that in turn affects the speed of change.

We are witnessing momentous changes with irreversible effects on people, behaviour, customs and rules on a global level, changes that obviously and inevitably affect architecture and building.

In order to guarantee the architectural product's characteristics throughout all the phases of the construction process, design must become the main refer-

Il progetto, inteso come rappresentazione fisica integrata con la semantica relativa ad ogni entità considerata e con tutte le proprietà significative in rapporto alle sue finalità, assume così, più che in passato, un ruolo centrale per la corretta e adeguata qualità finale del prodotto.

In sostanza nella attuale realtà di processo il progetto deve rappresentare una molteplicità di aspetti, dei quali almeno i principali sono: le caratteristiche geometriche del prodotto nell'insieme e nelle sue parti (sia per quanto attiene al sistema degli spazi che dei componenti); le caratteristiche dei materiali, dei componenti, degli impianti, delle lavorazioni, dei modelli concettuali e di calcolo per i dimensionamenti e le verifiche; le caratteristiche di comportamento statico, energetico, acustico, di controllo ambientale, di obsolescenza, di durabilità, di condizioni nell'uso; le caratteristiche di sicurezza nella costruzione e nell'uso; le caratteristiche di costruibilità; le fasi e i cicli di lavorazioni in cantiere e in officina; l'organizzazione del lavoro, la mano d'opera, le attività, le risorse, i tempi di costruzione; le caratteristiche di gestione di uso; la manutenzione programmata ordinaria e straordinaria; i tempi e le attività corrispondenti; le caratteristiche economiche, i costi di investimento, di progettazione, di costruzione, di gestione; i piani economici e finanziari; le caratteristiche legali, dei contratti e del *procurement*.

In ultima analisi il progetto, pur conservando ideologicamente il primato dell'Ideazione sulla Realizzazione, negli ambiti professionali oltre che in quelli accademici ha progressivamente subito nei fatti un processo di trasformazione della sua finalizzazione verso intendimenti di lungo termine che si basano sulla costruibilità e sulla manutenibilità.

ence for all the work envisaged. This means that it must be complete and consistent, in that it is a preview of the final product in all its functions and features, in its shape and in the way it will be completed according to the conditions of procurement during the construction and management processes, in relation to its surroundings and the actors that will mould it and use it for the rest of its 'useful life'.

It must be complete from all points of view: therefore, all the specialists needed to determine every aspect of the project must be involved right from the start of the design phase, even if they deal with phases of the construction process that follow the building's completion.

It must also be *consistent*, in that its role as a main reference and guide during all phases of the product's life does not allow for dyscrasias between its geo-

metric, physical and functional aspects. A design project – understood as a physical representation that is perfectly integrated with the semantics of each and every entity taken into consideration and with all the properties that are important to achieving its aims – thus assumes, now more than ever, a central role in ensuring the proper and adequate quality of the final product.

In essence, in today's construction process, a design project must provide the specifications of a number of aspects that include, among others: the geometric characteristics of the building both as a whole and in its parts (both as regards its system of spaces and components), the characteristics of its materials, components and technical installations, construction features, the conceptual and mathematical models used to determine the sizes necessary

Tuttavia le trasformazioni descritte rendono problematica la prefigurazione completa, coerente e attendibile del prodotto. Si assiste così ad una assai frequente, se non generalizzata, incapacità del progetto di rispondere compiutamente alle mutate esigenze che gli si pongono.

In altri termini, il progetto tradizionalmente inteso non è più sufficiente...!

Due sono le principali difficoltà che ostacolano la risoluzione del problema che abbiamo esposto, in cui si dibatte oggi la progettazione:

- difficoltà di interpretare le esigenze di una società in continua trasformazione, sia a livello urbanistico, che architettonico, funzionale e tecnologico. La difficoltà consiste quindi nella incapacità, se non nell'impossibilità, di uno solo o di pochi soggetti di interpretare la totalità delle nuove esigenze e di elaborare adeguate soluzioni progettuali;
- difficoltà di integrare le specializzazioni sempre più spinte in una sintesi intrinsecamente coerente. La nostra società consente di reperire le competenze necessarie; la difficoltà consiste nel fatto che la formazione degli specialisti è così specifica e settoriale che in genere questi non sono capaci, non dico di capirsi, ma nemmeno di dialogare.

Il primo problema è di assai difficile soluzione: richiede di capire il proprio tempo e saperne esprimere i valori. Questa capacità è comune patrimonio della cultura di un gruppo sociale quando questa cultura è radicata nella tradizione. Nei momenti di transizione particolarmente rapida, come questo che stiamo vivendo, diventa assai ardua (ammesso che essa sia possibile) l'interpretazione dei valori della comunità e la loro traduzione in soluzioni

and produce assessments; the building's static, energy and acoustic performances, climate control; its obsolescence, durability and conditions of use; construction and usage safety features; constructability features, phases and cycles of construction site and workshop activity; work organization, labor, activities, resources, construction time-scale; usage management characteristics, routine and major maintenance, their timing and associated work; its economic characteristics, costs of investment, design, construction, management and economic; financial plans; legal, contractual and procurement characteristics.

In the end, the terms "building design" in professional as well as academic spheres - whilst ideologically leaving "conceptualization" in pride of place over "construction" - has progressively undergone a transformation of its pur-

pose towards long-term intentions that are based on "constructability" and "maintainability".

However, the changes described make the complete, consistent and reliable prefiguration of a building problematic. Thus, we are witnessing how designs are often, if not generally, unable to entirely satisfy the altered needs that they are asked to meet.

In other words, a design project as we understood it in the past is no longer enough!

Two main difficulties prevent us from solving the problem that designers are grappling with today:

- difficulties in interpreting the needs of a society that is continually evolving, from cultural, social, town planning, architectural, functional and technological points of view. This difficulty consists in the inability, if

architettoniche nel senso lato del termine.

Il secondo problema è solo apparentemente più semplice. Il fatto è che la risoluzione del problema globale posto ai progettisti nel loro insieme non è coincidente (né potrebbe mai esserlo) con la somma delle singole risoluzioni parziali; questa risoluzione ottimale può avvenire solo attraverso adeguati compromessi (*trade-off*) tra le parti, con cui tutti i vari aspetti del problema sono esaminati, discussi e risolti nel modo che offre la migliore 'qualità globale'.

La via per superare i problemi della cosiddetta 'simmetria dell'ignoranza' e dell'incomunicabilità tra professionisti specialisti di differente estrazione, che impediscono la ricerca di soluzioni 'globali', è data dalla Collaborazione tra tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio, fin dalle prime fasi del processo progettuale.

La collaborazione è stata definita come «accordo tra specialisti nel condividere le rispettive competenze e capacità in un particolare processo, in modo da conseguire le più ampie finalità di un progetto nel suo insieme, così come definito dal committente, da una comunità o da una società in senso lato» (Hobbs, 1996). La collaborazione è necessaria affinché tutti gli "attori specialisti" che partecipano alla progettazione, caratterizzati da differenti estrazioni culturali e professionali, possano interagire consapevolmente apportando le proprie idee e proposte per comunicarle agli altri soggetti e condividerle o modificarle opportunamente in modo da cercare di ottenere la massima qualità complessiva. Ciascun attore deve essere in grado di studiare dal proprio punto di vista la propria soluzione progettuale, di generalizzarla in modo tale da renderla comprensibile ad ogni altro attore coinvolto nel processo e, infine, di trasferirla a ciascuno di essi.

not impossibility, of one person or a small group of people to interpret all the new needs that have arisen and develop adequate design solutions; - difficulties in integrating increasingly diverging specializations in an intrinsic and coherent whole. In today's society, we have the opportunity to source all the skills we need; the problem lies in the fact that the training of specialists is so specific and limited that such people are usually not able to communicate, let alone understand, each other.

The first problem is quite hard to solve: it requires an understanding of our time and an ability to express its values. This ability is the common cultural heritage of a social group when such a culture is rooted in tradition. In times of particularly rapid change, as we are experiencing today, it becomes particularly difficult (if not impossible) to

interpret the values of our community and its translation in terms of architectural solutions, in the broadest sense of the term.

The second problem seems apparently more straightforward. The fact of the matter is that the solution to the overall problem that designers are asked to solve does not correspond to the sum of all the partial solutions provided (nor could it ever do so); this optimum solution can only be attained by finding a suitable trade-off among the parties involved, who analyze, discuss and solve all the various aspects of the problem in a way that offers the best 'overall quality'.

The way to solve the problems of what can be called "the symmetry of ignorance" and non-communication between experts from different fields, factors that prevent us from finding overall solutions, is found by seeking the

La collaborazione progettuale risiede quindi nella capacità di ogni attore di integrare nel proprio dominio disciplinare e culturale le soluzioni proposte dagli altri specialisti e di giudicare sia gli effetti che queste hanno sulla propria soluzione sia la validità dell'insieme integrato delle soluzioni, individuandone le incongruenze e/o suggerendo proposte.

Nella nostra cultura progettuale, fino a pochi decenni fa e spesso anche oggi, la collaborazione è stata basata sullo scambio fisico di documenti e di discussioni alla presenza fisica di tutti gli attori. Tuttavia le tradizionali metodologie e tecniche di collaborazione hanno mostrato la loro inefficienza quando siano applicate alle attuali forme di processo progettuale nelle quali in genere i progettisti sono de-localizzati e comunicano a distanza con tecnologie ICT spesso parzialmente incompatibili tra loro.

Lo sviluppo degli apporti specialistici alla formulazione del progetto di architettura nel suo insieme comporta necessariamente l'introduzione di situazioni temporanee di incongruenza che generano conflitti, vuoi all'interno delle soluzioni elaborate in ciascun ambito specialistico, vuoi, ancor più significativamente, nell'unione delle diverse soluzioni specialistiche; conflitti che devono essere individuati e risolti prima di procedere ad ulteriori affinamenti e approfondimenti, pena la crisi parziale o generale dell'intero impianto del progetto.

Se ciò è evidente nelle fasi della progettazione esecutiva, tuttavia il momento più delicato risiede nella fase della progettazione preliminare - nella quale vengono definite le scelte "strategiche" del progetto - in cui l'effetto delle discrasie si può ripercuotere in crisi profondamente negative sulla impostazione dell'intero progetto.

collaboration of all the actors involved in the construction process, right from the initial phases of the design process. Collaboration has been defined as «the agreement among specialists to share their abilities in a particular process to achieve the larger objectives of the project as a whole, as defined by a client, a community or society at large» (Hobbs, 1996).

Collaboration allows us to discover and put forward new design solutions thanks to the contribution made by each actor to solving the problem; it allows us to merge the solutions put forward by different specialist actors into one single overall solution; it allows us make reciprocal modifications to the solutions put forward by the various actors involved, so as to channel them into the overall solution in the best possible way; it allows us to discover reciprocal failures in the solutions put

forward by the various actors involved; and it encourages creativity thanks to the interaction between experts from different fields (Gross et Al., 1998; Kvan, 2000; Jeng and Eastman, 1998; Kolarevic et al., 2000).

Thus, collaborative design means that each actor has to be able to integrate the solutions of other specialists into their own cultural and cultural domain and to judge both the effects they will have on his or her own solution and the validity of the integrated combination of solutions, identifying any inconsistencies and/or suggesting proposals.

Up until a few decades ago and often even now, collaboration had been based on the physical exchange of documents and on discussions concerning them. However, traditional collaboration methodologies and techniques have proved to be inefficient when applied to current forms of the

Un fondamentale requisito perché la collaborazione tra gli attori specialisti possa aver luogo è rappresentato dalla elaborazione, trasmissione e comprensione della conoscenza, ed in particolare di quella parte di conoscenza che viene chiamata “conoscenza tecnica”, che consiste nell’insieme strutturato dei concetti associati alla definizione delle varie entità costituenti il progetto.

Perché questo sia possibile occorrono diversi fattori:

- una corretta, efficiente e non ambigua elaborazione, trasmissione e acquisizione delle informazioni;
- la presenza di tante “Conoscenze Specialistiche” quante ne richiede la complessità del problema progettuale;
- la presenza di una “Conoscenza Comune”, che deve essere concordata ed accettata dagli attori che interagiscono, affinché essi possano pienamente e correttamente interpretare e comprendere il significato della comunicazione;
- la presenza di porzioni di conoscenza, che chiameremo “Conoscenza Condivisa”, consistente in quelle parti della conoscenza specialistica di un attore che questi condivide con altri;
- una connessione corretta semanticamente e tecnicamente tra la “conoscenza condivisa” e le “conoscenze specialistiche” possedute dagli attori tra i quali essa viene messa in comune.

Tutto ciò mostra come le basi fondamentali della collaborazione siano costituite dalla Conoscenza e dal modo in cui essa viene comunicata tra gli attori, indipendentemente dai mezzi e dagli strumenti adottati nel processo progettuale.

Per consentire una adeguata collaborazione è necessario rappresentare la conoscenza in modo esplicito e formalizzato. Il ricorso alle tecnologie ICT come strumento di gestione della conoscenza progettuale richiede una sua rigorosa quanto condivisa formalizzazione, della quale è necessario conoscere le implicazioni sui

contenuti stessi della conoscenza, che a tal fine deve essere esplicita, formale e codificata, affinché sia interamente e non ambigualmente computabile.

Nel processo di progettazione la conoscenza viene strutturata in Basi di Conoscenza (*Knowledge-Base*) intese come rappresentazione formale, strutturata, di concetti esplicitamente definiti e secondo sintassi esplicite. In particolare una base di conoscenza mira alla realizzazione di una struttura coerente di legami tra significanti e significati associando a simboli (grafici, linguistici, numerici) definizioni più o meno estese e interconnesse fra loro per la corretta comprensione dei diversi concetti.

Il termine “rappresentazione formale” include sia la struttura formale delle entità considerate nel progetto (con loro semantica, proprietà e relazioni) sia i modelli formali (generalmente di natura matematica) che consentono di effettuare su esse simulazioni, verifiche e ragionamenti.

Se essenziale è saper rappresentare la conoscenza, altrettanto fondamentale risulta la capacità di gestirne l’elaborazione e il trasferimento. Poiché gli scambi di dati tra attori delocalizzati avvengono ormai quasi solo via Internet si deve cercare come trasferire con lo stesso mezzo anche la conoscenza (ovvero i concetti che presiedono all’elaborazione dei dati).

Diventa, così, essenziale nello studio della conoscenza nel processo progettuale definire gli strumenti per la acquisizione e la trasmissione della conoscenza sia a livello del singolo attore che nello scambio di conoscenze tra i diversi attori che interagiscono nel corso del processo.

Una recente teoria individua un modello concettuale di “Rappresentazione della Conoscenza” (*Knowledge Representation*) finalizzata al processo progettuale, che ha valore generale indipenden-

design process, where a large number of specialist actors work together due to the many fields involved and their relationships. In most cases, these are distant from each other (de-located) and communicate remotely using ICT technologies that are often partially incompatible.

The increase in specialist contributions to the formulation of architectural designs, taken as a whole, necessarily requires the introduction of temporarily inconsistent situations, both within the solutions developed by each specialist field and, even more importantly, when the various different specialist solutions are put together.

While this is obvious during detail design phases, nevertheless the conceptual design phase is the most critical moment, when the effect of any dyscrasias may end up endangering a design’s entire set-up. It is during this phase that

a design’s ‘strategic’ choices are made.

Setting up, transferring and understanding knowledge are fundamental conditions that must be met if collaboration between specialist actors can take place. This can only happen if the following factors exist:

- a clear, proper and efficient way of elaborating, distributing and acquiring information;
- the presence of a number of branches of ‘Specialist Knowledge’ to match the complexity of a design problem;
- the presence of ‘Common Knowledge’ that must be agreed and accepted by the actors who are interacting with each other, so as to ensure that they can correctly and fully interpret and understand the meaning of what is communicated;
- the presence of portions of knowledge called ‘Shared Knowledge’,

which consist of those portions of an actor’s specialist knowledge that he/she shares with others;

- a semantically and technically suitable connection between the ‘common knowledge’ and ‘specialist knowledge’ possessed by the actors involved and made available to all.

All this demonstrates how the fundamental basis of collaboration is knowledge and the way such knowledge is communicated between actors, irrespective of the means and instruments used during the design process.

In order to facilitate the proper level of collaboration, it is necessary to represent knowledge in an explicit, formalised way.

The way we resort to ICT technology as an instrument for handling design project knowledge requires a rigorous and mutually agreed formalisation, that will affect the content of such knowl-

edge and whose implications we need to understand. To this end knowledge representation must be explicit, formal and codified, so as to be fully and correctly computable.

In the design process knowledge has to be structured in the form of Knowledge-Bases, considered a formal structured representation of concepts that have been explicitly defined according to explicit syntaxes.

A knowledge base is particularly designed to create a coherent structure of links between signifiers and signified, associating symbols (graphic and linguistic symbols, as well as numbers) to definitions of varying extent that are linked to each other in order to allow actors to understand the various different concepts properly.

The term ‘formal representation’ includes both the formal structure of the Entities considered in a design pro-

temente dalla destinazione d'uso dell'edificio, dalla scala di intervento e dalla fase di progetto in cui si lavora (Carrara e al. 2014). Il modello, denominato BKM (*Building Knowledge Modelling*) consente di rappresentare le conoscenze specialistiche e la conoscenza comune, individuando gli elementi di reciproca connessione: tramite questi il modello consente di gestire la conoscenza 'filtrandone' quelle porzioni che possono e debbono essere trasferite da un attore agli altri affinché questi possano correttamente interpretare e comprendere la proposta progettuale nei suoi aspetti concettuali e nelle sue proprietà tecniche.

REFERENCES

- Carrara, G., Fioravanti, A., Loffreda, G. and Trento, A. (2017), *Knowledge, Collaboration, Design*, Gangemi, Roma.
- Carrara, G., Kalay, Y.E. (1994), *Knowledge-Based Computer-Aided Architectural Design*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp. v-vii, 147-201.
- Carrara, G., Kalay, Y.E. and Novembri, G. (1994), "Knowledge-Based Computational Support for Architectural Design", *Reconnecting, ACADIA Conference Proceedings*, Saint Louis, pp. 5-12.
- Carrara, G., Fioravanti, A., Novembri, G., Brusasco, P.L., Caneparo, L. and Zorgno, A.M. (2000), "Computer Supported Design Studio", *Automation in Construction*, vol. 9, pp. 393-408.
- Carrara, G., Fioravanti, A., Loffreda, G. and Trento, A. (2009), "An Ontology-based Knowledge Representation Model for Cross-Disciplinary Building Design: A General Template", *Computation: The New Realm of Architectural Design, 27th eCAADe Conference Proceedings*, Istanbul, pp. 367-374.
- Carrara, G., Fioravanti A. and Kalay, Y.E. (2009), "Enhancing multi-disciplinary collaboration through semantically rich representation", *Automation in Construction*. vol. 10, no. 6, pp. 741-755.
- Carrara, G., Fioravanti A. and Trento, A. (2011), *Connecting Brains - Shaping the World, Collaborative Design Spaces*, Europia Productions Paris, France, pp. 327.
- Eastman, C.M. (Ed.) (1998), Special Issue: "Teamcad Workshop", *Automation in Construction*, vol. 7(6).
- Hobbs, R.W. (1996), "Leadership through collaboration", *AI Architect*, vol. 3, p. 1.
- Kalay, Y. (2009), *Collaborative Working Environments for Architectural Design*, Roma: Palombi.
- Kvan T. (2000), "Collaborative design: what is it?", in Martens, B. (guest ed.), Special Issue eCAADe '97, *Automation in Construction*, vol. 9, n. 4, pp. 409-415.
- Simeone, D., Kalay, Y., Schaumann, D. and Hong Seung Wan (2013), "Modelling and Simulating Use Processes in Buildings", in Stouffs, R. and Sariyildiz, S. (Eds.), *Computation and Performance - Proceedings of the 31st eCAADe Conference - Volume 2*, Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, pp. 59-67.
- Simeone, D. (2013), *Un modello di Simulazione del Comportamento Umano negli Edifici*, Gangemi, Roma,

ject (with their semantics, properties and relationships) and formal models (generally of a mathematical nature) that allow us to carry out simulations, checks and lines of reasoning concerning them.

While it is essential to represent knowledge, it is equally essential to be able to handle its elaboration and transfer. As in the design process data are usually only exchanged between 'de-located' actors using the Internet, we need to find a way to transfer knowledge (i.e. the concepts that guide the elaboration of data) using the same means.

Thus, when studying knowledge in the design process, it becomes essential to establish the tools that will be used to acquire and transfer knowledge, both when it comes to individual actors and when it comes to the exchange of knowledge between the various differ-

ent actors who will be interacting during the process.

A new theory identifies a conceptual model of Knowledge Representation used in the building design process which has general value, irrespective of the particular use of a building, the scale of the construction and the stage in the project one is working on (Carrara and al., 2017).

This model, called "Building Knowledge Modelling" - BKM - allows us to represent special as well as common knowledge, identifying the elements that link them. Thanks to them, the model allows us to manage knowledge by 'filtering' those portions of it that can and should be transferred from one actor to the others so that they may properly interpret and understand the design proposal's conceptual aspects and technical properties.

Antonio Lauria,

Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, Italia

antonio.lauria@unifi.it

«If we can establish a common basis for the understanding of design – a denominator reached through objective findings rather than through personal interpretation – it should apply to any type of design, for the process of designing a great building or a simple chair differs only in degree, not in principle»

Walter Gropius, *Design Topics*, 1947

«The ultimate object of design is form [...] every design problem begins with an effort to achieve fitness between two entities: the form in question and its context. The form is the solution to the problem; the context defines the problem. In other words, when we speak of design, the real object of discussion is not the form alone, but the ensemble comprising the form and its context.»

Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form*, 1964

La progettazione ambientale

La progettazione ambientale è un settore di studi a vocazione interdisciplinare che trae origine dalla tensione verso la “concezione scientifica” dell'architettura che connotò le ricerche di diversi studiosi a partire dalla metà del secolo scorso¹ (vedi *inter alia* Fitch, 1947; Asimow, 1962; Chermayef e Alexander, 1963; Jones e Thornley, 1963; Alexander, 1964; Blachère, 1965; Gregory, 1966; Alexander et al., 1968; Friedman, 1971; Chermayeff e Tzonis, 1971; Lamure, 1976). Guidati dalla consapevolezza che l'abitare è una realtà esperien-

ENVIRONMENTAL DESIGN & ACCESSIBILITY: NOTES ON THE PERSON- ENVIRONMENT RELATIONSHIP AND ON DESIGN STRATEGIES

Environmental design

Environmental design is an interdisciplinary field of study which originates in the tension towards the “scientific conception” of architecture that characterized the research of various scholars from the mid-Twentieth century¹ (see *inter alia* Fitch, 1947; Asimow, 1962; Chermayef and Alexander, 1963; Jones and Thornley, 1963; Alexander, 1964; Blachère, 1965; Gregory, 1966; Alexander et al., 1968; Friedman, 1971; Chermayeff and Tzonis, 1971; Lamure, 1976).

Guided by the understanding that dwelling is an experiential, immersive and dynamic reality (see Arnheim, 1977) that is not exhausted through a merely contemplative dimension, they conceived design as a logical relationship between two entities: the *context*, which defines the ‘problem’ and the ‘form’ that solves it (Alexander, 1964).

ziale, immersiva, dinamica (vedi Arnheim, 1977) che non si esaurisce in una dimensione contemplativa, essi pensarono la progettazione come logica rispondenza tra due entità: il *contesto*, che definisce il ‘problema’ e la ‘forma’ che lo risolve (Alexander, 1964). In questo modo, essi evidenziarono l'esigenza di sostenere e orientare le scelte progettuali con una fase istruttoria solida e ad ampio raggio, basata su apporti conoscitivi riferiti ad una pluralità di settori disciplinari. Tali settori riguardavano tanto le scienze sociali quanto le scienze naturali: antropometria, ergonomia, prossemica, fisiologia, sociologia, psicologia, fisica tecnica, geografia urbana, scienza dei materiali, pianificazione urbana e territoriale, economia, ecc. La conseguente matrice delle esigenze e delle attività umane da considerare nel progetto (vedi MHLG, 1968; Farbstein, 1974) risultò presto troppo complessa per essere compresa e affrontata intuitivamente: «The intuitive resolution of contemporary design problems – scrive Alexander (1964) – simply lies beyond a single individual's integrative grasp.». L'aspirazione ideale (che, poi, si rivelò una pretesa) a controllare e gestire questa complessità, richiese metodologie e strumenti di supporto al lavoro del progettista per misurare i fattori di interdipendenza e risolvere un numero di variabili sempre crescente (Fitch, 1972; Alexander, 1964), che trassero vantaggio dalla logica sistemica (von Bertalanffy, 1960; Alexander, 1968; Ciribini, 1970) e condussero, per una via, alle metodologie di design computazionale.

Nella visione originaria, sebbene con diverse sfumature o consapevolezza, l'obiettivo della progettazione ambientale era il benessere dell'essere umano nell'ambiente di vita. Con l'emergere della sfida ecologica, tuttavia, questa visione comprensiva, integrata e feconda di significati e di conseguenze (ad esempio, lo sviluppo

In this way, they highlighted the need to sustain and orient design choices with a solid and wide-range preliminary research phase, based on knowledge contributed from a variety of disciplinary fields. These fields include both the social and the natural sciences: anthropometry, ergonomics, proxemics, physiology, sociology, psychology, applied physics, urban geography, materials science, urban and regional planning, economy, etc. The resulting matrix of the needs and the human activities to be taken into consideration by the project (see MHLG, 1968; Farbstein, 1974) soon became too complex to be understood and addressed intuitively: «The intuitive resolution of contemporary design problems – wrote Alexander (1964) – simply lies beyond a single individual's integrative grasp.». The ideal aspiration (which revealed itself eventually to be a presumption)

to control and manage this complexity, required methodologies and tools in support of the work of the designers for measuring the factors of interdependence and solving an ever growing number of variables (Fitch, 1972; Alexander, 1964), which profited from systemic logic (von Bertalanffy, 1960; Alexander, 1968; Ciribini, 1970) and led, down one path, to the methods used by computational design. In its original conception, with, however, different nuances and levels of awareness, the aim of environmental design was the well being of the people in their living environments. Yet with the emergence of the ecological challenge, this overall vision, comprehensive and rich in meanings and consequences (for example the development of human centred approaches to design, and performance-based and participatory design methodologies), has suffered a

degli approcci progettuali *human centered* e delle metodologie *performance-based* e di progettazione partecipativa), ha subito un progressivo appiattimento sui temi del risparmio energetico nonché della sostenibilità e della *governance* ambientale. Così, la progettazione ambientale ha finito per trascurare parte della complessità, della ricchezza teorica e della tensione etica delle origini. Smarrendo, ad esempio, il senso del rapporto tra individuo, spazio e società e il concetto di “luogo” (Norberg-Schulz, 1979), ha rinunciato ad interrogarsi sul grande tema della ‘finalizzazione’ della ricerca progettuale e ad esplorare, comprendere e sistematizzare le esigenze e le aspettative dell’abitante. In termini più generali, rifugiandosi in una forma di riduzionismo (Peccei e Ikeda, 1984) la progettazione ambientale ha, in un certo senso, sconfessato se stessa.

Questo breve saggio intende affrontare sinteticamente alcune questioni inerenti l’accessibilità, quel settore della progettazione ambientale rivolta a soddisfare l’autonomia della persona e l’inclusione sociale. L’accessibilità introduce nella progettazione ambientale e, più in generale, nella ricerca progettuale uno specifico livello di complessità. Infatti, prevedendo il superamento dell’adulto-medio-sano quale metafora dell’essere umano e il superamento della persona su sedia a ruote quale metafora della persona disabile, l’accessibilità richiede al progettista la definizione di un “quadro esigenziale” molto più articolato ma, indubbiamente, più aderente alla realtà delle cose² (Lauria, 2003).

Il rapporto persona-ambiente

L’ambiente di vita non è uno scenario neutro, ma sempre un “fattore operante” (Fitch, 1972; Canter e Lee, 1977) della vita umana. L’ambiente modella dinamica-

mentally progressive flattening on issues regarding energy savings, environmental sustainability and governance. Thus, environmental design has neglected part of the complexity and theoretical richness of its original ethical tension. Losing in the way, for example, the sense of the relationship between individual, space and society, and the concept of “place” (Norberg-Schulz, 1979), it has given up interrogating itself on the great subject of the ‘purpose of the research’, as well as exploring, understanding and arranging according to an organised system the needs and expectations of the inhabitants. In more general terms, environmental design has taking refuge in a sort of reductionism (Peccei and Ikeda, 1984) and thus, in a certain sense, renounced its own purposes.

This brief essay attempts to synthetically address some questions inherent to accessibility, that branch of envi-

ronmental design aimed at satisfying the needs of individuals for autonomy and social inclusion. Accessibility introduces into environmental design, and more in general into research on design, a specific level of complexity. In fact, looking beyond the idea of the average-healthy-adult as a metaphor for the human being, and beyond the idea of the person in a wheel-chair as a metaphor for the disabled person, accessibility requires from the designer the definition of a much more detailed “framework of needs”, yet also closer to the truth² (Lauria, 2003).

The person-environment relationship
The *living environment* is not a neutral space, but always an “operating factor” (Fitch, 1972; Canter and Lee, 1977) in human life. The environment dynamically models the behaviours, expectations and aspirations of those who

inhabit it. And those who inhabit it, in turn constantly intervene in its transformation (see Boudon, 1969; Lamure, 1976). The *person-environment fit* is thus a dynamic and two-directional process: it comprises, on the one hand, the transformation of the environment (material and social) in the direction of human capacities; and on the other the transformation of the individual towards the ‘requirements’ of the environment (see French et al., 1982; Edwards et al., 1998). This process is regulated by the *human needs*, the meeting point – as Heschel writes (1951) – between the interior world and the environment.

In the process of the *person-environment fit*, the ‘physical’ configuration of spaces plays a decisive role. In general terms it can be said that, all individual conditions being equal, the more the living environment is accessible, the greater the capacity of the person for self-determining his or her own existence will be. This means that by introducing modifications to the living environment that increase its accessibility, it is possible to have a positive effect on the person’s well being, on his or her capacity for developing his own *life project* and of participating in a direct and personal way in the life of the community and in the growth of society.³ Ortega y Gasset’s well-known phrase, “I am myself and my circumstances”⁴, underlines the reciprocal influences, the entangled mesh of relationships between the person and his living environment. If it is true, as affirmed by Ortega y Gasset, that the personality of a human being is not an independent reality, but exists only in relationship to the world that surrounds it and to the things and relations that constitute it, then a living environment that

greater the capacity of the person for self-determining his or her own existence will be. This means that by introducing modifications to the living environment that increase its accessibility, it is possible to have a positive effect on the person’s well being, on his or her capacity for developing his own *life project* and of participating in a direct and personal way in the life of the community and in the growth of society.³ Ortega y Gasset’s well-known phrase, “I am myself and my circumstances”⁴, underlines the reciprocal influences, the entangled mesh of relationships between the person and his living environment. If it is true, as affirmed by Ortega y Gasset, that the personality of a human being is not an independent reality, but exists only in relationship to the world that surrounds it and to the things and relations that constitute it, then a living environment that

greater the capacity of the person for self-determining his or her own existence will be. This means that by introducing modifications to the living environment that increase its accessibility, it is possible to have a positive effect on the person’s well being, on his or her capacity for developing his own *life project* and of participating in a direct and personal way in the life of the community and in the growth of society.³ Ortega y Gasset’s well-known phrase, “I am myself and my circumstances”⁴, underlines the reciprocal influences, the entangled mesh of relationships between the person and his living environment. If it is true, as affirmed by Ortega y Gasset, that the personality of a human being is not an independent reality, but exists only in relationship to the world that surrounds it and to the things and relations that constitute it, then a living environment that

riere le proprie scelte (da quelle quotidiane a quelle esistenziali) sulla base delle proprie attitudini e delle proprie aspirazioni, vede coartata la propria libertà e compromesso irrimediabilmente il proprio progetto di vita.

L'ambiente di vita, tuttavia, non si esaurisce in una dimensione fisica, ma è fortemente influenzato dalla struttura sociale all'interno della quale una persona conduce la propria esistenza (famiglia, comunità e società)⁵. Pope e Brandt (1997) hanno descritto l'ambiente come un'entità di sostegno alla persona, come una sorta di tappeto in cui la trama è costituita dai fattori fisici e l'ordito dai fattori sociali. La capacità dell'ambiente di supportare adeguatamente la vita delle persone (espressa, nella metafora, dalla rigidità del tappeto) dipende da una parte dalle sue caratteristiche fisiche e dall'altra dall'efficienza della rete di supporto sociale in esso disponibile.

L'accessibilità ambientale Tra i saperi che informano la progettazione ambientale, un ruolo particolarmente importante è svolto dall'accessibilità, una classe di requisiti ambientali molto ampia (raggiungibilità, usabilità, comfort, sicurezza d'uso, comunicatività, mobilità, ecc.). L'accessibilità esprime il livello (grado di accessibilità) con il quale i luoghi, i beni e i servizi garantiscono ad ogni persona - indipendentemente da età, genere, cultura, salute, stato sociale, educazione, capacità fisiche, sensoriali o cognitive - di sviluppare il proprio progetto di vita (Lauria, 2012a).

L'accessibilità ambientale, tuttavia, non solo è uno strumento di valorizzazione della persona, è anche una risorsa collettiva che può elevare il capitale sociale di una comunità. Ambienti più accessibili, infatti, mentre espandono le libertà individuali, le op-

portunità sociali e la conoscenza, incoraggiano ogni persona a partecipare alla vita comunitaria e a dare il proprio contributo alla crescita della società; allo stesso tempo, possono essere più attrattivi, confortevoli, comunicativi e sicuri nell'uso e ciò può riflettersi positivamente nello sviluppo sociale ed economico di un territorio (vedi Touche Ross, 1993; Buhalis et al., 2005; Darcy e Dikson, 2009; SL&A, 2013). Ad esempio, con riferimento ai luoghi di interesse culturale, ambienti accessibili possono favorire l'aumento dei visitatori e la promozione di una offerta turistica che aiuta a rendere più vitali le società locali (C.A.R.E, 2006; Arengi et al., 2015).

Il concetto di accessibilità ha subito nel tempo una profonda revisione per effetto, innanzitutto, dell'evoluzione del concetto di "disabilità", cui è storicamente legato. Se nel passato la disabilità era considerata una condizione della persona, oggi è vista come il risultato di una complessa interazione tra «persons with impairments and attitudinal and environmental barriers that hinders their full and effective participation in society on an equal basis with others» (UN, 2006, Preamble). Allo stesso modo, l'accessibilità da disciplina 'tecnico-normativa' sta assumendo sempre più il ruolo di disciplina progettuale, espressione di una pluralità di valori civici (libertà, solidarietà, parità, partecipazione, ecc.) e di significati culturali (creatività, rispetto per le qualità del contesto d'intervento, senso dell'accoglienza, ecc.). Il concetto di "luogo accessibile" da luogo "privo di barriere architettoniche" o "a norma" assume, così, il significato più ampio di "luogo inclusivo", aperto e sensibile alle diversità, un luogo, cioè, capace di 'accogliere', in condizioni di comfort e di sicurezza, persone con differenti specificità e diseguali gradi di libertà. Secondo questa visione, il miglioramento del grado di accessibilità di un luogo - ad

is not adequate not only hinders or impedes the carrying out of activities, but also conditions the conformation of the true "I" of the human being, the constitution of his or her personality. When, due to the limits of an environment, a person cannot fulfil his own choices (in both everyday and existential terms) on the basis of his capacities and aspirations, that person suffers a restriction to his freedom, and sees his life project irreparably compromised. The living environment, however, is not limited to a physical dimension, but strongly influenced by the social structure in which a person carries out his existence (family, community and society).⁵ Pope and Brandt (1997) have described the environment as an entity that supports the person, as a sort of mat whose warp is constituted by physical factors, and whose weft is constituted by social factors.

The capacity of the environment to adequately support the life of people (expressed, in the metaphor, by the solidity of the mat) depends, on the one hand, on its physical features, and on the other on the efficiency of the social support network available in it.

Environmental accessibility

Among the fields that inform environmental design, a particularly important role is played by accessibility, which includes a wide range of environmental requirements (reachability, usability, comfort, safety, communicativeness, mobility, etc.).

Accessibility expresses the level (accessibility degree) to which places, goods and services guarantee, for every person - independently of age, sex, culture, health, social status, education, physical, sensory or cognitive capacities - the possibility of developing

their own life project (Lauria, 2012a). Environmental accessibility, however, is not only a tool for ascribing value to the person, it is also a collective resource that can elevate the social capital of a community. More accessible environments, in fact, expand individual freedom, social opportunities and knowledge, encouraging every person to participate in the life of the community and to offer their contribution to the growth of society at large; at the same time, they can be more attractive, comfortable, communicative and safe, and this can be reflected in the social and economic development of a region (see Touche Ross, 1993; Buhalis et al., 2005; Darcy and Dikson, 2009; SL&A, 2013). For example, in reference to places of cultural interest, accessible environments can favour the increase of visitors and the promotion of an offer in terms of tourism that helps mak-

ing local communities more active and dynamic (C.A.R.E, 2006; Arengi et al., 2015).

The concept of accessibility has suffered through time a deep revision, due primarily to the evolution of the concept of disability, to which it is historically linked. If in the past disability was considered a condition of the individual, today it is seen as the result of a complex interaction between «persons with impairments and attitudinal and environmental barriers that hinder their full and effective participation in society on an equal basis with others» (UN, 2006, Preamble). In the same way, accessibility, from a 'technical-regulatory' discipline, has gradually taken on the role as well as an area of design, as an expression of a variety of civic values (freedom, solidarity, equality, participation, etc.) and cultural meanings (creativity, respect for the qualities of the context of inter-

esempio, un edificio - non può essere ottenuto solo attraverso l'eliminazione delle barriere architettoniche 'presenti', ma necessita anche di un processo 'additivo' consistente nell'innesto di qualità ambientali (contestuali, sociali, spaziali, funzionali, termo-igrometriche, acustiche, visivo-attenzionali, ecc.) 'carenti' o 'assenti'. Di conseguenza, tale miglioramento dovrebbe essere inteso non solo in termini di "adeguamento normativo", ma anche in termini di *retrofitting*. Esso, cioè, dovrebbe essere anche finalizzato ad integrare quelle qualità (spaziali, funzionali, gestionali) volte a garantire il benessere e l'autonomia della persona, non presenti al momento della costruzione dell'edificio in questione e non implementate successivamente (Lauria, 2012a).

Dall'iniziale interesse per le esigenze di mobilità delle persone su sedia a ruote (Goldsmith, 1963), l'accessibilità ha gradualmente esteso la propria sfera d'azione anche alle esigenze percettive delle persone con minorazioni sensoriali, intellettive o psichiche (Goldsmith, 1997) fino ad essere riferita, oggi, alla generalità delle persone⁶. Tale apertura d'orizzonte ha condotto al superamento dell'approccio progettuale basato sulle "soluzioni speciali", cioè sulla realizzazione di ambienti ad accessibilità 'riservata' e di attrezzature 'dedicate' destinate a questo o a quel profilo d'utenza disabile e all'affermazione di specifiche metodologie progettuali che, con varietà di accenti, mirano a conseguire l'idoneità nell'uso di luoghi, prodotti e servizi per il più ampio spettro possibile di popolazione. Tra queste metodologie occorre citare lo Universal Design, (Mace, 1985; Mace et al., 1991) secondo cui i prodotti e gli ambienti dovrebbero essere «usable by all people, to the greatest extent possible, without the need for adaptation or specialized design.» (Center for Universal Design, 1997). È interessante evidenziare che questa definizione è stata ripresa,

vention, sense of hospitality, etc.). Thus the concept of "accessible place", from a place "without architectural barriers", or "up to standard", takes on the wider meaning of an "inclusive place", open and receptive to diversity, a place, that is, capable of 'welcoming' with adequate conditions of comfort and safety, people with different specificities and unequal degrees of freedom. According to this point of view, the increase in the accessibility degree of a place - for example a building -, cannot be obtained solely through the elimination of the architectural barriers present, but needs also an 'additional' process which consists in the fulfilment of a series of environment qualities (contextual, social, spatial, functional, thermo-hygrometric, acoustic, visual-attentional, etc.) that are 'lacking' or 'absent'. As a consequence, this enhancement should be understood not only in terms of a "regulatory adap-

tation", but also in terms of *retrofitting*. In other words it should be aimed to the integration of those qualities (spatial, functional, organisational, etc.) aimed at ensuring the well being and autonomy of the person, which were not present at the moment of construction of the building in question, and not subsequently added (Lauria, 2012a). From an initial interest for the mobility needs of people on wheel-chairs (Goldsmith, 1963), accessibility gradually extended its range of action to include the needs of people with sensory, intellectual or psychiatric disabilities (Goldsmith, 1997) and finally to include the population at large.⁶ This widening of the horizon has resulted in the overcoming of the design approach based on "special solutions", that is on the creation of 'reserved' accessibility environments and of 'specific' equipment and facilities destined to this or that disabled user profile,

parola per parola, nella *Convenzione ONU sui diritti delle persone disabili* (UN, 2006, art. 2).

Il progetto dello spazio collettivo tra approccio universale e approcci specialistici

di definire misure e soluzioni valide per la maggior parte delle persone (e, naturalmente, coerenti con le qualità dell'ambiente che le accoglie).

Quando si interviene sullo spazio collettivo, lo Universal Design rappresenta la metodologia progettuale più indicata e ragionevole. Occorre, tuttavia, ammettere che lo Universal Design è di difficile attuazione e, a dispetto del nome, sempre parziale negli esiti.

Innanzitutto, le soluzioni progettuali 'universali' sono espressione di una categoria di pensiero alta, fortemente interdisciplinare, con alto margine di errore, che richiedono al progettista qualità e risorse non proprio comuni: (1) tensione etica, (2) capacità di condurre a sintesi una pluralità di informazioni settoriali e dati sperimentali, (3) tempo. Occorre anche considerare che nell'attività progettuale le esigenze espresse dagli utenti sono istanze 'deboli', dunque, facilmente soccombenti rispetto ad altre (*in primis* quelle estetiche ed economiche) ritenute normalmente prevalenti (Lauria, 2012b).

Le soluzioni universali, inoltre, non potranno mai essere ottimali per tutti perché ogni profilo d'utenza ha specifiche esigenze e non di rado ciò che rappresenta una 'buona' soluzione per qualcuno può risultare non idoneo e finanche dannoso per altri.

and to the affirmation of specific design methodologies which, with a variety of nuances, are aimed at obtaining the most adequate use of spaces, products and services for the widest possible range of people. Among these methodologies it is worth mentioning the Universal Design (Mace, 1985; Mace et al., 1991), according to which products and environments must be «usable by all people, to the greatest extent possible, without the need for adaptation or specialized design.» (Center for Universal Design, 1997). It is interesting to highlight the fact that this definition was taken, word-for-word, by the *UN convention on the rights of persons with disabilities* (UN, 2006, art. 2).

The design of collective spaces between the universal and the specialised approaches

The design of collective spaces is usually based on generalisations, that is on

Comunemente, il progetto dello spazio collettivo si basa sulla generalizzazione, cioè sul tentativo di comprendere i fenomeni e le tendenze nella loro globalità e

di definire misure e soluzioni valide per la maggior parte delle persone (e, naturalmente, coerenti con le qualità dell'ambiente che le accoglie).

Quando si interviene sullo spazio collettivo, lo Universal Design rappresenta la metodologia progettuale più indicata e ragionevole. Occorre, tuttavia, ammettere che lo Universal Design è di difficile attuazione e, a dispetto del nome, sempre parziale negli esiti.

Innanzitutto, le soluzioni progettuali 'universali' sono espressione di una categoria di pensiero alta, fortemente interdisciplinare, con alto margine di errore, che richiedono al progettista qualità e risorse non proprio comuni: (1) tensione etica, (2) capacità di condurre a sintesi una pluralità di informazioni settoriali e dati sperimentali, (3) tempo. Occorre anche considerare che nell'attività progettuale le esigenze espresse dagli utenti sono istanze 'deboli', dunque, facilmente soccombenti rispetto ad altre (*in primis* quelle estetiche ed economiche) ritenute normalmente prevalenti (Lauria, 2012b).

Le soluzioni universali, inoltre, non potranno mai essere ottimali per tutti perché ogni profilo d'utenza ha specifiche esigenze e non di rado ciò che rappresenta una 'buona' soluzione per qualcuno può risultare non idoneo e finanche dannoso per altri.

the attempt to understand phenomena and trends in their globality and to define measures and solutions that are valid for the majority (and naturally also coherent with the qualities of the environment in question).

When intervening on a collective space, Universal Design represents the most advisable and reasonable design methodology. It is necessary to point out, however, that Universal Design is difficult to implement and, despite its name, always partial in its results.

'Universal' solutions, to begin with, are the expressions of a high category of thought, with a strong interdisciplinary character, with a high margin of error, that require from the designer uncommon qualities and resources: (1) an ethical stance, (2) a capacity to carry out a synthesis from a variety of experimental data and information derived from several fields, (3) and time.

Sensibili differenze nell'interazione persona-ambiente si pongono, ad esempio, tra adolescenti e anziani e tra disabili motori e disabili visivi⁷. Soluzioni progettuali che generano vantaggi per alcuni e svantaggi per altri sono molto comuni e determinano un fenomeno detto della "divergenza degli effetti" (Lauria, 2003)⁸. La consapevolezza della impossibilità (teorica, prima che operativa) di soddisfare attraverso soluzioni universali i bisogni dei diversi profili d'utenza con pari efficacia, si traduce nel ridimensionamento dell'obiettivo ragionevolmente raggiungibile dall'applicazione dello Universal Design nel progetto dello spazio collettivo: non tanto aspirare a definire soluzioni 'perfette' per ciascuno (cosa, di fatto, inattuabile), quanto tentare di definire soluzioni il più possibile 'compatibili' con le esigenze di tutti (Lauria, 2003). Essendo il risultato di una 'mediazione' tra istanze diverse e, non di rado, contrapposte, le soluzioni universali richiederanno sempre a una parte degli abitanti una certa capacità di adattamento nel loro rapporto con l'ambiente. Poiché questa capacità varia da persona a persona, le soluzioni progettuali universali finiscono fatalmente con l'escludere, parzialmente o totalmente, un' 'area grigia' di popolazione costituita da quelle persone (tipicamente, disabili) le cui esigenze non sono riconosciute o considerate dal progettista e che, nel contempo, non sono in grado di adattarsi alle soluzioni universali previste.

Alla luce di queste considerazioni, la sfida per rendere gli spazi collettivi più accessibili dovrebbe essere affrontata innestando su una base universale soluzioni *ad hoc* (inclusi i dispositivi di sensibilizzazione ambiente basati su ICT e i sistemi di automazione avanzati) volte a soddisfare le esigenze di persone con specifiche esigenze di tipo fisico, senso-percettivo, cognitivo. La stessa *Convenzione ONU sui diritti delle persone disabili*, peraltro, chia-

It is also necessary to consider that in design activities the needs expressed by the end-users are 'weak' instances, and therefore easily neglected in comparison to others (first of all aesthetic and economic considerations) which usually prevail (Lauria, 2012b).

Universal solutions, additionally, will never be able to be optimal for all users, because each group of end-users has specific needs, and often what is a 'good' solution for some can be the opposite for others. Sensitive differences in the person-environment interaction occur, for example, between teenagers and the elderly, or between those who are motor disabled and those who are visually impaired.⁷ Design solutions which generate advantages for some and problems for others are very common, and determine a phenomenon known as "divergence of effects" (Lauria, 2003).⁸

The awareness of the impossibility (theoretical, then operative) of satisfying with universal solutions the needs of the various groups of users with equal efficiency is translated into the downscaling of the aims that are reasonably obtainable through the application of the Universal Design of a collective space: not so much aspiring to solutions which are 'perfect' for every single person (which is, in fact, impossible), as attempting to define solutions that are as compatible as possible with the needs of everybody (Lauria, 2003). Since they are the result of a 'mediation' between a variety of instances which are often opposed, universal solutions will always require from a segment of the inhabitants a capacity for adapting to the environment. Since this capacity varies from person to person, universal design solutions inevitably result with the partial or total exclusion of a *grey*

risce che l'«Universal design shall not exclude assistive devices for particular groups of persons with disabilities where this is needed»(ONU, 2006).

Considerando, infine, che l'accessibilità (di un luogo, di un bene o di un servizio) è un processo senza fine, un traguardo mobile (Lauria, 2012a), il progetto dei luoghi collettivi necessiterà sempre, nel tempo, di successivi aggiustamenti (vedi Habraken, 1962; Habraken et al., 1974; Allen, 1980; Hertzberger, 1991) che potremmo definire di retrofitting esigenziale (*requirement-based retrofitting*) (Lauria, 2012b) per soddisfare, gradualmente, i bisogni del maggior numero possibile di persone. Rinunciando alla pretesa di offrire risposte esaustive e 'definitive', le strategie di design accessibile si pongono come efficace metafora dei limiti delle capacità del progettista di fronte alla complessità dell'essere umano e dell'abitare.

Conclusioni

Se, come immaginavano i padri della progettazione ambientale, la qualità di un progetto dipendesse unicamente dalla qualità della costruzione dei dati di contesto (quadro esigenziale e dati del luogo), allora il 'progetto' equivarrebbe al suo 'processo'. Se così fosse, si negherebbe il contributo individuale all'evoluzione dell'espressione architettonica e la stessa dimensione creativa dell'atto progettuale. La creazione è sempre un 'salto nel buio' e segue strade spesso imperscrutabili (Aalto, 1940): come amava dire Ernesto Rogers, l'architetto, nel proprio lavoro, si trova spesso nella condizione di «avant trouver, après chercher» (cit. da Helg, 1978).

Detto questo, il contributo offerto dalla progettazione ambientale alle discipline del progetto è indiscutibile. Essa, infatti, ha

area of the population, consisting in those people (usually disabled) whose needs are not recognised or considered by the designer and who, at the same time, are incapable to adapt to the universal solutions envisaged.

In the light of these considerations, the challenge to make collective spaces more accessible must be addressed by grafting *ad hoc* solutions to a universal design (including ICT-based devices for sensitising the environment and advanced automation systems) aimed at satisfying the requirements of people with specific physical, sensory-perceptive and cognitive needs. The *UN convention on the rights of persons with disabilities*, establishes that «Universal design shall not exclude assistive devices for particular groups of persons with disabilities where this is needed» (ONU, 2006).

Considering, finally, that the accessibil-

ity (of a place, a good or a service) is a permanently ongoing process, a moving aim (Lauria, 2012a), the design of collective places will always require a series of adjustments through time (see Habraken, 1962; Habraken et al., 1974; Allen, 1980; Hertzberger, 1991), that we could define as a *requirement-based retrofitting* (Lauria, 2012b) for gradually satisfying the needs of the largest possible number of people. Giving up the presumption to offer comprehensive and 'definitive' solutions, accessible design strategies appear as an efficient metaphor for the limits of the capacity of the designer when facing the complexity of the human being and of dwelling.

Conclusions

If, as the founding fathers of environmental design imagined, the quality of a project depends only on the quality of

consentito di porre la questione della responsabilità sociale del progettista in forma coerente con i problemi umani in una civiltà industriale.

Tra i diversi saperi che fanno riferimento alla progettazione ambientale, l'accessibilità è quello che più si interroga sui bisogni e sulle aspettative dell'abitante. L'accessibilità, frammentando il modello astratto (l'adulto-medio-sano) rispetto a cui è avvenuto il grande processo di antropizzazione del mondo in una pluralità di profili esigenziali, introduce nella disciplina progettuale un elemento di puro realismo che risponde ad un'esigenza di equità e inclusione sociale.

NOTE

¹ L'aspirazione ad impostare il processo progettuale in termini 'scientifici' è indubbiamente molto più datata; in Italia ebbe in Carlo Lodoli (1690-1761) un esponente di rilievo. Si veda: Rykwert (1976) e Sinisgalli (1987).

² Esistono diverse forme - più o meno sofisticate, più o meno sensate - per classificare gli esseri umani in categorie omogenee: dalla distinzione delle persone in base all'età, al genere, alla cultura, ecc. alla discutibile distinzione delle persone in normodotate e disabili (Zola, 1989); dall'ordinamento delle persone disabili nei cinque macro-gruppi dei disabili motori, sensoriali, intellettivi, psichici e plurimi fino a catalogazioni, anche molto articolate, dei singoli profili d'utenza disabile all'interno di ciascun macro-gruppo (WHO, 2001).

³ L'International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) distingue tra "capacità" e "performance": la prima è riferita a ciò che una persona riesce a fare in un ambiente sconosciuto; la seconda, a ciò che riesce a fare nel suo abituale (e generalmente adattato) ambiente di vita (WHO, 2001).

⁴ Ortega y Gasset, J. (1914) *Meditaciones del Quijote*, (ed. it. *Meditazioni del Chisciotte*, Guida, Napoli, 2000, p. 44).

the gathering of the data regarding the context (framework of needs and data of the place), then the 'project' would be equivalent to its 'process'. If that were true, individual contributions to the evolution of architectural expression would be denied, as would be the creative dimension of the project. Creation is always 'a leap in the dark', and follows often unfathomable paths (Aalto, 1940): as Ernesto Rogers liked to say, the architect, when working, often finds himself in the condition of «avant trouver, après chercher» (quoted by Helg, 1978).

Having said this, the contribution offered by environmental design to the disciplines of the project is unquestionable. It has, in fact, allowed addressing the question of the social responsibility of the designer in a way that is coherent with the human problems of an industrial civilisation.

Among the various knowledges related to environmental design, accessibility is the one that questions itself the most on the needs and expectations of the inhabitants. Accessibility, fragmenting the abstract model (the average healthy adult) upon which the great process of anthropisation of the world was based, into a variety of requirement-based profiles, introduced to the discipline of design an element of pure realism which responds to the need for social equality and inclusion.

NOTES

¹ The desire to approach the design process in 'scientific' terms is certainly much older; a remarkable example in Italy was Carlo Lodoli (1690-1761). See: Rykwert (1976), Sinisgalli (1987).

² There are several ways - more or less sophisticated, more or less sensible - for classifying human beings

³ Per l'ICF i "fattori ambientali" sono "the physical, social and attitudinal environment in which people live and conduct their lives. Essi sono: "(a) products and technology, (b) natural environment and human-made changes to environment, (c) support and relationships, (d) attitudes, and (e) services, systems and policies" (WHO, 2001).

⁶ È opinione dello scrivente che le persone disabili sarebbero i primi beneficiari del processo di affrancamento dell'accessibilità dalla disabilità. Sebbene sarà sempre necessario attuare soluzioni ad hoc per risolvere specifici problemi di specifici abitanti, si può ritenere che quanto meno l'accessibilità si identificherà con le persone disabili e quanto più da cultura esperta diverrà cultura comune tanto più riuscirà a soddisfare le loro esigenze.

⁷ Solo per fare degli esempi, si pensi ai disagi che le pavimentazioni tattili possono determinare per le persone anziane con problemi di mobilità (Thies et al., 2008) o al pericolo che gli "shared spaces" (Department for Transport, 2001; GDBA, UCL, 2008; Parkin and Smithies, 2012) o alcune soluzioni integrate rampa-scala rappresentano per le persone cieche. Su questo argomento si veda Lauria (2016).

⁸ La divergenza degli effetti deriva spesso da una inadeguata conoscenza da parte del progettista dei diversi profili esigenziali. Si tratta di un esempio di "eterogenesi dei fini" un fenomeno - secondo Giovan Battista Vico - nel quale le azioni umane raggiungono esiti imprevedibili (diversi o, spesso, del tutto contrari) rispetto alle intenzioni e alle mete che si proponevano Vedi: Vico, G.B. *La scienza nuova* (1774). Nell'edizione BUR, Milano, 1996, a pp.176 e sg.

into homogeneous categories: from the distinction of people based upon age, sex, culture, etc., to the questionable distinction into disabled and non-disabled persons (Zola, 1989); to the organising of disabled people into the five macro-groups of those with motor, sensory, intellectual, psychiatric or combined disabilities; and finally the classification, often very detailed, of individual profiles of disabled users (WHO, 2001).

³ The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) distinguishes between "capacity" and "performance": the former refers to what a person is capable of doing in an unknown space; the latter to what a person is capable of doing in his usual (and generally adapted) living environment (WHO, 2001).

⁴ Ortega y Gasset, J. (1914) *Meditaciones del Quijote*, (Italian edition,

Meditazioni del Chisciotte, Guida, Napoli, 2000, p. 44).

⁵ For the ICF the "environmental factors" are "the physical, social and attitudinal environment in which people live and conduct their lives." They are: "(a) products and technology, (b) natural environment and human-made changes to environment, (c) support and relationships, (d) attitudes, and (e) services, systems and policies" (WHO, 2001).

⁶ In my opinion, disabled people would be the first beneficiaries of the process of 'liberating' accessibility from disability. Although ad hoc solutions will always be needed to solve specific problems pertaining to specific inhabitants, it can be affirmed that the less accessibility is identified exclusively with disabled persons, the more it will develop from being the exclusive competency of experts to becoming a common cultural given, the more it will succeed in

REFERENCES

- Aalto, A. (1940), "The Humanizing of Architecture", *Technological Review*, November, pp. 14-16.
- Alexander, C. (1964), *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge Mass (Italian edition Il Saggiatore, 1967).
- Alexander, C. (1968), "Systems Generating Systems", *Architectural Design*, Vol. 38, pp. 606-610.
- Alexander, C., Ishikawa, S. and Silverstein, M. (1968), *A Pattern Language which Generates Multiservice Centres*, Harvard University Press, Cambridge Mass.
- Allen, E. (1980) *How Building Work. The Natural Order of Architecture*, Oxford University Press, Oxford (Italian edition Dedalo, 1983).
- Amendola, G. (1990) *Uomini e case. I presupposti sociologici della progettazione architettonica*, Dedalo, Bari.
- Arengi, A., Garofolo, I. and Lauria, A. (2015), "Accessibility as a design resource for the enhancement of lesser-known cultural sites from the perspective of tourism", in Crisan, R., Fiorani, D., Kealy, L. and Musso S.F. (Eds.) *Conservation reconstruction. Small historic centres conservation in the midst of change*, EAAE, Hasselt (Belgium), pp. 409-415.
- Arengi, A., Garofolo, I. and Lauria, A. (2016), "On the Relationship between 'Universal' and 'Particular' in Architecture", in Petrie, H., Darzentas, J., Walsh, T., Swallow, L. Sandoval, D., Lewis, A. and Power, C. (Eds.), *Universal Design 2016: Learning from the Past, Designing for the Future. Studies in Health Technologies and Informatics*, IOS Press, Amsterdam, Berlin, Washington DC, pp. 31-39.
- Arnheim, R. (1977), *The Dynamics of Architectural Form*, University of California Press, Berkeley Ca. (Italian edition Feltrinelli, 1981).
- Asimow, M. (1962), *Introduction to Design*, Prentice-Hall, New York (Italian edition Marsilio, 1968).
- Blachère, G. (1965), *Savoir Bâtir. Habitabilité, durabilité, économie des bâtiments*, Eyrolles, Paris (Italian edition Hoepli, 1971).
- Bonnes, M., Bonaiuto, M. and Lee, T. (2004), *Teorie in pratica per la psicologia ambientale*, Raffaello Cortina, Milano.
- Boudon, P. (1969), *Pessac de Le Corbusier*, Dunod, Paris.
- Buhalis, D., Michopoulou, E., Eichhorn, V. and Miller, G. (2005), *Accessibility Market and Stakeholder Analysis. One-spot-shop for Accessible Tourism*, (O.S.S.A.T.E.), University of Surrey, Surrey (UK).
- Canter, D. (Ed.) (1974), *Psychology and the Built Environment*, Architectural Press, London.
- C.A.R.E. (2006), *Analysis of the Demand for Leisure Services in a Hospitable City for All. INTERREG IIIB AREA CADSES, 2004-2006*.
- Center for Universal Design (1997), *The Principles of Universal Design, Version 2.0*. North Carolina State University. Available at: http://www.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/about_ud/udprinciplestext.htm (accessed January 29, 2017).
- Chermayeff, S. and Alexander, C. (1963), *Community and privacy: toward a new architecture of humanism*, Anchor Books, Garden City (NY) (Italian edition Il Saggiatore, 1968).
- Chermayeff, S., Tzonis, A. (1971), *Shape of Community. Realization of Human Potential*, Penguin, Harmondsworth (Italian edition Il Saggiatore, 1972).
- Ciribini, G. (1970), "Il territorio come sistema di componenti umane, naturali e tecnologiche", in AA.VV. *Politica, habitat e nuova tecnologia*, Ente Fiere di Bologna, Bologna.
- Darcy, S., Dickson, T. (2009), "A whole-of-life approach to tourism: The case for accessible tourism experiences", *Journal of Hospitality and Tourism Management*. Vol. 16, No.1, pp. 32-44.
- Department for Transport (2011), *Shared Space. Local Transport Note 1/11*, The Stationery Office, London.
- Eco, U. (1968), *La struttura assente*, Milano, Bompiani.
- Edwards, J. R., Caplan, R. D. and Harrison, R. V. (1998). "Person-environment fit theory: Conceptual foundations, empirical evidence, and direc-

satisfying their needs.

⁷ As an example, consider the problems that tactile pavement can represent for elderly people with mobility issues (Thies et al., 2008) or to the danger that "shared spaces" (Department for Transport, 2001; GDBA, UCL, 2008; Parkin and Smithies, 2012) or some ramp-stairway combined solutions represent for the blind. On this argument see Lauria (2016).

⁸ The divergence of effects often derives from an inadequate understanding by the designer of the various categories of needs. It is an example of a "heterogeneity of ends", a phenomenon in which – according to the Italian philosopher Giovan Battista Vico – human actions obtain unforeseeable results (different or often even opposed) in relation to the desired intentions and aims. See: Vico, G.B. *La scienza nuova* (1774). BUR, Milano, 1996, pp. 176 and ff.

- tions for future research”, in Cooper, C.L. (Ed.), *Theories of organizational stress*, Oxford University Press, Oxford, pp. 28-67.
- Farbstein, J. (1974), “The Definition and Description of Activity”, *Journal of Architectural Research*. Vol. 3, No. 1, pp. 18-25.
- Fitch, J.M. (1947), *American Building: The Forces that Shape it*, BT Batsford, London.
- Fitch, J.M. (1972), *American Building 2: The Forces that Shape it*, Houghton Mifflin Co., Boston (Italian edition Muzzio, 1980).
- Friedman, Y. (1971), *Pour l'architecture scientifique*, Belford, Paris (Italian edition Officina, 1975).
- French, J.R.P. Jr., Caplan, R. D. and Harrison, R. V. (1982), *The mechanisms of job stress and strain*, Wiley, London.
- GDBA, UCL (2008), *Testing proposed delineators to demarcate pedestrian paths in a Shared Space environment*. Guide Dogs for the Blind Association, Reading. Available at www.cege.ucl.ac.uk/arg/pamela/Documents/SharedSpaceDelineators.pdf. [accessed January 9, 2017]
- Goldsmith, S. (1963), *Designing for the Disabled*, Royal Institute of Architects, Technical Information Service, London.
- Goldsmith, S. (1997), *Designing for the disabled. The new Paradigm*. Architectural Press, Oxford.
- Gropius, W. (1947), “Design Topics”, *Magazine of Arts*, December, Vol. 40, pp. 298-304.
- Gregory, S.A. (1966) (Ed.), *The Design Methods*, Botterworths, London (Italian edition Marsilio, 1970).
- Habraken, N.J. (1962), *De Draggers en de Mensen*, Scheltema en Holkema, Amsterdam (Italian Edition Il Saggiatore, 1973).
- Habraken, N.J. Boekholt, J.T., Thijssen, A.P. and Dinjens, P.J.M. (1974), *Variations: the Systematic Design of Supports*, MIT Press, Cambridge and London.
- Hertzberger, H. (1991), *Lesson for Students in Architecture*, Uitgeverij 010 Publishers, Rotterdam (Italian edition Laterza, 1996).
- Helg, F. (1978), “Tecnologia dell'Architettura”, in Belgiojoso, L.B., Pandakovic, D., Ferioli, R., Helg, F., Fazzini, C., Caputo, P. and Belgiojoso, A.B., *Otto argomenti di architettura*, Edizioni il Formichiere, Milano.
- Heschel, A.J. (1951), *Man Is Not Alone: A Philosophy of Religion by Abraham Joshua Heschel*, Farrar, Straus & Giroux, New York (Italian Edition Mondadori, 1998).
- Jones, J.C., Thornley D.G. (Eds.) (1963), *Conference on Design Methods*, Pergamon Press. Oxford, UK (Italian Edition Marsilio, 1967).
- Lauria, A. (2003), “Esigenze dell'uomo e progetto”, in Lauria, A. (Ed.), *Personae “reali” e progettazione dell'ambiente costruito. L'accessibilità come risorsa della qualità urbana*. Maggioli, Rimini.
- Lauria, A. (Ed.) (2012a), *I Piani per l'Accessibilità. Una sfida per promuovere l'autonomia dei cittadini e valorizzare i luoghi dell'abitare*, Gangemi, Roma.
- Lauria, A. (2012b), “Human requirement-based design in the cultural dimension of living”, in Bolici R., Gambaro M. and Tartaglia A. (Eds.), *Research among innovation, creativity and design*, FUP, Firenze, pp. 409-439.
- Lauria, A. (2016a), “The Florence Experience: A Multimedia and Multisensory Guidebook for Cultural Towns Inspired by Universal Design Approach”, *WORK*, Vol. 53, No. 4, pp. 709-727.
- Lauria, A. (2016b), “Accessibility to cultural heritage as a design challenge”, in Arengi, A., Garofolo, I. and Sørmoen O. (Eds.), *Accessibility as a Key Enabling Knowledge for Enhancement of Cultural Heritage*, Franco Angeli, Milano.
- Mace, R. (1985), *Universal Design, Barrier Free Environments for Everyone*, Designers West, Los Angeles.
- Mace, R., Hardle, G. and Plaiice, J., “Accessible Environment: Toward Universal Design”, in Preiser, W.F.E. Vischer J.C. and White, E.T. (Eds.), *Design Interventions: Toward a More Human Architecture*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 155-175.
- Norberg-Schulz, C. (1979), *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*, Rizzoli, New York (Italian edition Electa, 1979).
- Parkin, J. and Smithies, N. (2012), “Accounting for the needs of blind and visually impaired people in public realm design”, *Journal of Urban Design*, Vol. 17, No.1, pp. 135-149.
- Peccei, A., Ikeda, D. (1984), *Because it is too late*, Hodansha International, Tokio (Italian Edition Bompiani, 1985).
- Rykwert, J. (1976), “Lodoli on Function and Representation”, *Architectural Review*, Vol. 160, No. 2, pp. 21-26.
- Sinisgalli, L. (1987), “La «sedia ragionata» di Lodoli”, in *Promenades architecturales*, Pierluigi Lubrina, Bergamo.
- SL&A (2013), *Accessibile è meglio. Primo libro bianco sul turismo per tutti in Italia*, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
- Thies, S.B., Kenney, L.P.J., Howard, D., Nester, C.J., Ormerod, M., Newton, R., Baker, R.D., Faruk, M. and MacLennan, H.A. (2011), “Biomechanics for inclusive urban design: Effects of tactile paving on older adults' gait when crossing the street”, *Journal of Biomechanics*, Vol. 44, No. 8, pp. 1599-1604.
- Touche Ross (1993), *Profiting from Opportunities – A new market for tourism*, Touche Ross & Co., London.
- UN (2006), *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*, United Nations, New York.
- von Bertalanffy, L. (1950), “An Outline of General System Theory”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 2, pp. 134-165.
- WHO - World Health Organization (2001), *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*, WHO, Geneva (Italian edition Erikson, 2004)
- Zola, I.K. (1989), “Toward the Necessary Universalizing of a Disability Policy”, *The Milbank Quarterly*, Vol. 67 (suppl. 2), pp. 401-428. Republished online by *The Milbank Quarterly* (2005), Vol. 83, No. 4, pp. 1-27. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0009.2005.00436.x/pdf> (accessed February 9, 2017).

Gerhard Hausladen, Technische Universität München, Germany

Fabrizio Tucci, Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'architettura, Sapienza Università di Roma, Italia

gerhard.hausladen@iphausladen.de

fabrizio.tucci@uniroma1.it

Posizionamento (G.H., F.T.)

Il ruolo della cultura tecnologica del progetto rispetto alle tre grandi sfide poste dalle questioni ambientali ed energetiche del nostro tempo: cambiamenti climatici, limitatezza delle risorse e eccessivo consumo di energia, è centrale e imprescindibile per affrontare consapevolmente la ricerca di una rinnovata dimensione delle condizioni dell'abitare che nei differenti contesti europei e mondiali porti con sé i concetti - diversi terminologicamente ma affini nelle ampie accezioni che essi racchiudono e negli obiettivi che sottendono - di *Sustainable Development*, *Nachhaltige Entwicklung*, *Développement Durable* (Rockström, 2016; Herzog, 2010; Jourda, 2010).

Nelle tre differenti aggettivazioni è racchiuso uno dei mandati della Tecnologia e della relativa Cultura tecnologica progettuale da sviluppare nel prossimo futuro: la richiesta di sostenibilità del fare umano per le generazioni future (*Sustainable*), di solidità e affidabilità dei comportamenti e delle prestazioni (*Nachhaltige*), di durabilità nel tempo dei prodotti delle trasformazioni (*Durable*). L'altro grande mandato della Cultura tecnologica nella nostra epoca è quello di offrire non solo risposte 'dinamiche' nella dimensione temporale di medio-lungo termine alle crescenti esigenze di sostenibilità/affidabilità/durabilità, ma anche risposte 'dinamiche' nello spazio reale e nel tempo presente e di breve termine supportando l'Architettura nella sua altrettanto assoluta necessità di essere 'adattiva' e 'resiliente' ai cambiamenti già in atto sul piano climatico e ambientale.

Cultura tecnologica significa dunque profonda consapevolezza degli obiettivi da perseguire progettualmente, indissolubilmente legata ad un'attitudine alla visione sistemica dei problemi, ad

un'impostazione metodologica delle strategie da tracciare e promuovere, ad un'intima sapienza degli aspetti di fattibilità e realizzabilità delle azioni da sperimentare, monitorare, consolidare nel tempo.

D'altra parte tutti i maggiori centri di ricerca e sperimentazione dell'area dell'Architettura nei Paesi avanzati pongono quale nodo focale dei processi di concezione, progettazione e realizzazione di qualsiasi tipo di intervento trasformativo delle nostre realtà quello caratterizzato dall'approccio tecnologico, in cui nei diversi contesti la *Architectural Technology*, la *Baukonstruktion*, la *Technologie de l'Architecture*, la *Construcción en Arquitectura* non rappresentano solo un ambito disciplinare (peraltro da sempre a vocazione fortemente interdisciplinare) ma, di più, la dimensione logica e culturale nella quale si coordinano e ruotano le complesse declinazioni e i differenti caratteri del progetto.

Innovazione nell'approccio, linee di ricerca e di sperimentazione in progress (F.T.)

Nel rinvenire gli elementi di innovazione propri della Cultura tecnologica nell'approcciare e sviluppare ricerca e sperimentazione sui temi dell'ambiente e dell'energia vi è *in primis* la capacità di perseguire al contempo tre categorie di obiettivi "alti" prestazionali: efficienza delle azioni nel controllarne rendimenti e risultati; efficacia complessiva delle strategie nel verificarne il rapporto tra efficienza conseguita e quantità di risorse coinvolte e impiegate nei processi per raggiungere quei risultati; soddisfazione degli utenti nel vivere quelle condizioni di efficienza e nel percepire o addirittura esser coinvolti in quelle dimensioni di efficacia.

Nel rinvenire gli elementi di innovazione propri della Cultura tecnologica nell'approcciare e sviluppare ricerca e sperimentazione sui temi dell'ambiente e dell'energia vi è *in primis* la capacità di perseguire al contempo tre categorie di obiettivi "alti" prestazionali: efficienza delle azioni nel controllarne rendimenti e risultati; efficacia complessiva delle strategie nel verificarne il rapporto tra efficienza conseguita e quantità di risorse coinvolte e impiegate nei processi per raggiungere quei risultati; soddisfazione degli utenti nel vivere quelle condizioni di efficienza e nel percepire o addirittura esser coinvolti in quelle dimensioni di efficacia.

TECHNOLOGICAL CULTURE, THE ENVIRONMENT AND ENERGY: THE OUTLOOK FOR RESEARCH AND EXPERIMENTATION

Positioning (G.H., F.T.)

The role of technological culture in planning, seen in light of the three major challenges raised by the environmental and energy-related issues of our time, meaning climate change, limited resources and excessive energy consumption, is a key role, and one that we ignore at our peril when it comes to seeking out, in informed fashion, a renewal in the conditions of inhabiting the contexts of Europe and the rest of the world, a quest that necessarily brings into play concepts which differ with respect to their terminology, but yet prove quite similar when it comes to the broad range of concepts covered and the wealth of their underlying objectives: *Sustainable Development*, *Nachhaltige Entwicklung* and *Développement Durable* (Rockström, 2016; Herzog, 2010; Jourda, 2010).

Ensclosed within each of these descriptors is one of the vital tasks that technology and the related cultural of technology must fulfil in the near future: responding to the request for sustainability in human endeavours in future generations (*Sustainable*), as well as for integrity and reliability in terms of conduct and performance (*Nachhaltige*), together with the durability over time of the products of transformations (*Durable*).

The other major task of cultural technology in our time is to provide responses that prove 'dynamic' not only over the medium-long term, with respect to meeting the growing need for sustainability/reliability /durability, but that are also 'dynamic' within real space and at the present time, in the short term, supporting architecture's equally absolute need to be 'adaptable' and 'resilient' in response to changes

currently affecting the climate and the environment.

Technological culture, therefore, means possessing a thoroughgoing knowledge of the objectives to be pursued through planning, irrevocably linked to a leaning towards a systemic vision of issues, as well as a methodological approach to the strategies to be outlined and promoted, plus an intimate familiarity with the considerations of feasibility and practicality tied to the initiatives to be tested, monitored and built up over time.

For that matter, all the major centres of research and experimentation in the architectural sectors of the developed countries posit the technological approach as a vital factor in the processes of conceptualisation, planning and implementation of any type of initiative meant to transform our existing realities, with the result that the various contexts of *Architectural Tech-*

La concezione innovativa di scenario che è aperta dall'evoluzione del significato di "efficacia" pone in primo piano la questione della 'scarsità di risorse' e tiene in massima considerazione - fino al punto di farla sua nei recenti sviluppi a più ancora in quelli a venire nel prossimo futuro - l'accezione di 'Economia circolare' (asse portante della visione della *Green Economy*) che, secondo il recentissimo Piano di Azione Globale della Comunità Europea, attiene ad un sistema complesso in cui «il valore dei prodotti, dei materiali, dell'energia e delle risorse è mantenuto quanto più a lungo possibile e la produzione di emissioni, inquinamento, scarti e rifiuti è ridotta al massimo» (European Commission, 2017) e in cui, secondo il report della Agenzia Europea per l'Ambiente, centrale è «contrastare il depauperamento delle risorse naturali, re-immettere nel mercato le risorse in dismissione ed agevolare il recupero delle risorse di valore» (European Environment Agency, 2016).

In questo senso protagonista assoluto di tale innovazione è quell'approccio ecosistemico ai problemi, alle questioni in gioco e alle strategie ed azioni per risolverli, che fa fundamentalmente riferimento alla visione di tipo '*Life Cycle*' strutturante il senso stesso di 'sostenibilità' di uno sviluppo (Torricelli, 2008) capace di sostanziare la 'circolarità' del sistema economico, la 'mitigabilità' della crisi climatica, l'efficienza della questione energetica, la 'capitalizzabilità' del patrimonio naturale, la 'inclusività' del benessere e la 'rigenerabilità' delle città; e di includere il concetto di 'Costo ambientale' in tutte le strategie e azioni da questi assi sottese.

Vi è un'altra serie di considerazioni che posiziona approccio e ruolo della Cultura tecnologica al centro del fare ricerca e sperimentazione sulle questioni energetico-ambientali: la capacità

di stabilire - insieme, in modo dialettico e reciprocamente interrelato - le necessarie e ormai imprescindibili condizioni d'interfaccia tra i caratteri dell'oggetto dell'intervento progettuale e i tre ambiti "macroambientale" esterno, "microclimatico" locale ed "esigenziale" interno dell'utenza (Pallasmaa, 2010). In particolare quello dei tre che occupa la posizione centrale - l'ambito di strategie e azioni che assolve alla capacità di stabilire un'interfaccia consapevole con le condizioni microclimatiche locali, fino a spingersi a conoscerle, controllarle e indirizzarle nell'immediato intorno e interno del progetto - sta dotando la cultura tecnologica di nuovi strumenti, che affinando progressivamente le modalità di simulazione e valutazione di tali condizioni ai vari livelli scalari contribuiscono ad accrescere la piena consapevolezza dei ruoli dei sistemi immessi negli interventi trasformativi in termini prestazionali e comportamentali degli organismi architettonici e urbani nel loro complesso.

Si approda così ad una rinnovata 'visione' - più responsabile nei confronti della qualità della vita e più consapevole delle questioni epocali energetico-ambientali - dove la Cultura tecnologica fa sue tutte le istanze del futuro e delle sorti dell'Ambiente, delle quali diventa non solo supporto ma elemento portante, dove la percezione degli elementi-chiave caratterizzanti l'apporto equilibrato a un miglioramento della *life and environmental quality* (El-Khouiry et al., 2012) sia basato su concetti quali riduzione, separazione, conservazione, riutilizzo, riqualificazione e rigenerazione in antitesi ai dominanti principi, tipici delle città e degli ambiti artificiali "non responsabili", di aumento (dei consumi, della popolazione, della densità...), di saturazione (degli spazi, del costruito, dei servizi...), di dissipazione (dell'energia, delle risorse, dell'economia...) e di spreco (di materiali, di rifiuti, di risorse primarie...).

nology, Baukonstruktion, Technologie de l'Architecture and Construcción en Arquitectura represent not only a disciplinary realm (albeit one with a marked interdisciplinary bent) but, even more to the point, the logical and cultural dimension within which the various manifestations and characteristics of planning are coordinated and brought into focus.

Innovative approaches, paths of research and experimentation in progress (F.T.)

In identifying the innovative features displayed by technological culture as it addresses and develops research and experimentation on environmental and energy-related topics, the first observation to be made is its ability to simultaneously pursue three different categories of "advanced" objectives involving performance: the *efficiency* of

initiatives in terms of controlling yields and results; the overall *effectiveness* of strategies in light of assessments of the ratio between the efficiency achieved and the quantities of resources involved and utilised in the processes enacted to reach those results; the *satisfaction* of the users of those conditions of efficiency as they perceive, or even become involved in, the new dimensions of effectiveness.

The innovative approach to conceptualisation of scenarios brought about by the evolution in the meaning of *effectiveness* highlights the issue of 'scarce resources' while placing the utmost importance - to the point of absorbing it in recent developments, a trend that shall become even more pronounced in the near future - on the framework of the 'Circular Economy' outlook (a cornerstone of the vision of a *Green Economy*), an outlook that, according to the

recent Global Action Plan of the European Community, points to a complex system in which, «The value of products, materials, energy and resources is maintained for as long as possible, while the production of emissions, pollution, scrap and waste is reduced to the greatest possible extent» (European Commission, 2017), with key importance placed on, «Contrasting the impoverishment of natural resources, reintroducing discarded resources onto the market and facilitating the recovery of resources of value» (European Environment Agency, 2016).

Seen in this light, the key ingredient to a similar innovation is the eco-systemic approach taken to the problems and issues addressed, as well as to the strategies and initiatives enacted to resolve them, an outlook that essentially consists of a 'Life Cycle' vision able to provide the structure for the

fundamental 'sustainability' of a mode of development (Torricelli, 2008) that succeeds in supporting the 'circularity' of the economic system, together with the potential for mitigating the climate crisis, for increasing energy efficiency, for capitalising on natural resources, for making wellbeing more inclusive while regenerating cities, with the concept of 'environmental cost' becoming an integral part of all the strategies and actions underlying such efforts.

Another series of considerations that confirms the central role and importance of cultural technology when it comes to carrying out research and experimentation on issues involving energy and the environment is the capacity to determine, doing so jointly, in a dialectic, reciprocally interrelated manner, the necessary, indeed, increasingly unavoidable, conditions of interface between the features of the

Alcune esemplificazioni della traduzione in essere dei principi sopra enunciati sono le ricerche e sperimentazioni prodotte dalla Tecnologia dell'Architettura e dalla Progettazione Tecnologica che da anni si stanno sviluppando e stratificando nel mondo e in Italia (Matteoli, Peretti, 2013; Losasso, 2014; Lucarelli, Mussinelli, Trombetta, 2016) e che recentemente si stanno concentrando su diversi assi strategici: sulla riduzione delle emissioni climalteranti, dei consumi energetici e dei costi di gestione, dell'impiego di risorse materiali e immateriali; sulla separazione e raccolta razionalizzate degli scarti materiali in genere e sulla gestione delle fasi del ciclo di vita a tutti i livelli e a tutte le scale, del componente, dell'edificio, del comparto urbano, della città, del territorio; sulla "conservazione" e valorizzazione della qualità della vita e dell'ambiente attraverso azioni quali l'ampliamento, sviluppo e diffusione dell'energia pulita da fonti rinnovabili, della qualità bioclimatica degli spazi confinati, intermedi ed esterni e del benessere ambientale in senso più ampio; sul riutilizzo dei materiali riciclati e dei componenti edilizi da dismissione o da avanzo di cantiere; sulla riqualificazione del patrimonio esistente da rifunzionalizzare, recuperare, riusare e mantenere; e sulla rigenerazione dei comparti urbani e delle città.

Sulla messa a fuoco delle nuove linee di ricerca tecnologica e di sperimentazione progettuale alle questioni energetico-ambientali, l'attenzione si sta spostando sulla combinazione di cinque piani, che trova l'innovazione non solo nei singoli punti in sé, ma soprattutto nella loro combinazione progettuale:

1. trasferimento di ricerche interdisciplinari per l'avanzamento dei caratteri di prestazionalità dei sistemi tecnologici dell'architettura, in particolare sul piano dell'aumento delle capa-

cità di 'resilienza' e di 'adattività' ai sempre più pressanti effetti dei cambiamenti climatici e delle sempre più frequenti emergenze ambientali (Hensel, 2013). Sul piano delle linee di ricerca e sperimentazione tecnologico-progettuale *in progress* e in continua evoluzione sull'edificio, va sottolineato infatti che gli sviluppi scientifici e tecnologici più recenti della ricerca sulle proprietà chimico-fisiche dei materiali e nel campo dell'elettrostatica, della microelettronica, della micromecanica, delle nanotecnologie, dell'ottica, dell'olografia, della fluidodinamica e dell'informatica hanno aperto orizzonti e potenzialità totalmente nuovi per la progettazione e realizzazione di involucri architettonici 'dinamici' in grado di dare risposte ai sempre più complessi scenari culturali, esigenziali, prestazionali tratteggiati nella prima parte del contributo (Hausladen, Liedl, Saldanha, 2011). La traduzione *in fieri* degli sviluppi della ricerca prodotti in questi ultimi anni sta portando alla nascita di vere e proprie nuove categorie di prodotti edilizi, che prendono il nome di 'Componenti con materiali a proprietà variabili' (*Variable Property Materials*, VPM) che, tra i tanti risultati tuttora *in progress* di tali sviluppi, rappresentano quelli specificamente pensati e orientati per aumentare le capacità d'interazione dinamica con i fattori ambientali, climatici ed energetici';

2. valorizzazione dei comportamenti bioclimatici naturali passivi degli organismi edilizi visti nel loro complesso e a sistema con gli ambiti urbani e i contesti ambientali (Daniels, 2013), il che comporta, oltre che il miglioramento degli aspetti di benessere ambientale e di vivibilità, anche un abbassamento del fabbisogno energetico stesso degli interi comparti interessati dall'intervento;

subject of any planning effort and the three settings of: the external *macro-environment*, the local *micro-climate* and the internal *needs* of users (Pallasmaa, 2010). In the specific case of the framework that occupies the position of central importance, or that of the strategies and actions that underlie the ability to establish an informed interface with local microclimatic conditions, to the point where they are known, and can be controlled and directed, within the immediate surroundings and confines of a given project, it provides technological culture with new tools that, by gradually refining the procedures for the simulation and assessment of such conditions at various levels of scale, contribute to augmenting full awareness of the roles of the systems engaged in initiatives of transformation, in terms of the performance and behaviour of the architectural and urban organisms as a whole.

The outcome is a renewed vision marked by a greater sense of responsibility with respect to the quality of life, as well as a heightened awareness of epoch-making issues involving energy and the environment, with technological culture taking to heart all the concerns of environmental culture, so that it not only supports the latter, but serves as one of its cornerstones, with the perception of the key characteristics of a balanced contribution to *life and environmental quality* (El-Khoury et al., 2012) being based on concepts such as *reduction*, *separation*, *conservation*, *recycling*, *reclamation* and *regeneration*, all in direct contrast to dominant principles typical of artificial, "non-responsible" cities and other settings, meaning *increase* (of consumption, population, density...), *saturation* (of spaces, building volume, services...), *dissipation* (of energy, resources, the economy...) and

waste (of materials, refuse, primary resources).

Examples of how the principles articulated above are put into practice include initiatives of research and experimentation produced by the Architectural Technology and Design Technology for years, which for years are being developed and stratifying in the world and in Italy (Matteoli, Peretti, 2013; Losasso, 2014; Lucarelli, Mussinelli, Trombetta, 2016), and recently are focusing on several strategic axes: on *reducing* climate-altering emissions, energy consumption and operating costs, as well as the use of tangible and intangible resources; on rationally *distinguishing* and collecting waste materials in general, together with the different phases of the life cycle on all levels and at all scales: the individual component, the building, the urban district, the city, the territory; on *preserving* and

enhancing the quality of life and the environment through initiatives addressing the expansion, development and spread of clean energy from renewable sources, the bioclimatic quality of confined, intermediate and external spaces, along with environmental wellbeing in a broader sense; on *reutilising* recycled materials or construction components from structures no longer in use, plus left-over materials from construction sites; on *upgrading* existing resources, so as to retool, restore reuse and maintain them, and on *regenerating* urban districts and cities.

As the new directions taken by technological research and experimentation in planning have focussed on issues of energy and the environment, attention has shifted to a mix of five different levels on which innovation is to be found not only in the individual points, but, to an even greater extent, in the man-

3. sperimentazione di tecniche, tecnologie, componenti e materiali a sempre più alto valore ecologico e a sempre più bassa energia “grigia” (Petzet, Heilmeyer, 2012), il che comporta indirettamente anche un abbassamento del consumo complessivo di energia impiegata nei processi d’intervento. Ciò è applicabile oggi secondo le più avanzate linee di ricerca a tutti i livelli e a tutte le scale - anzi si può dire ormai in senso ‘a-scalare’, dal componente al territorio - secondo la più profonda accezione della visione *Life Cycle*, nella direzione del *Life Cycle Sustainability Assessment* (Valdivia et al., 2011), che non può che caratterizzare qualsiasi processo di concezione, progettazione e realizzazione degli interventi nelle nostre realtà costruite;
4. ricerca di forme di autoproduzione di energia da fonti rinnovabili sempre più integrate negli organismi edilizi, quindi generate *in situ*, e sempre più basate sull’uso di risorse materiali effettivamente rinnovabili (Shaikh et al., 2014) (ad esempio le celle solari organiche e *dye sensitized* in luogo di quelle al silicio)²;
5. distribuzione e condivisione in rete - in forma sempre più dinamica e diacronicamente adattabile alle esigenze articolate per le differenti tipologie architettoniche, per i vari usi dell’utenza e per i diversi fabbisogni nel corso della giornata e delle stagioni - dell’energia prodotta in forma ‘pulita’ (sottolineando che per ‘pulita’ si intende totalmente - e non parzialmente - priva di emissioni nocive, la principale causa del riscaldamento globale e più in generale delle alterazioni climatiche in atto) (El-Khoury et al., 2012)³. Oggi cominciano a comparire i primi progetti e ad esser messi a punto dalla ricerca strumenti che permettono di creare e - cosa ancor più

importante - di riqualificare edifici e rigenerare insediamenti urbani in grado di autosostenersi e di guardare in prospettiva agli obiettivi di *Net Zero Energy* e *Net Zero Emissions* (Auer, 2015). E soprattutto che permettono di fornire risposte concrete nel prossimo futuro da una parte alla questione della limitatezza delle risorse disponibili, dall’altra alle connesse questioni dei cambiamenti climatici da mitigare e della sfida energetica da soddisfare, con la diminuzione dei fabbisogni e con l’aumento dei fattori di rinnovabilità nella generazione e di efficacia nella gestione/distribuzione in modo ‘dinamico’.

Focus sul terzo termine del trinomio: quali sviluppi per un’interazione Cultura tecnologica /Energia (G.H.)

Oggi disponiamo dunque di tutte le tecnologie per costruire edifici con un fabbisogno di energia minimo senza eccessivi costi aggiuntivi e con una straordinaria capacità di governare i cicli di vita dei loro componenti e di ottimizzare i caratteri della qualità bioclimatica e del benessere ambientale degli spazi interni, intermedi ed immediatamente esterni di loro pertinenza. Tuttavia gli ormai numerosissimi esempi virtuosi realizzati e monitorati evidenziano un nuovo grado di complessità del sistema: è necessario costruire una visione che consideri l’edificio e il suo sempre più complesso involucro nel contesto del suo ambiente urbano e nei rapporti che esso impone (Tucci, 2014). Il maggiore problema della nostra epoca è la generazione e gestione di quella forma di energia che sinteticamente chiamiamo “termica”, rispetto a fabbisogni energetici crescenti che la vedono assoluta protagonista sia dal punto di vista quantitativo (rappresenta circa i tre quarti del fabbisogno complessivo di energia nelle nostre città)

ner in which they are combined in planning:

1. the transfer of interdisciplinary research to achieve further advances in the performance features of the technological systems utilised in architecture, with a particular emphasis on increasing the capacity of ‘resilience’ and ‘adaptability’ in response to the increasingly ominous effects of climate change and the environmental emergencies that occur with ever greater frequency (Hensel, 2013). Looking at the level of the directions being taken in technological and planning research and experimentation efforts currently in progress, as well as their constant evolution on buildings, emphasis should be given to the extent to which the latest scientific and technological developments in research on the chemical-physical properties of materials, as well as in the fields of electrostatics, microelectron-

ics, micromechanics, nanotechnology, optics, holography, fluid dynamics and information technology, have opened totally new horizons and possibilities for the design and construction of ‘dynamic’ architectonic facing able to provide responses to the increasingly complex cultural scenarios, in terms of needs and performance levels, outlined in the first section of the paper (Hausladen, Liedl, Saldanha, 2011). The ongoing translation into practice of the developments generated by research in recent years has led to the birth of nothing less than brand-new categories of construction products, which, having been given the name of ‘variable property materials’, or VPM, offer, among the many results of these developments still in progress, characteristics specifically studied and designed to increase the capacity of such materials for dynamic interaction with

factors involving the environment, the climate and energy⁽¹⁾;

2. enhancement of the natural passive bioclimatic behaviour of building organisms considered both in their entirety and as part of the systems of their urban settings or environmental contexts (Daniels, 2013), all of which entails, in addition to improving factors of environmental wellbeing and liveability, lowering the energy needs of the entire unit involved in the initiative;

3. experimentation with techniques, technology, components and materials of ever increasing ecological value and ever lower levels of “grey” energy (Petzet, Heilmeyer, 2012), this also leads, indirectly, to lower overall consumption of energy in operating procedures, something that can be accomplished by drawing on the most advanced research efforts at all levels and scales - indeed, today scale can

practically be considered to no longer exist, with everything from the individual component to the overall territory being covered - based on the most far-reaching interpretation of the *Life Cycle* vision, in the direction of the *Life Cycle Sustainability Assessment* (Valdivia et al., 2011), which must necessarily characterise any process involving the conceptualisation, planning and execution of initiatives in our constructed realities;

4. research into forms of energy self-production utilising renewable sources increasingly integrated into building organisms, and therefore generated on-site, being based to a growing extent on the use of material resources that effectively prove to be renewable (Shaikh et al., 2014) (such as organic and dye-sensitised solar cells in place of those made with silicon)⁽²⁾;

5. distribution and sharing on networks

sia sul piano della problematicità dei processi rinnovabili di generazione /accumulo /stoccaggio /distribuzione /impiego.

Il vero *focus* è prender consapevolezza che la città offre una vasta gamma di sistemi con diversi livelli di temperature, strutture con fabbisogni e curve di carico alternanti, elementi questi che possono e devono essere messi in stretta relazione da una visione tecnologico-progettuale complessiva.

La simultaneità della richiesta può essere riconsiderata valutando la disponibilità di energia termica derivante da sistemi integrabili tra loro a causa di temperature e curve di carico non coincidenti, così come attraverso il differimento del fabbisogno. Questi aspetti consentono di creare effetti sinergici tra edifici con profili funzionali e intervalli di utilizzo differenti. L'energia può essere presa in considerazione in funzione della "valenza" che essa assume, in rapporto ai sistemi e alle temperature operative necessarie.

Non si tratta quindi di una sfida legata solo alla tecnologia e ai sistemi, bensì alla creazione di un percorso strategico in cui è necessario invertire il processo che sinora abbiamo applicato: fino ad oggi abbiamo tarato la produzione sui fabbisogni di energia imposti dalle caratteristiche costruttive e dai profili funzionali degli edifici. In futuro invece dovremmo calibrare i fabbisogni sulla capacità di produzione rinnovabile e sulla sua differenziata disponibilità temporale.

Dopo anni di sperimentazione e di ricerca è oggi possibile impiegare metodologie del tutto innovative atte a verificare, caso per caso nel rispetto delle specificità di contesto microclimatico e biofisico, gli effetti a scala territoriale delle modalità di generazione delle diverse forme di energia rinnovabile (Rifkin, 2006) che consentano di ottenere, attraverso un sistema di gestione

- in forms that prove increasingly dynamic and adaptable over time to the needs manifested by various categories of architecture, servicing the different functions drawn up by users, as well as the variety of need that can arise in a given day or in the course of the seasons - of energy produced in 'clean' (with emphasis on the fact that 'clean' means *totally* - and not merely partially - *free of harmful emissions*, the main cause of global warming and, more on general, of the climatic alterations currently underway) (El-Khoury et al., 2012)⁽³⁾. Today the first projects are being undertaken, and the research underway is turning out tools that make it possible to create, and even more importantly to upgrade, buildings, in addition to reclaiming urban settlements capable of achieving *self-sustenance* and, with an eye towards the future, of reaching the objectives of *net zero energy* and *net*

zero emissions (Auer, 2015). Above all else, these advances shall provide practical responses, and in the near future, to the issue, on the one hand, of the limited nature of available resources and, at the same time, to the related issues of how to mitigate climate change and how to resolve the challenge of energy by decreasing needs while increasing the factors of *renewable* generation and *effective* management /distribution through a more 'dynamic' approach.

Focus on the third of the three terms: what developments can lead to an interaction of technological culture/energy (G.H.)

Today we have at our disposal all the technology needed to construct buildings requiring minimum levels of energy, without excessive supplementary costs, and with an extraordinary for governing the life cycles of their com-

centralizzato, una quantità cospicua di energia termica ad alta temperatura con enormi potenzialità di distribuzione 'dinamica' che tale tipo di intervento determina. Occorre però cambiare atteggiamento e approccio: vanno condotti *in primis*, con grande umiltà e desiderio di approfondirne la conoscenza, attente analisi del patrimonio edificato esistente, classificandolo per età, tipo di sistemi tecnologici dell'architettura, tipologia degli impianti e temperatura di utilizzo dei sistemi di regolazione termica (riscaldamento e raffrescamento). Tale metodologia consente la suddivisione in comparti che utilizzano determinate forme di energia con alte temperature e altri che possono sfruttare altre forme di energia con i livelli di temperatura del circuito di ritorno. Si ottiene un sistema a cascata che sfrutta tutta l'energia termica disponibile, con effetto finale in termini di ottimizzazione, di efficienza e di risparmio complessivo, che nell'efficacia dei risultati (in termini di rapporto, come si ricordava in apertura, tra efficienza ottenuta e quantità di risorse impiegate per conseguirla) è semplicemente rivoluzionario⁴.

In questo senso l'innesto di nuovi edifici nella città da rigenerare e la riqualificazione e recupero di quelli esistenti possono produrre una serie di interazioni che accrescono l'efficienza delle reti, aumentano il grado di rinnovabilità e riducono complessivamente il fabbisogno di energia primaria.

In passato, la produzione di energia era scarsamente regolabile ed era dimensionata sulla domanda (Kaiser, 2009). La produzione da fonte rinnovabile che oggi trova una crescente applicazione, implica una discontinuità e, in particolare quella generata dalle centrali eoliche e fotovoltaiche, una componente di imprevedibilità. La ricerca nei suoi prossimi futuri sviluppi è senza dubbio fortemente orientata all'adattamento dei fabbisogni al potenziale

ponents and optimising the factors of bioclimatic quality and environmental wellbeing of their internal and intermediate spaces, as well as the external spaces in their immediate proximity. But, at the same time, the large number of virtuous projects carried out and monitored to date point to a new level of systemic complexity: a vision must be formulated that considers buildings and their envelopes within the context of their urban environment, and in terms of the relations made necessary by that environment (Tucci, 2014). The chief problem of our age is the generation and management of the form of energy that, broadly speaking, we can refer to as "thermal", seeing that it holds what is undeniably the leading role, with respect to growing energy needs, in terms of both quantity (accounting for approximately three-quarters of the overall energy needs of our cities)

and with regard to the problems tied to processes of renewable generation /accumulation /storage /distribution /use. The true focus should be to arrive at an awareness of how cities offer a wide range of systems with different levels of temperature, structures with alternating needs and curves of consumption, all factors that can and must be considered in close relationship to an all-encompassing vision of technology and planning.

The simultaneous nature of demands can be reconsidered, assessing the availability of thermal energy from systems that lend themselves to integration on account of the fact that their temperatures and curves of consumption do not coincide, with the further possibility of differentiating energy needs. These considerations make it possible to achieve synergies between buildings with different functional pro-

della produzione e sull'immagazzinamento dell'energia generata. E in questo vi è la centralità della cultura tecnologica del progetto e della sua visione sistemica: soltanto attraverso una gestione molto accurata dal punto di vista progettuale dell'energia, che consideri e associ i profili di carico della produzione e dell'assorbimento superando l'ottica 'tradizionale' meramente impiantistica e rendendo protagonisti i caratteri costruttivi e tecnologico-ambientali dell'architettura associandoli alla tipologia dei fabbisogni, ai livelli di temperatura e all'interazione tra diverse forme di produzione, si potranno ottenere sistemi in grado di autosostenersi e privi di emissioni di CO₂ (Loonen, Trčka, Cóstola, Hensen 2013)⁵.

Le città del passato con le loro strutture e i rapporti che ne derivano, plasmate sulle caratteristiche microclimatiche, biofisiche, ecosistemiche e morfologiche del luogo, costituiscono ancora un'ispirazione indispensabile per concepire le città del futuro e per superare le criticità della città contemporanea. E se la nostra epoca, come abbiamo affermato fin dalle prime riflessioni, ci pone di fronte alle questioni dei cambiamenti climatici e ambientali in atto e della limitatezza delle risorse, *in primis* quelle energetiche, questa condizione di 'costante emergenza' di cui stiamo prendendo coscienza, indirizzati dai più profondi caratteri della cultura tecnologica, può dare origine a soluzioni e idee inedite e inattese, incoraggiare nuove linee di ricerca e sperimentazione, e costituire una grande occasione di sviluppo per la nostra comunità scientifica e soprattutto per la società nel suo complesso. Non facciamoci fermare nella ricerca e nella sperimentazione!

files and intervals of use. The energy can be viewed in terms of the "role" that it plays, based on the systems used and the operating temperature called for. The challenge to be addressed is tied not only to the technology and the systems, but also to formulation of a strategic approach under which the process that we have applied to date is inverted: in the past, production was calibrated in accordance with the energy needs determined by the construction features and the functional profiles of the buildings, whereas in the future we must calibrate energy needs on the basis of a capacity for renewable production and a differentiated availability over time. After years of experimentation and research, today absolutely innovative methods can be used to determine, on a case by case basis, so as to reflect the specific features of the microclimatic and biophysical context, the effects on

a territorial scale of procedures used to generate different forms of renewal energy (Rifkin, 2006) that make it possible to obtain, through a system of centralised management, a noteworthy quantity of thermal energy at a high temperature, complete with the enormous potential for the 'dynamic' mode of distribution that is a part of such initiatives. But for this to occur, there must be a change in attitude and approach. First of all, attentive analysis of the existing housing stock must be carried out, without any preconceptions, but only a desire for more thorough, in-depth knowledge, classifying the structures by age, the technological systems used in the architecture, the types of plant-engineering systems involved and the operating temperature of the systems of thermal regulation (heating and air-conditioning). This methodology makes it possible to dis-

NOTE

* in collaborazione con Elisabeth Endres e Daniele Santucci

¹ Tra gli involucri con materiali a proprietà variabili' (*Variable Property Materials*, VPM) possiamo annoverare le 10 categorie di componenti d'involucro più significativi e promettenti per gli sviluppi del prossimo futuro:

- i componenti fotocromici, termocromici ed elettrocromici quali testimoni avanzati della ricerca nel campo dei 'materiali cromogenici', capaci di integrare con gli effetti termici dei fattori ambientali quali il soleggiamento e la ventilazione mutando in tempo reale il loro stato chimico-fisico da una configurazione trasparente a opacizzata e in alcuni casi addirittura cromaticamente caratterizzata;
- i 'materiali a cambiamento di fase' (*PCM Phase Change Materials*), capaci di modificare il proprio stato chimico-fisico da solido a liquido ad areiforme a plasmatico e viceversa, a seconda della quantità di calore assorbita che diventa 'calore latente' nei periodi caldi e 'calore ceduto' nei periodi freddi;
- i componenti traslucidi di 'aerogel', la categoria dei materiali artificiali più leggera al mondo, pesante solo quattro volte l'aria, con una trasmittanza termica incredibilmente bassa;
- i materiali a base di 'gel dinamico', capace di opacizzarsi all'aumentare del calore (solitamente, ma non esclusivamente, impresso sull'involucro dall'irraggiamento solare);
- i componenti 'traslucidi dinamici' ad elevata capacità d'isolamento termico (*TIM Transparent Insulating Materials*), messi a punto per l'applicazione in architettura già da vent'anni ma sui quali la sperimentazione e il perfezionamento delle prestazioni continuano senza sosta, nella loro duplice applicabilità 'dinamica' su involucri massivi opachi o su involucri semiopachi ad elevata capacità di diffusione della luce;
- le tinte e vernici 'cromaticamente variabili' a seconda dell'irraggiamento solare incidente nella sua componente termica, ossia del calore assorbito e della temperatura superficiale dell'involucro con essi trattato;
- i vetri 'dielettrici' che, a seconda del materiale, sono in grado di produrre polarizzazioni elettriche di tipo ionico, elettronico, di orientazione o di carica spaziale nella componente d'involucro in cui sono impiegati;

tinguish between sets of structures that utilise certain forms of energy at high temperatures and others that can draw on other forms of energy with temperatures at the levels of return-flow circuits. The result is a cascade system that takes advantage of all the available thermal energy, with an ultimate effect, both in terms of optimising efficiency and savings overall, and as and as regards the effectiveness of performance levels (meaning the relationship, as indicated at the start of the paper, between the level of efficiency obtained and the quantity of resources employed to do so) that is nothing short of revolutionary⁽⁴⁾.

Under a similar approach, the introduction of new buildings into cities to be renewed and upgraded, together with the restoration of existing buildings, can produce a series of interactions that increase the efficiency of the

networks, heightening level of energy renewal while increasing the overall amount of primary energy required.

In the past, there was little regulation of the production of energy, whose level simply reflected demand (Kaiser, 2009). Production from renewable sources, an approach taken with increasing frequency at present, necessarily entails a certain discontinuity, especially in the case of wind and photovoltaic power, along with an element of unpredictability. Research on upcoming advances will undoubtedly pay close attention to adjusting energy needs to reflect the potential for production, as well as the capacity to store the energy generated. Herein lies the central role of technological culture, with its systemic approach, in planning, as only through a very precise management of energy, in terms of the planning component, with consideration and amalgamation of the

- i vetri 'prismatici dinamici', in grande sviluppo nel campo della regolazione della cosiddetta 'selettività angolare' dei raggi solari orientata a produrne il ri-direzionamento e la penetrazione in profondità verso gli ambienti interni, o la riflessione verso l'esterno, a seconda dei momenti della giornata e dell'anno;

- gli 'isolamenti con conduttanza variabile' (*Variable Conductance Insulation*, VCI), sui quali Thomas Potter ha affermato: "i componenti VCI possono ampliare lo scambio termico regolato dalla superficie esterna dell'edificio dal 30% circa fino al 90% dell'intera superficie di parete e copertura";

- i 'vetri con grado di trasmittanza variabile' (*Variable Transmittance Glas*, VTG), e i 'diodi a convezione variabile' (*Variable Convection Diodes*, VCD). Inoltre, scartando dalla dimensione dei componenti a quella di interi sistemi-parete o sistemi-copertura in grado di interagire dinamicamente al variare delle condizioni climatico-ambientali, va anche sottolineata l'importanza delle sperimentazioni relative a:

- pareti 'solari ad aria dinamiche' (al momento stanno conoscendo un interessante processo di evoluzione e di sviluppo i *Dynamic Trombe Walls*), capaci di imprimere ai caratteri prestazionali consolidati dei muri solari passivi la capacità di interagire in tempo reale con le dinamiche mutazionali dei fattori ambientali, *in primis* quelle del soleggiamento nel corso della giornata e delle stagioni;

- involucri integrati con micromotori, collegati potenzialmente sia all'azione e alla regolazione degli utenti sia a reti di *building management system*, quali elementi-chiave di un sistema capace di recepire attraverso sensori e reti informatiche (interne all'edificio o appartenenti ad un *network* esterno più ampio e complesso) dati e informazioni sulle condizioni ambientali per le quali sono programmati e di trasmetterle in tempo reale agli 'attuatori', che rendono possibile attraverso l'azione dei micromotori stessi la trasformazione anche su piccolissima scala della configurazione di parti dell'involucro.

² Le riflessioni sulla messa a sistema e della redistribuzione delle risorse generate in modo rinnovabile, a cominciare dalla centralità della loro accessibilità, aprono di necessità e con grande slancio alla ricerca di un rinnovato concetto di sostenibilità, dal triplice valore ambientale, sociale ed economico e in grado di dialogare con i tre termini chiave di equità, inclusività, e

levels of production and consumption, so as to move beyond the 'traditional' outlook focussed solely on plant-engineering considerations, bringing into play the construction and technological-environmental features of the architecture, so as to associate them with the types of energy needs, the temperature levels and the interaction between the different forms of production, in this way obtaining systems able to sustain themselves and without any CO₂ emissions (Loonen, Trčka, Cóstola, Hensen 2013)⁽⁵⁾.

The cities of the past, with their structures, as well as the relations that arose from the same, having been moulded to reflect the microclimatic and biophysical characteristics of the site, as well as its eco-system and morphology, provide an indispensable inspiration for conceptualising the cities of the future, in order to overcome the nagging

problems of today's cities. And if our epoch, as we have stated right from our earliest reflections, presents us with the challenge of issues of ongoing changes in the climate and the environment, as well as the limited nature of resources, chief among them those used for energy, then this condition of 'unceasing emergency', of which we are becoming increasingly aware, harnessed to the most meaningful features of technological culture, can give rise to new and unexpected solutions and ideas, encouraging new directions of research and experimentation, in what would constitute a major opportunity for the development of the scientific community and, more importantly, for that of society as a whole.

We must not allow our research and experimentation to be stopped!

adattività, che guardi alla questione dell'Energia - terzo termine-chiave del titolo del presente contributo - come ad uno dei nodi-chiave epocali da affrontare e risolvere anche ricorrendo ad un modo totalmente nuovo di pensare, concepire e percepire la città, che tiri in ballo le *criticità* presentate e le *opportunità* offerte dalla questione energetica in rapporto al paesaggio urbano contemporaneo.

³ Dobbiamo registrare che la questione della tradizionale distribuzione dell'energia con partenza centralizzata e diffusione ed estensione senza soluzione di continuità stia lasciando concettualmente il posto ad un sistema a rete materiale e immateriale, fatto di un insieme di assi e infrastrutture pubbliche forti ed efficienti, che uniscono nodi e coaguli urbani a dimensione più "umana", dove accessibilità, equilibrio ambientale, efficienza energetica, efficacia bioclimatica, comfort degli spazi aperti e confinati, valore sociale, sicurezza e solidarietà possano essere salvaguardati ed ottimizzati. Di più, per lo sviluppo delle prestazioni "immateriali" di un insediamento responsabile e sostenibile, avanzano con forza le suggestioni offerte dall'impiego intelligente delle *smart grid*, quali sistemi di reti che - per definizione - sono in grado di integrare intelligentemente le azioni di tutti gli utenti connessi - produttori e consumatori - al fine di distribuire energia in modo efficiente, sostenibile, economicamente vantaggioso, e sicuro.

⁴ Gli studi devono riguardare la tipologia, l'età, i sistemi tecnologici, la qualità degli involucri di tutti gli edifici di quel determinato comparto urbano oggetto d'intervento, e di conseguenza la densità e distribuzione dei consumi. Successivamente vengono quantificati sia il potenziale energetico ricavabile da fonti rinnovabili, sia le risorse energetiche che si rendono disponibili da processi di lavorazione industriale, dalla termovalorizzazione distribuita, nonché da tutti i fattori di generazione dell'energia in modo naturale, passivo e, per dirlo in una parola, bioclimatico. I risultati dell'analisi e della quantificazione vengono associati alle risorse disponibili e messi in relazione alla rete che integra le componenti e ne sfrutta gli effetti sinergici. Elemento essenziale di questa strategia è l'analisi e il confronto tra la domanda e l'offerta. Per offerta si intende la produzione energetica centralizzata, le tariffe, la disponibilità temporale e il suo valore dal punto di vista ecologico.

NOTES

* in collaboration with Elisabeth Endres and Daniele Santucci

¹ We can include among these the 10 categories of the most important and promising envelope components for the immediate future:

- photochromic, thermochromic and electrochromic components as advanced evidence of research in the field of 'chromogenic materials' able to interact with the thermal effects of environmental factors such as solar irradiation and ventilation, changing their chemical and physical state in real time from a transparent configuration to an opaque one, and in some cases even a chromatically characterized one;

- Phase change materials (PCM), able to change their own chemical and physical state from solid to liquid to aeriform to plasma and vice versa, depending on the amount of heat absorbed which be-

comes 'latent heat' during hot periods and 'transferred heat' in cold periods;

- the transparent components of aerogels, the lightest category of artificial materials in the world, only four times heavier than air, with an incredibly low thermal transmittance;

- dynamic gel-based materials, able to become opaque as heat increases (usually, but not exclusively, transmitted to the envelope by solar irradiation);

- Transparent insulating materials (TIM), already designed for use in architecture twenty years ago but the experimentation and performance fine tuning of which continue uninterruptedly, in their dual 'dynamic' applicability on opaque large-scale envelopes and on semi-opaque, high light-diffusing envelopes;

- 'chromatically-variable' tints and paints depending on the solar irradiation affecting its thermal component,

gico. Per domanda si intende invece il profilo di carico delle diverse forme di energia, termica ed elettrica, richieste. Intersecandosi, le due categorie creano un'interfaccia processuale che potremmo definire 'della gestione dinamica': si tratta dell'analisi e della definizione dei profili di carico, della gestione dei picchi e dell'accumulo temporaneo di energia.

⁵ Nella fase di concepimento del progetto è imprescindibile considerare la forma e i rapporti delle strutture urbane nel loro complesso, così come l'ottimizzazione progettuale delle reti e delle infrastrutture energetiche esistenti, cercando la combinazione ottimale per metterle in relazione, anzitutto ampliando i limiti del sistema e ridisegnando i confini del bilancio energetico. Gli obiettivi fondamentali del processo di progettazione restano in ogni caso la qualità del progetto e la considerazione delle caratteristiche climatiche del luogo in cui interveniamo poiché la durabilità degli edifici e la loro adattabilità al contesto e alle sempre più frequenti pressioni emergenziali di tipo ambientale, climatico e sociale sono elementi fondamentali di un intervento che possa essere considerato sostenibile.

REFERENCES

Auer, T. (2015), "Klimagerechtes Bauen | Costruire sostenibile", in Battisti, A., Andres, E., Santucci, D., Tucci, F., *Energie: Bedrohung oder Chance für die Europäische Stadtlandschaft? | Energia: Occasione o minaccia per il paesaggio urbano europeo?*, Technische Universität München Verlag, München, pp. 86-97.

Daniels, K. (2013), *Advanced Building Systems*, Birkhäuser Architecture Verlag, Basel, Boston, Berlin.

EC (European Commission) (2017), *Report on the Implementation of the Circular Economy Action Plan*, Brussels [COM(2017)33].

EEA (European Environment Agency) (2016), *Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base*, EEA Report, n. 2.

El-Khoury, R., Marcopoulos, C., Moukheiber, C. and Adams, D. (Eds.) (2012), *The Living, Breathing, Thinking, Responsive Buildings of the Future*, Thames & Hudson, London.

in other words on the heat absorbed and on the surface temperature of the coated envelope;

- 'dielectric' glass which, depending on the material, is able to produce electric ionic, electronic, orientational or spatial load polarisation in the envelope component it is used in;
- 'dynamic prismatic' glass, in major expansion in the field of regulation of the so-called angular selectivity of sun rays aimed at generating re-directioning and in-depth penetration towards internal environments, or reflection towards the outside, depending on the times of the day and year;
- Variable conductance insulation (VCI) about which Thomas Potter stated: "VCI components can expand thermal exchange regulated by the building's external surface from approximately 30% to 90% of the whole wall and roof surface area";

- Variable transmittance glass (VTG), and variable convection diodes (VCD). Moving from the size of components to that of whole wall-systems or roof-systems able to interact dynamically in accordance with changes in climatic and environmental conditions, the importance of experimentation related to the following must also be stressed:
- 'dynamic-air solar' walls (at the present time, dynamic trombe walls are undergoing interesting evolution and development), able to transfer to the consolidated performance features of passive solar walls the capacity to interact in real time with environmental factor changes, above all changes in sunlight during the day and seasons;
- envelopes featuring micromotors potentially linked to both user and network operation and regulation of building management systems as the key elements of a system able to receive

Hausladen, G., Liedl, P. and Saldanha, M. (2011), *Klimagerecht Bauen: Ein Handbuch*, Birkhäuser Verlag, Basel.

Hensel, M. (2013), *Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment*, AD Primers, John Wiley & Sons, Ltd, Publication, Chichester, West Sussex.

Herzog, T. (2010), *Architecture+Technology*. Prestel Verlag, Munich, London, NewYork.

Jourda, F.H. (2010), *Petit Manuel de la Conception Durable*, Archibooks + Sautereau Editions, Paris.

Kaiser, R. (2009), "Stehen Denkmalschutzauflagen im Widerspruch zur Energieeffizienz?", *Der Holznagel*, n. 6, pp. 25-28.

Kolarevic, B., Parlac, V. (Eds.) (2015), *Building Dynamics: Exploring Architecture of Change*, Routledge, London, New York.

Loonen, R.C.G.M., Trčka, M., Cóstola, D. and Hensen, J.L.M. (2013), "Climate adaptive building shells: State of the art and future challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 25, pp. 483-493.

Losasso, M. (2014), "La ricerca tecnologica per l'architettura: fondamenti e avanzamenti disciplinari", in Claudi de Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in Architettura*, Clean, Napoli.

Lucarelli, M.T., Mussinelli, E. and Trombetta, C. (Eds.) (2016), *Cluster in progress. The Architectural Technology Network for Innovation | La Tecnologia dell'Architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.

Matteoli, L., Peretti, G. (2013), "Quaranta anni di attenzione all'ambiente nella tecnologia dell'Architettura | Forty Years of Environmentally conscious building technology design", *Techne*, n. 5, pp. 35-43.

Pallasmaa, J. (2010), *The Thinking Hand. Existential and Embodied Wisdom in Architecture*, John Wiley & Sons, London.

Petzet, M., Heilmeyer, F. (2012), *Reduce Reuse Recycle*, Architecture as Resource, Hatje Cantz Verlag, Berlin.

Rifkin, J. (2006), "Renewable Energy and the 21st century Architecture Re-

data and information related to environmental conditions for which they are programmed through sensors and IT networks (within buildings or belonging to a wider, more complex external network), and to transmit them in real time to implementors' that allow for transformation of parts of the envelope's configuration, including on a small scale, through the action of the micromotors.

² Reflections on the establishment on a systemic footing of resources generated in renewable fashion, as well as on their redistribution, starting with the central importance of their accessibility, necessarily set the stage, and with noteworthy impetus, for research to seek out a renewed concept of sustainability driven by the triple vector of environmental, social and economic concerns, and which, at the same time, can prove capable of engaging in a dialogue with

the three all-important terms of equity, inclusiveness and adaptability, all with the focus firmly placed on the question of energy – the third fundamental term in the title of this essay – as constituting one of the epoch-making issues to be addressed and resolved, even if this means drawing on a totally new way of thinking, conceiving and perceiving the city, so as to bring into play the problems presented – as well as the opportunities offered – by the issue of energy within the context of the modern-day urban landscape.

³ It should be noted that the traditional paradigm for the distribution of energy, starting from a centralised point of departure, with uninterrupted dissemination and extension, is giving way, in conceptual terms, to a system of tangible and intangible networks consisting of sets of public axes and infrastructures that are strong and efficient,

volution”, *Rassegna. Nuovi orientamenti dell'architettura*, n. 85, pp. 22-35.

Rockström, J. (2016), “Future Earth”, Editorial of *Science*, 22 Jan 2016, Vol. 351, Issue 6271.

Shaikh, P.H., Nursyarizal Bin, M.N., Nallagownden, P., Elamvazuthi I. and Ibrahimù, T. (2014), “A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings”, in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 34, pp. 409-429.

Torricelli, M.C. (2008), “Scienza del progetto di architettura: nuovi paradigmi di ricerca”, in Torricelli, M.C., Lauria, A. (Eds.), *Ricerca Tecnologia Architettura. Un diario a più voci*, Edizioni ETS, Pisa.

Tucci, F. (2014), *Involucro, Clima, Energia. Qualità bioclimatica ed efficienza energetica in architettura nel progetto tecnologico ambientale della pelle degli edifici | Envelope, Climate, Energy. Bioclimatic quality and energy efficiency in architecture in the environmental technological design of building skins*. Altralinea, Firenze

Valdivia, S., Ugaya, C.M.L., Snnemann, G. and Hildebrandd, J. (Eds.) (2011), *Towards a Life Cycle Sustaibnability Assessment. Making informed choices on products*, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

combined with urban nodes and conglomerations set on a more “human” scale, meaning one at which accessibility, environmental balance, energy efficiency, bioclimatic performance, the comfort level of open and confined spaces, social value, safety and solidarity can be safeguarded and optimised. What is more, when it comes to enhancing the “intangible” performance of a responsible, sustainable population centre, increasing weight is being given to the points of strength exhibited by the intelligent use of smart grids, meaning network systems that, by definition, are capable of integrating, in intelligent fashion, the actions of all the connected users – both producers and consumers – in order to distribute energy in a manner that proves efficient, sustainable, economically advantageous and secure.

⁴ The studies should address the type,

the age, the technological systems and the quality of the facings of all the buildings of an urban unit involved in a given project, also considering, as a consequence of the above factors, the density and distribution of consumption. Subsequently, attention shall be turned to quantifying both the potential energy to be drawn from renewable sources and the energy resources made available by processes of industrial treatment and by the distribution of energy-from-waste, as well as all by all the factors involved in the generation of energy in a natural, passive manner or, in a word, in bioclimatic fashion. The results of the analysis and the quantification are viewed within the context of the available resources and considered in terms of a network that combines the various components and exploits their synergistic effect. A key element of this strategy is the comparison and contrast

of the supply and demand, with supply referring to the centralised production of energy, to fee levels, to availability over time and to the value of the energy in ecological terms. Demand, on the other hand, regards the load levels of the different forms of energy required, both thermal and electric. The intersection of the two categories created a procedural interface that can be referred to as ‘dynamic management’, involving, as it does, the analysis and determination of the load profiles, the management of the peak load times and the temporary accumulation of energy.

⁵ During the conceptual phase of the project, it is vitally important that consideration be given to the form and interrelations of the urban structures as a whole, as well as to optimisation of the design of existing energy networks and infrastructures, in search of the most effective way of combining them, with

an eye, first and foremost, to expanding the limits of the system and reformulating the boundaries of the energy balance. In any event, the fundamental objectives of the planning and design process remain the quality of the design and the consideration given to the characteristics of the climate of the site where we are undertaking a given effort, seeing that the durability of the buildings and their capacity to adapt to the surrounding context, as well as to the increasingly frequent pressures occasioned by environmental, climatic and social emergencies, are key factors in any initiative worthy of being deemed sustainable.

Francesco Fiorito^{a,b}, Mattheos Santamouris^{a,c},

^a Faculty of Built Environment, University of New South Wales, Sydney (Australia)

^b Department of Civil, Environmental, Land, Building Engineering and Chemistry, Politecnico di Bari, Bari (Italy)

^c Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, Greece

f.fiorito@unsw.edu.au
msantam@phys.uoa.gr

Introduzione

Secondo gli ultimi aggiornamenti statistici sulla crescita della popolazione mondiale, si prevede che entro il 2050 gli abitanti in aree urbane aumenteranno di circa 2,5 miliardi di unità, e che quasi due terzi della popolazione vivrà in città (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014). Occorre notare che oggi solo poco più della metà della popolazione mondiale vive in aree urbane, sebbene il 75% dei consumi globali di energia primaria e il 50-60% del rilascio totale di gas serra in atmosfera provengano dal territorio antropizzato. Pertanto, il miglioramento della sostenibilità delle città non solo rappresenta una delle principali sfide del XXI secolo, ma costituisce un'opportunità stimolante per l'intero mondo dell'architettura, e un imperativo per l'attualità ed il futuro della ricerca architettonica. In questo contesto globale, uno dei problemi più pressanti è rappresentato dai cambiamenti climatici a scala globale e locale, che producono oneri notevoli per gli edifici esistenti e di nuova costruzione, sia in termini di peggioramento delle condizioni di comfort degli ambienti interni, che di incremento dei consumi energetici. Secondo il recente rapporto di sintesi del gruppo internazionale di studio sui cambiamenti climatici (IPCC, 2014), la probabilità di un incremento sostanziale delle temperature medie globali dell'aria, dovuto alle emissioni in atmosfera di gas serra originati dalle attività antropiche, è estremamente elevata. A seconda degli scenari previsti di emissioni in atmosfera di gas serra, la temperatura media globale dell'aria subirà un incremento compreso tra 1°C e 4°C entro la fine del XXI secolo, relativo ai livelli di temperatura rilevati nel periodo com-

preso tra il 1986 e il 2005. Occorre notare che il limite inferiore del precedente intervallo è relativo ad uno scenario che prevede drastiche riduzioni delle emissioni, mentre il limite superiore sarà raggiunto in assenza di alcun significativo cambiamento dello status quo delle politiche energetiche e di emissioni mondiali. Occorre, inoltre, sottolineare che i dati precedenti si riferiscono a variazioni medie globali della temperatura dell'aria e che, in ambiente antropizzato, l'incremento potenziale di temperatura dell'aria potrebbe risultare ancora più elevato. Difatti, in aree urbane, il calore sensibile dovuto alle attività antropiche e all'irraggiamento solare viene accumulato dalle superfici degli edifici e dalle pavimentazioni esterne e rilasciato localmente in atmosfera. Questo fenomeno è noto come Isola di Calore Urbana (ICU) e produce un ulteriore incremento della temperatura ambientale di picco pari a fino a 10°C, come documentato da diversi studi svolti nelle principali aree urbane mondiali (Santamouris e Kolokotsa, 2016). Inoltre, i cambiamenti climatici producono non solo l'aumento delle temperature medie e di picco, ma anche l'aumento della probabilità di occorrenza di eventi catastrofici e una maggiore variabilità dei tassi di precipitazioni piovose. Come reazione a catena, comfort, vivibilità, consumi energetici, e in generale la salute della popolazione residente in aree urbane vengono esponenzialmente peggiorati. Occorre, pertanto, ricercare soluzioni per far fronte ai sopramenzionati problemi e la ricerca nella progettazione e nella tecnologia dell'architettura è sempre più orientata verso la definizione di strategie per limitare gli effetti negativi di cambiamenti climatici e ICU. Difatti una nuova coscienza ambientale si sta gradualmente diffondendo tra

HIGH PERFORMANCE TECHNOLOGIES AND THE FUTURE OF ARCHITECTURAL DESIGN

Introduction

It is expected that by 2050 the World's urban population will increase of nearly 2.5 billion units, and that almost two third of the population will live in urban areas (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014). It is, also, worth noting that today only a little more than half of the population lives in urbanized areas, but that current cities consume about 75% of the world's primary energy and release about 50 to 60% of the world's total greenhouse gases. Therefore, improving sustainability of the cities is one of the key challenges of XXI century, a stimulating opportunity for architecture profession, but an imperative for current and future architectural research. Within this context, one of the most pressing issues is represented by local and global climate change, which produces an increased

burden on the existing and new building stock in terms of both occupants' comfort and energy demand. Following the latest reports available, it is likely that anthropogenic greenhouse gas emission will produce a substantial increase of the global average temperatures in the next decades. Depending on the forecasted pathways of greenhouse gas emissions, the global average temperature is expected to show an increase between 1°C and 4°C by the end of XXI century in comparison to the temperature levels experienced in the period 1986-2005 (IPCC, 2014). It is worth noting that the lowest limit of the previous range can only be met if stringent measures are taken, while the upper limit will be reached if no significant change will be made to current emission scenarios. The expected temperature change is even higher in anthropogenic environment, where

the additional heat accumulated and released by urban fabrics results in increased ambient temperatures. This phenomenon is known as Urban Heat Island (UHI) and works in tandem with climate change, providing an additional rise of the peak ambient temperature of up to 10°C, as documented in several studies carried out in major cities around the world (Santamouris and Kolokotsa, 2016). Moreover, climate change phenomenon produces not only the increase in annual and peak ambient temperatures, but also the increase of probability of occurrence of catastrophic events a higher variability of rates of precipitations. As a chain reaction, comfort, liveability, energy consumptions, and in general population health in cities will exponentially worsen. It is, therefore, imperative to find solutions to cope with these issues and the research in

progettisti e il ravvivato interesse nello studio delle prestazioni degli edifici è un indicatore chiave della rinnovata consapevolezza verso questi temi. Nello specifico, lo studio delle tecnologie ad alte prestazioni e il loro rapporto con le strategie complementari di mitigazione e adattamento degli effetti a cambiamenti climatici e ICU rappresentano i nuovi fili conduttori della ricerca in questo campo; questi sono brevemente delineati nei paragrafi che seguono. Ciò costituisce una prima riflessione sul contributo futuro che la ricerca nella progettazione tecnologica dell'architettura sarà in grado di fornire al dibattito globale in architettura.

Tecnologie ad alte prestazioni e mitigazione degli effetti dell'isola di calore urbano e dei cambiamenti climatici

Il termine mitigazione include la serie di azioni intraprese per limitare l'entità dei cambiamenti climatici globali e locali. Quattro approcci specifici vengono, in genere, adottati con questo obiettivo; questi includono la riduzione dell'assorbimento della radiazione solare – mediante un aumento della riflessione solare degli involucri edilizi e delle pavimentazioni esterne –, l'aumento degli effetti di evapotraspirazione nell'ambiente costruito, la dissipazione del calore in eccesso generato dalle attività umane mediante l'utilizzo di dissipatori di calore, e in generale, la riduzione delle emissioni antropogeniche di calore (Akbari e Kolokotsa, 2016; Santamouris e Kolokotsa, 2016). I precedenti approcci, si traducono, quindi, in altrettante linee di ricerca, nelle quali risulta fondamentale lo studio e l'applicazione di tecnologie ad alte prestazioni, quali verde urbano, materiali riflettenti, e rivestimenti e materiali intelligenti innovativi. Uno studio di 220 progetti su larga scala, condotto mediante campagne di monitorag-

gio o simulazioni, mostra che le attuali tecnologie applicate ai tessuti urbani nuovi ed esistenti sono in grado di generare una riduzione delle temperature di picco dell'aria pari a fino 2-3°C (Santamouris et al., 2016). Sempre nello stesso studio viene riscontrato come i massimi benefici in termini di mitigazione della ICU sono ottenuti dall'applicazione di tecnologie che sfruttano sistemi ad acqua e tecniche di verde urbano, ma che il potenziale di mitigazione si amplifica aggregando più tecniche tra loro (Santamouris et al., 2016). Tuttavia, occorre sottolineare come, tra le tecnologie attualmente disponibili, non ce ne sia ancora alcuna in grado di sovvertire completamente gli effetti negativi della ICU in contesti antropizzati densi. Pertanto, occorre studiare soluzioni progettuali innovative che prevedano una rivisitazione globale della forma delle città e l'adozione di materiali avanzati, in grado di mantenere le superfici esterne dei fronti urbani a temperature inferiori a quelle dell'aria esterna, al fine di farli funzionare da dissipatori di calore. Alcune tecnologie innovative sviluppate con questi obiettivi sono in fase di studio e di applicazione sperimentale. Un esempio relativo ad una nuova tecnologia in fase di sviluppo è rappresentato dai materiali retro-riflettenti (RR). La particolare trama superficiale dei materiali RR determina un incremento della percentuale di radiazione solare riflessa verso la direzione di incidenza della radiazione stessa, ed un incremento della direzionalità dell'albedo. Ne consegue che superfici trattate con materiali RR presentano prestazioni migliori rispetto a quelle ottenute con l'applicazione di rivestimenti riflettenti chiari su superfici verticali. Applicazioni di tali materiali su superfici esterne in aree urbane, sviluppate attraverso modelli computazionali, hanno evidenziato una significativa diminuzione dell'energia immagazzinata nei canyon urbani, in

architectural design and technology is more and more oriented towards the definition of strategies to limit the negative effects of climate change and UHI. *Mitigation* and *adaptation* are two complementary strategies that can be adopted with this aim. Environmental consciousness is gradually spreading among architects and designers. The understanding of building performance is a key indicator of the change of interest in architecture and the study of high performance technologies represents one of the new drivers of research in this field. In the following paragraphs, innovative high performance technologies applied to mitigation and adaptation strategies are outlined. This constitutes a reflection on the future contribution that research in architectural technology can provide to the global debate in architecture.

High performance technologies and mitigation of UHI and climate change
Mitigation comprises the set of actions undertaken to limit the magnitude of UHI and climate change. Four specific approaches are generally adopted to tackle this issue. These include the decrease of absorption of solar radiation – by means of an increase of solar reflectance of building fabrics and pavements –, the increase of the evapotranspiration phenomena in the built environment, the dissipation of the surplus heat generated by human activities by means of the use of heat sinks, and in general the reduction of the anthropogenic emissions of heat (Akbari and Kolokotsa, 2016; Santamouris and Kolokotsa, 2016). The above-mentioned approaches result in interesting lines of research in which the study and application of high performance technologies, such as urban greenery, cool materials and

coatings and innovative smart materials is crucial. Results from 220 large scale project, conducted by means of either monitoring campaigns or simulations have shown that current technologies applied to urban fabrics are able to produce a drop in peak ambient temperatures of up to 2-3°C (Santamouris et al., 2016). Although the maximum benefits in terms of UHI mitigation could be achieved by technologies that exploit water systems and urban green, the mitigation potential drastically increase when more technologies are combined together (Santamouris et al., 2016). However, all the available technologies are not yet able to completely counterbalance the negative effects of the UHI in dense cities. Therefore, more efficient solutions involving both the radical change of the shape of future cities and the adoption of advanced materials should be found. The goal is to de-

velop materials able to keep the urban surfaces' radiant temperatures below the values of ambient temperature, to let them act as a heat sink. Some new technologies are under development and assessment. An example is represented by Retro-Reflective (RR) materials. The specific surface pattern of RR materials enhances the percentage of reflected radiation pointing towards the incidence direction. Therefore, this technology has better performances than traditional cool white technologies applied in vertical surfaces, showing an overall directional albedo. Models of application of these materials in urban fabric elements have revealed a significant decrease in the energy stored in the urban canyon in comparison with traditional technologies (Rossi et al., 2016). Another technology which is already mature to be implemented in real-scale projects is Photovoltaic (PV).

confronto a tecnologie tradizionali (Rossi et al., 2016). Un'altra tecnologia che è già matura per essere applicata in progetti a scala reale è quella fotovoltaica (FV). Diversi esempi di sistemi fotovoltaici integrati negli edifici applicati a superfici involucri verticali e orizzontali possono essere ritrovati in letteratura scientifica e nella pratica professionale. Tuttavia, questa tecnologia può essere vantaggiosamente utilizzata per la realizzazione di pavimentazioni esterne innovative. In una installazione sperimentale, sono stati valutati i benefici di una pavimentazione FV, dimostrando una riduzione di circa 5°C della temperatura superficiale e di circa 1°C di quella ambientale in confronto a pavimentazioni tradizionali (Efthymiou et al., 2016). I vantaggi di questa tecnologia possono essere ulteriormente incrementati se l'energia prodotta dal sistema fotovoltaico viene utilizzata per alimentare un impianto termoelettrico, capace di ridurre i picchi di temperature superficiali massime e minime.

Tecnologie innovative adattive

L'adattamento è il processo evolutivo tipico degli organismi viventi attraverso il quale essi reagiscono alle condizioni ambientali imposte, modificando le proprie caratteristiche fisiche visibili o fenotipi. Mentre al giorno d'oggi la biologia sta diventando fonte di ispirazione per il pensiero tecnologico (Bar-Cohen, 2006), il concetto di adattamento si sta diffondendo sempre di più nel campo della ricerca architettonica e ingegneristica (López et al., 2017; Knippers e Speck, 2012) e l'involucro edilizio è un candidato naturale per le esplorazioni tecnologiche sull'adattamento. L'adattamento in architettura ha come obiettivo il controllo delle proprietà fisiche di componenti e sistemi edilizi utilizzando gradienti di variabili am-

Several examples of building-integrated PV systems applied to facades and roofs can be found in literature and practice. However, this technology can be beneficially used for creating innovative outdoor pavements. In an experimental installation, the benefits of a PV pavement have been assessed and it was demonstrated a reduction of about 5°C in the surface temperature and of about 1°C in the ambient temperature in comparison to traditional pavements (Efthymiou et al., 2016). The benefits of this technology can be even enhanced if the energy produced by the PV panel is used to feed a thermoelectric system, capable of further cut the peaks in high and low surface temperatures.

High performance adaptive technologies

Adaptation is the evolutionary process typical of living organisms through

which they react to imposed external conditions changing their visible physical characteristics or phenotypes. As nowadays biology is becoming source of inspiration for technological thinking (Bar-Cohen, 2006), the concept of adaptation is spreading more and more in architectural and engineering research (López et al., 2017; Knippers and Speck, 2012) and building envelope is the natural candidate for technological explorations on adaptation. Examples of adaptation involve the control of physical properties of building components and systems using gradients of outdoor environmental variables with the aim of improving outdoor and indoor comfort and liveability and reduce the consumption of energy. Examples of adaptive technologies involve the control of shape, colour, and other surface properties of building components using environmental triggers, such

as ambient and radiant temperature, solar irradiance, and Relative Humidity (RH) gradients. Change of shape is generally linked to the need of users to control indoor comfort conditions (Fiorito et al., 2016). Several prototypes of adaptive morphing skins have been developed and tested. Among these, it is worth mentioning the prototype of a morphing skin controlled by RH gradients. The system, developed in the laboratories of the University of Stuttgart, fully opens at 40±3% RH and closes at 80±3% RH and is based on the hygroscopic properties of timber-based products (Reichert et al., 2015). The benefits of such as this device rely on the embedded intelligence of the system to perform complex movements, which, on the opposites, should be actuated through complex controls and mechanisms. On a similar concept but with a different control variable has

worked Doris Sung, developing a prototype of an urban canopy with tiles composed of thermo bi-metals. In this case the trigger is represented by a temperature gradient of the tiles, produced by the combined effect of the variation of ambient temperature and of absorption of solar radiation. In the case of the prototype developed by Sung, the temperature range for the activation of the change of shape is around 21°C and the ultimate goal is the activation of natural ventilation and solar shading mechanisms (Dent and Sherr, 2014). Colour is another property of architectural components that can be transformed using innovative technologies. Solar energy, in the form of either visible or thermal radiation, is often used to control the performance of these components and to trigger their adaptation. The so-called chromogenic technologies find application in both

worked Doris Sung, developing a prototype of an urban canopy with tiles composed of thermo bi-metals. In this case the trigger is represented by a temperature gradient of the tiles, produced by the combined effect of the variation of ambient temperature and of absorption of solar radiation. In the case of the prototype developed by Sung, the temperature range for the activation of the change of shape is around 21°C and the ultimate goal is the activation of natural ventilation and solar shading mechanisms (Dent and Sherr, 2014). Colour is another property of architectural components that can be transformed using innovative technologies. Solar energy, in the form of either visible or thermal radiation, is often used to control the performance of these components and to trigger their adaptation. The so-called chromogenic technologies find application in both

del rivestimento esterno – della radiazione solare, con conseguente aumento della temperatura radiante. Nel caso del prototipo sviluppato da Sung, l'intervallo di temperatura per l'attivazione del cambiamento di forma è di circa 21°C e l'obiettivo finale è l'attivazione di ventilazione naturale e di meccanismi di ombreggiamento solare (Dent e Sherr, 2014).

Il colore è un'altra delle proprietà di componenti architettoniche che può essere modificata utilizzando tecnologie innovative. L'energia solare, sotto forma di radiazione visibile o termica, è spesso usata per controllare le prestazioni di tali componenti e per attivare il loro adattamento. Le cosiddette tecnologie cromo-geniche trovano larga applicazione nei componenti trasparenti e opachi di involucro edilizio. Tra le tecnologie già mature, i materiali fotoelettrrocromici (Bechinger et al., 1996) sono un esempio di tecnologia emergente, che ha già mostrato notevoli benefici se applicata a superfici trasparenti di edifici, incrementando le condizioni di benessere visivo (Cannavale et al., 2013) e riducendo in maniera significativa il fabbisogno energetico degli edifici (Favoino et al., 2016). Gli effetti termici dovuti all'assorbimento della radiazione solare possono essere sfruttati per attivare variazioni delle proprietà superficiali degli edifici e degli elementi di rivestimento di spazi esterni. Un esempio è rappresentato dall'uso di materiali termocromici, in grado di convertire le superfici esterne da captatori di energia termica (quando il rivestimento presenta una temperatura inferiore a quella di transizione) a riflettenti (quando il materiale si trova ad una temperatura superiore a quella di transizione). Pigmenti termocromici trovano già applicazione nella realizzazione di asfalti a cambiamento di proprietà termiche e risultati sperimentali hanno mostrato una riduzione massima delle temperature superficiali di componenti a

transparent and opaque components. Photoelectrochromic materials (Bechinger et al., 1996) are an example of emerging technology, which has already demonstrated to be beneficial when applied to transparent surfaces of buildings, producing an improvement of visual comfort conditions (Cannavale et al., 2013) and a significant reduction of total building energy demand (Favoino et al., 2016). Moreover, the thermal effects due to the absorption of solar radiation can be used to trigger variations of properties of external surfaces of building and cities. An example is the use of thermochromic materials, which convert surfaces from energy-absorbing (below the transition temperature) to energy-reflecting (above the transition temperature). Applications of thermochromic powders as pigments in asphalt coatings have shown a maximum reduction of

the surface temperature of the component of up to 6.6 °C in comparison to conventional asphalt coatings (Hu and Yu, 2016). In another research, the use of thermochromic pigments in coating was experimentally assessed. Pigments with a trigger temperature of 30°C were tested and, during summer peak conditions, a reduction of 18-20°C was observed in comparison to conventional coatings with same base colour (Karlessi et al., 2009). This was the result of the change of colour of the thermochromic pigment from dark to colourless due to the increase of the temperature of the coating. Such as these coatings, applied to the outer surfaces of building fabrics and outdoor pavements produce double benefits during the winter and summer period. During the summer period, the lighter colour of the coating contributes in reducing the surface temperature of building components,

base di asfalto termocromico pari fino a 6,6°C, in confronto con rivestimenti bituminosi tradizionali (Hu e Yu, 2016). In un'altra ricerca, l'uso di pigmenti termocromici in elementi di rivestimento superficiale di edifici è stato valutato sperimentalmente. In questo caso sono stati utilizzati pigmenti termocromici con una temperatura di transizione pari a 30°C e questi sono stati testati sperimentalmente in regime estivo. È stata osservata una riduzione di 18-20°C rispetto ai rivestimenti convenzionali con lo stesso colore di base (Karlessi et al., 2009). Questo risultato è dovuto al cambiamento di colore del pigmento termocromico da scuro ad incolore, causato dall'aumento della temperatura superficiale. Inoltre questi rivestimenti, se applicati alle superfici involucrali di edifici e a pavimentazioni esterne, sono in grado di produrre un doppio beneficio, sia in regime estivo sia in regime invernale. Durante il periodo estivo, il colore più chiaro del rivestimento contribuisce a ridurre la temperatura superficiale dei componenti, riducendo così temperature esterne e carichi termici di raffrescamento, mentre durante il periodo invernale il rivestimento, non raggiungendo la temperatura di innesco, assume una colorazione scura che incrementa i guadagni solari indiretti e riduce i carichi termici di riscaldamento.

Conclusioni

La professione nel settore dell'architettura è, oggi giorno e più che mai, di fronte a cambiamenti radicali, essendo chiamata a rispondere attivamente alle grandi sfide del XXI secolo. Tra queste i cambiamenti climatici rappresentano una delle questioni più urgenti. In questo contesto, la ricerca nel campo della tecnologia deve lavorare in uno scenario culturale e scientifico più ampio e complesso e l'innovazione deriva dalla definizione di

thus decreasing outdoor temperatures and building cooling loads, during the winter period, the coating does not reach the trigger temperature and, therefore, assumes a dark colour which increases solar indirect gains and decreases building heating loads.

Concluding remarks

Architectural profession is now facing more than ever radical changes as it is called to answer to changed needs affected by the major challenges of XXI centuries, among which climate change represents one of the most pressing issues. Within this context, research in the technology field has to work in a wider and more complex cultural and scientific scenario and innovation comes from the definition of new cultural borders (Losasso, 2015). Identification, study and transfer, from the research and development stage to the

design one, of innovative high performance systems is, therefore, one of the major contributions of architectural technology to the solution of the issues that the architectural profession will face in the next Century. It is essential, not only to understand the individual benefits that each technological solution can give, but also to identify how all solutions can be integrated, as climate change and Urban Heat Island can be fought only if a systemic approach is adopted.

nuovi confini culturali (Losasso, 2015). L'identificazione, lo studio e il trasferimento, dalla fase di ricerca e sviluppo alla fase progettuale di sistemi innovativi ad alte prestazioni è, dunque, uno dei principali contributi che la tecnologia può fornire alla pratica professionale. Risulta essenziale, pertanto, studiare e comprendere non solo i benefici individuali che ciascuna soluzione tecnologica è in grado di fornire, ma anche identificare strategie per integrare correttamente tra loro diverse soluzioni. I cambiamenti climatici locali e globali, difatti, possono essere eradicati solamente se un approccio sistemico viene adottato.

REFERENCES

- Akbari, H., Kolokotsa, D. (2016), "Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research", *Energy and Buildings*, Vol. 133, pp. 834-852.
- Bar-Cohen, Y. (2006), *Biomimetics: biologically inspired technologies*, CRC, Boca-Raton.
- Bechinger, C., Ferrere, S., Zaban, A., Sprague, J. and Gregg, B.A. (1996), "Photoelectrochromic windows and displays", *Nature*, Vol. 383, pp. 608-610.
- Cannavale, A., Fiorito, F., Resta, D. and Gigli, G. (2013), "Visual comfort assessment of smart photovoltachromic windows", *Energy and Buildings*, Vol. 65, pp. 137-145.
- Dent, A., Sherr, L. H. (2014), *Material innovation : architecture*, Thames & Hudson, London.
- Efthymiou, C., Santamouris, M., Kolokotsa, D. and Koras, A. (2016), "Development and testing of photovoltaic pavement for heat island mitigation", *Solar Energy*, Vol. 130, pp. 148-160.
- Favoino, F., Fiorito, F., Cannavale, A., Ranzi, G. and Overend, M. (2016), "Optimal control and performance of photovoltachromic switchable glazing for building integration in temperate climates", *Applied Energy*, Vol. 178, pp. 943-961.
- Fiorito, F., Sauchelli, M., Arroyo, D., Pesenti, M., Imperadori, M., Masera, G. and Ranzi, G. (2016), "Shape morphing solar shadings: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 55, pp. 863-884.
- Hu, J., Yu, X. (2016), "Innovative thermochromic asphalt coating: characterisation and thermal performance". *Road Materials and Pavement Design*, Vol. 17, pp. 187-202.
- IPCC CORE Writing Team, Pauchauri, R.K. and Meyers, L.A. (Eds.) (2014), *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Geneva, Switzerland.
- Karlessi, T., Santamouris, M., Apostolakis, K., Synnefa, A. and Livada, I. (2009), "Development and testing of thermochromic coatings for buildings and urban structures", *Solar Energy*, Vol. 83, pp. 538-551.
- Knippers, J., Speck, T. (2012), "Design and construction principles in nature and architecture". *Bioinspiration and Biomimetics*, Vol. 7.
- López, M., Rubio, R., Martín, S. and Ben, C. (2017), "How plants inspire façades. From plants to architecture: Biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 67, pp. 692-703.
- Losasso, M. (2015), "Urban regeneration: Innovative perspectives", *Techne*, Vol. 10, pp. 4-5.
- Reichert, S., Menges, A. and Correa, D. (2015), "Meteorosensitive architecture: Biomimetic building skins based on materially embedded and hygroscopically enabled responsiveness", *Computer-Aided Design*, Vol. 60, pp. 50-69.
- Rossi, F., Castellani, B., Presciutti, A., Morini, E., Anderini, E., Filipponi, M. and Nicolini, A. (2016), "Experimental evaluation of urban heat island mitigation potential of retro-reflective pavement in urban canyons". *Energy and Buildings*, Vol. 126, pp. 340-352.
- Santamouris, M., Ding, L., Fiorito, F., Oldfield, P., Osmond, P., Paolini, R., Prasad, D. and Synnefa, A. (2016), "Passive and active cooling for the outdoor built environment – Analysis and assessment of the cooling potential of mitigation technologies using performance data from 220 large scale projects", *Solar Energy*.
- Santamouris, M. and Kolokotsa, D. (2016), *Urban Climate Mitigation Techniques*, Taylor & Francis.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2014), *World Urbanization Prospects. The 2014 Revision*, United Nations, New York City (USA).

Aldo Norsa,

Dipartimento di Architettura Costruzione Conservazione, Università Iuav Venezia, Italia

norsa@iuav.it

Un ritorno di interesse per la “centralità del progetto” (e quindi anche per una sua importante declinazione: la cultura tecnologica della progettazione) come è promesso dal nuovo codice dei contratti dovrebbe far fare un salto di qualità anche all’industria “delle” (e “per le” costruzioni): quest’ultima da intendersi come indotto della prima. Ma soprattutto rafforzare il ruolo di *leader* dell’intero processo di una figura, quella dell’*a/e* (*architect/engineer*) che in Italia continua ad aver tratti vistosamente artigianali. Con decisa evoluzione dalla “direzione dei lavori” al *construction/project management*, quindi, in termini giuridici, dall’obbligo, per il professionista, di soli mezzi all’obbligo anche di risultato. Con conseguente preferenza per le società di capitali, meglio in grado di far fronte a obblighi contrattuali.

L’analisi dell’offerta si articola in lavori, servizi e forniture. Con caratteristiche ovviamente diverse per il mercato privato e/o pubblico. Per fornire spunti sulla strategia dell’offerta, nell’impossibilità di trattare esaurientemente di forniture, la forte e volatile componente dell’esportazione e la prevalenza della dinamica “*b to c*” sulla “*b to b*”, ci si concentra qui su lavori e servizi. Per quanto riguarda i lavori, la cui caratteristica è un’importanza del fattore della produzione “terra” (accresciuta dalla speculazione fondiaria) amplificata da un vincolo logistico, le controparti dei committenti, le imprese di costruzioni, possono limitarsi ai lavori o arricchire l’offerta di forniture (prodotti) e/o di servizi (progetti). In questi casi i contratti possono variare dalle formule “*design and build*” fino alle più impegnative “*turn-key*”.

Per quanto riguarda i progetti, i loro livelli sono tre, quelli formalizzati nel “codice dei contratti” (di fattibilità, definitivo, esecutivo). Ma non va dimenticato un quarto (ancora trascurato): “*as*

built”, rappresentazione di quanto è stato realizzato al termine dei lavori e tanto meglio definibile quanto più il cantiere ha potuto fruire di progetti costruttivi (e non solo formalmente esecutivi).

Focus di questo contributo sono le più attuali strategie di impresa in due componenti dell’offerta di particolare importanza.

Per quanto riguarda le imprese di costruzioni, che tradizionalmente hanno frustrato le aspettative dei progettisti arrogandosi ruoli tali da poter trattare con i committenti da posizioni di forza, l’attenzione alla qualità e alla competitività conseguente sembra aumentata per la drastica selezione avvenuta nel mercato all’instaurarsi (nel 2008) di una crisi non ancora risolta. A maggior ragione per le conseguenze del rivolgersi all’estero di quelle imprese più performanti (nel mercato pubblico più che nel privato) che si sono meglio attrezzate.

Ecco le principali considerazioni.

... Quantitative:

Secondo l’indagine annuale di Guamari le 100 maggiori imprese italiane fatturano nel 2015 (a livello civilistico) 18,4 miliardi superando del 4,4% il valore 2014. La redditività aggregata mostra *ebitda* ed *ebit* in crescita rispettivamente del 17,7% e 20,2%, ma utili ridotti del 13,3%. Se l’indebitamento finanziario netto si riduce del 4,9% il patrimonio netto sale del 3%.

In tema di internazionalizzazione la classifica delle maggiori 50 imprese di costruzioni (45 generali e 5 specialistiche) evidenzia una proiezione all’estero per il primo anno superiore alla metà del valore della produzione (54,3%), dovuta però a solo 29 aziende.

Nel 2015 le 150 maggiori società di ingegneria italiane sommano un fatturato di 1.672 milioni (in crescita del 4,6%) e per oltre un

THE SCENARIO OF CONSTRUCTION SUPPLY

A renewed interest on the “central role of the project” (and its essential component – the technological culture) is the promise of the new Italian “Codice dei contratti” (2016), regulating all public contracts, of products, services and works. It should prompt a qualitative leap for the construction industry and its supply chain. But an even more cultural revolution in the attitude of a design profession (*a/e* - architects and engineers) organized as firms instead of private practices. Confronted with the challenge of accepting responsibilities on the end result of the whole building process and not simply on the correct professional performance.

The Italian offer can be studied from three points: works, services (professional) and supplies. With different features in the private or public market. In view of sketching the strategy of the offer in the construction sector, unable

to extensively examine the supply industry, given the wide variety of its nature, the important role of exports and the dominance of “*b to c*” deals as opposed to “*b to b*”, one will concentrate on works and services (projects).

As far as works are concerned, considering the importance of one single production factor – land (increased by the real estate investments) the counterparts of the owners, the construction firms, can limit their role to executing the projects or enrich them with supplies and projects. In these cases the contracts can be more engaging: “*design and build*” is among the most popular while “*turn key*” is definitely more challenging.

As far as projects are concerned, their levels, according to the aforementioned set of laws, are formally defined as fol-

lows: “feasibility” document, preliminary and detailed project. Without forgetting a fourth very important level: the “*as built*” representation, useful to assess what has been effectively realized on the building site. This document is all the more useful and operational when the construction has been based on really detailed projects apt to execution.

Focus of this paper are the most updated strategies brought to bear by the main actors in the two sectors of the construction industry mentioned above.

As far as the construction firms are concerned, they have traditionally frustrated the expectations of the designers claiming for themselves roles which could allow them to deal with owners from a stronger negotiating position. Although in recent years (and espe-

terzo all'estero (34,9%). *Ebitda* e utili mostrano cali del 6% e del 22,9%, l'indebitamento più che raddoppia e il patrimonio cresce del 6,1%. Le 150 società di architettura hanno dimensioni molto più contenute, con un fatturato complessivo di 276,7 milioni (cresciuto del 7,7%) per meno di un quarto all'estero. Rispetto all'ingegneria sono migliori le *performance* sia a livello reddituale (*ebitda* e utili in crescita del 19% e 20,7%) sia finanziario patrimoniale (posizione finanziaria netta attiva e migliorata del 54,4% e capitale netto salito del 10,7%).

... Qualitative: Costruzioni

L'evoluzione delle principali imprese italiane non ha dato luogo a quella progressiva terziarizzazione (nelle competenze e nei mercati) che caratterizza positivamente la concorrenza europea. Anche perché in patria il protrarsi dei tempi nella realizzazione dei più grandi progetti infrastrutturali ha tolto volontà di innovazione a imprese che negli anni si sono trovate con ragguardevoli rendite di posizione e praticamente sottratte a ogni serio controllo. Ne sono esempi il Mose, l'alta velocità ferroviaria, le metropolitane di Roma e Napoli, ... Nel 2015 la classifica delle prime cento imprese di costruzioni non riserva particolari sorprese con un'unica grande operazione ma all'estero: Salini Impregilo (la cui fusione per incorporazione della prima nella seconda è stata perfezionata nel gennaio 2014) nel novembre 2015 ha acquistato Lane facendo degli Usa il suo nuovo "mercato domestico". E peraltro da fuori nessun altro si avventura in Italia dopo che l'impresa austriaca Strabag, nel febbraio 2008 ha acquistato (e ridenominato) Adanti, e, a scala molto minore, la tedesca Max Streicher, specializzata in gasdotti, ha aperto una filiale nel gennaio 2010, mentre la spagnola Sacyr

cially in the private sector) the competitiveness of the firms which have survived the worst crisis since the war seem to have increased thanks to a hard selection process. Since the beginning of the crisis (2008) the most daring firms have approached foreign markets looking for opportunities in the public sector (most rarely in the private). Generally with rewards.

These are the main remarks:

... Quantitative

According to the yearly report of Guamarì (published by *Edilizia e Territorio* in November 2016) the top 100 Italian civil contractors have totalled 2015 revenues of 18.4 billion, 4.4% more than 2014. *Ebitda* and *ebit* grow respectively of 17.7% and 20.2%, but net result decreases of 13.3%. Net debt is reduced of 4.9% and equity increases of 3%.

An idea about the internationalization of Italian firms comes from the top 50

civil contractor ranking (45 general and 5 specialized): for the first year revenues abroad represent more than half of the total (54.3%), with 29 firms working outside Italy.

In 2015 the revenues of the top 150 Italian engineering firms were 1,647 million (4.6% more than 2014) and for the 34.9% abroad. *Ebitda* and net margin decrease of 6% and 22.9%, net debt more than doubles and equity grows of 6.1%.

Top 150 architecture firms are much smaller with total revenues of 267.7 million (7.7% more than the year before), less than a quarter abroad. Architecture firms show better economics and financial performances than engineering companies: *ebitda* and net margin increase of 19% and 20.7%, net credits grow of 54.4% and equity scores a plus 10.7%.

è entrata e uscita, cedendo nell'aprile 2012 la maggioranza del consorzio stabile Sis a Inc. Nella *top ten* un fenomeno da rilevare è l'impetuosa crescita all'estero di Bonatti, impresa specialistica che dà valore aggiunto impiantistico alla posa di gasdotti e oleodotti. Se le crescite più significative sono trainate dall'exportazione (Salini Impregilo, Astaldi, Condotte, Cmc, Pizzarotti nonché Cimolai, nelle costruzioni metalliche), altre imprese iniziano ad affacciarsi: Itinera, Mantovani, Vianini Lavori, ... Caratterizzate dall'appartenenza a gruppi che in passato potevano assicurare un mercato *captive*.

Altre situazioni interessanti. Ghella, impresa strettamente familiare a proiezione mondiale, ritorna sul mercato italiano delle grandi infrastrutture. Rizzani de Eccher si sviluppa grazie a Codest International (un tempo partecipata con Astaldi con cui lavora nella difficile Russia). E Condotte grazie a Inso e a Cossi Costruzioni presidia i lavori ferroviari del nodo di Firenze (oltre all'edilizia soprattutto ospedaliera) e quelli di Alptransit in Svizzera. Italiana Costruzioni si segnala tra le più dinamiche imprese che puntano all'edilizia di prestigio e osano formule di partenariato pubblico privato. Carron si conferma tra le imprese più giovani e dinamiche con una politica di presidi territoriali particolarmente riuscita con Carron Bau in Alto Adige.

L'offerta (al vertice) ha risposto alla crisi forzando sui mercati esteri in modo giustamente selettivo, tanto che un esame dei contratti in essere mostra ben poche sofferenze. Tra tutte il Venezuela dove il trio Ghella - Astaldi - Salini Impregilo mantiene un presidio poco più che simbolico per megacontratti ferroviari che sulla carta assommano a 4 miliardi. O la Libia, da cui tutte le imprese serie sono fuggite (Bonatti in testa), che rischia di diventare la tomba di alcuni lavoratori per la caparbia di qualche

... Qualitative Construction

The evolution of the most important Italian civil contractors has not been accompanied by the gradual diversification in tertiary activities (including concessions) which have allowed a number of European competitors to grow bigger and stronger. Especially due to the inefficient (in time and quality) management of major infrastructural projects in the domestic arena, which has discouraged the recourse to more efficient processes and allowed to escape every serious control. Among the examples, major projects awarded in insufficient transparent ways and confirmed through times without negotiations: Mose (the system of mobile gates which will protect the lagoon) in Venice, the national network of high-speed railroads, the underground lines in Rome and Naples.

In 2015 the list of the major Italian civil contractors is not modified in comparison with the preceding year except for the great m&a operation executed by Salini Impregilo (itself a result of an m&a which was finalized in January 2014): in November 2015 it acquired Lane turning the U.S.A. in its new domestic market. If the Italians go abroad nearly none from outside ventures in the Peninsula. The only exception is the Austrian major Strabag which in February 2008 bought and gave its name to Adanti. At a much smaller scale one could mention the German firm Max Streicher, specialized in pipelines, having a subsidiary in Italy since January 2010. On the contrary in April 2012 the Spanish group Sacyr has sold the majority of consortium Sis to its Italian allies. In the "top ten" it is worth mentioning the strong growth abroad of Bonatti, specialized in pipelines

azienda (nella fattispecie Conicos) di restarvi in incognito. Per fortuna dagli altri (numerosi) Paesi a rischio ci si tiene lontani. Una seconda risposta è stata il miglioramento ed efficientamento dei fattori della produzione per conseguire marginalità: economie di processo più che economie di scala. Ecco il ricorso al *Bim* (*Building information modelling*) che in un certo senso ripropone l'approccio della progettazione integrale degli anni '70. Ma soprattutto va nella direzione di rapporti collaborativi e non ostili tra committenti e fornitori alla ricerca di quello che gli anglosassoni chiamano *win - win*. Novità dirimpante in un Paese dove Anas si prepara a portare in dote a Fs (con la quale dovrebbe fondersi) un contenzioso di ben nove miliardi, di cui cinque effettivi e quattro da adeguamenti dei costi dei lavori. Nell'attesa che il nuovo grande committente di infrastrutture consegua un efficientamento in ogni aspetto del *procurement* compresa una miglior regolamentazione delle concessioni autostradali. Ma è una terza risposta a latitare: i maggiori *players* dovrebbero diversificare in settori contigui promettenti, presidiare i territori con gestioni e concessioni, far leva su vantaggi competitivi investendo in ricerca e sviluppo,... Questo terreno, fertile per i concorrenti europei, resta impraticabile in Italia: sia per dimensioni che per cultura aziendale.

Un discorso a parte meritano le imprese che si specializzano nell'edilizia e in particolare in quella privata, tenendo conto che questa vale circa 80% del mercato anche se gli operatori sono molto più frammentati di quelli pubblici, come dimostra il fatto che danno lavoro (si fa per dire) a ben 150 mila architetti. Queste realtà si caratterizzano per concentrarsi nel mercato italiano e per differenziarsi nella promozione immobiliare. Sono però poche le imprese di questo tipo che riescono ad affermarsi tanto che

but also in all kinds of construction "upstream". If the traditionally exporting firms are growing healthily (Salini Impregilo, Astaldi, Condotte, Cmc, Pizzarotti, Cimolai (leader in steel construction) other subjects (which can no longer rely on privileges at home through the groups to which they belong) are trying to expatriate: Itinera, Mantovani, Vianini Lavori,...

Continuing the analysis, The international drive of Italian contractors has been selective to the point that very few existing contracts pose problems. This is the case of the trio Ghella-Astaldi-Salini Impregilo which maintains a symbolic presence in a country on the brink of bankruptcy like Venezuela, hoping one day to revive railroad contracts in the amount of 4 billion euros. Or Lybia, the most important former colony, from which all major firms have escaped except Bonatti, able to

weather hopefully temporary losses and other more "clandestine" such as Conicos. Apart from practicing this selection the Italian firms have responded with a drive to ameliorating the factors of production seeking economies of process rather than economies of scale, and thus better margins. In this vein adopting *Bim* (*building information modelling*) is not only seen as a tool to coordinate all aspects of the building process (and products) but also as a mean to improve the communication between the owners and the industry in order to achieve a virtuous *win win* result. A revolution in a country where Anas (the road authority) risks to merge with Fs (the railroad national group) bringing a dowry of 9 billion euros in claims (4 of which due to dubious cost increases). A difficult heritage for a new all-encompassing infrastructure owner which promises to innovate in all aspects of procure-

tra le *top 100* se ne contano solo 14 e incidono nel fatturato 2015 per l'10,9% La più grande è la cooperativa Cmb seguita dalle private Icm (ex-Maltauro) e Colombo Costruzioni.

Ingegneria/architettura

Per quanto riguarda i contratti di servizi (professionali) il settore delle costruzioni da poco comincia a valorizzare le società di capitali: con più facilità nell'ingegneria, per sua natura più vicina alla produzione, che nell'architettura, dove l'"autorialità" e il soggettivismo continuano a essere un valore, anche se sempre più "intangibile". Infatti il mercato dei servizi è per oltre 70% appannaggio di liberi professionisti (neppure associati). Ma attenzione: sopra certe dimensioni una conduzione efficace delle società da parte di professionisti (progettisti/consulenti) diventa problematica, né le dimensioni permettono il ricorso a veri e propri *manager*. Faticando a tenere il passo con le concorrenti straniere che appartengono a gruppi grandi e sinergici, tanto da ritagliarsi un misero un per cento delle esportazioni. Ecco che la statunitense Aecom (che ha incorporato Urs) fattura 61 volte Proger. Né si interessano più di tanto al mercato italiano se solo 16 delle prime 150 società nella nostra classifica sono possedute da gruppi stranieri. In Italia ... la via della crescita è difficile: la maggior parte delle società originano da studi professionali (spesso familiari) il che rende il rafforzamento patrimoniale/societario un "percorso a ostacoli".

Un esame delle classifiche pubblicate nel *Report 2016 on the Engineering and Architecture Industry* (320 società per fatturato 2015: 150 di ingegneria, 150 di architettura, 20 di committenza delegata) da me curato indica che limitandosi al vertice quattro delle prime 20 società di ingegneria fanno parte di gruppi prima-

ment including a stricter surveillance of the motorway concessions. Standing up to the new approach from the public owners the major contractors should in turn enlarge their scope of activities diversifying in contiguous sectors, exploit infrastructures adding management and concessions to their construction skills, invest in research and development in order to obtain industrial competitive advantage.

A separate analysis can pertain to the contractors which specialize in building (especially private) bearing in mind that this market makes up around 80% (although dominated by dwellings) but is very fragmented: it sustains some 150,000 architects. These firms, which differentiate in various ways in real estate development, work almost uniquely in Italy given the risks of private contracts. Among the top 100 one can

count 14 firms of this kind, expressing a turnover which amounts to 10.9% of total. The biggest is the cooperative Cmb followed by the family owned firms Icm (former Maltauro) and Colombo Costruzioni.

Engineering/Architecture

It is only recently that the construction market has begun to value limited companies for (professional) services contracts: more in engineering, closer to production, than in architecture where "authorship" and creativity keep being a value added even if more and more intangible. Nowadays freelance professionals still account for 70% of the services market.

But one should bear in mind that over a certain size of a/e firm professionals cannot personally fulfil all the tasks needed to better fit the market demand (especially if the firms originate from family

ri: Spea Engineering di Atlantia (Benetton), D'Appolonia di Rina, Tecnomare di Eni, Sina e Sineco di Astm (Gavio). Inoltre sono numerose (e impreparate al mercato) le società *in house* (non necessariamente monocliente): Inres, Thetis, Infraengineering, Musinet Engineering, Anas International Enterprise, Ativa Engineering, Save Engineering, Napoli Metro Engineering (Mm), Piacentini Ingegneri, ... Inoltre casi interessanti sono società che, mantenendo l'autonomia gestionale, includono nel loro capitale realtà finanziarie. In ordine di fatturato: Proger (partecipata da Recchi e Tifs Partecipazioni che a sua volta controlla Manens-Tifs frutto di una fusione datata dicembre 2009) conta su Simest/Cdp, Italconsult su Intesa Sanpaolo e non più Tecnoholding, Dbg Group su Fii, Net Engineering International su Assicurazioni Generali, Prelios Integra su Pirelli, UniCredit e Intesa Sanpaolo, Bonifica e Studio Geotecnico Italiano su Tili Group (che controlla anche Sauti e Renardet), Sgi – Studio Galli Ingegneria su Bona Dea (finanziaria di un Romiti), ...

Gli sviluppi recenti vedono un'accelerazione selettiva. Italconsult è ammessa al programma "Elite" di Borsa Italiana (dove raggiunge Dbg Group e il diversificato gruppo Rina) e poco dopo acquista Studio Altieri, senza escludere analoga operazione con Geodata. Ma soprattutto Italferr accentua il ruolo di società di ingegneria rispetto a quello di "committente delegato", nel quadro dell'imminente fusione per incorporazione di Anas in Fs preparandosi ad accogliere Anas International Enterprise oltre ad assorbire oltre cento ingegneri della direzione tecnica aziendale. E Rina (Registro Italiano Navale), che nel novembre 2011 aveva diversificato nell'ingegneria annettendo D'Appolonia, dopo gli acquisti di società di nicchia come Sembenelli e Seatech, fa il grande boccone della multidisciplinare e multinazionale britannica Edif. Ma ... in

professional businesses). Fully fledged managers are thus required. The lack of such drive explains why the Italian offer of a/e services lags so much behind other major countries: to the point that the U.S. champion Aecom (which has recently incorporated Urs) declares a 2015 turnover which is 61 (!) times that of the largest Italian firm, Proger. Not to mention the scarce appeal of the Italian market (structured as it is now), proved by the fact that only 16 out of the first 150 engineering firms (by 2015 turnover) belong to a foreign major group.

A closer look at the supply side of the a/e market is possible consulting the *Report 2016 on the Engineering and Architecture Industry* (including data of 320 companies: 150 engineering firms, 150 architecture firms and 20 public procurement engineering firms). It shows that 4 of the top 20 engineering firms are part of primary groups: Spea Engineering belongs

to Atlantia (Benetton), D'Appolonia to Rina, Tecnomare to Eni, Sina and Sineco to Astm (Gavio). And there are many (not ready for market) in-house companies: Inres, Thetis, Infraengineering, Musinet Engineering, Anas International Enterprise, Ativa Engineering, Save Engineering, Napoli Metro Engineering, Piacentini Ingegneri, ...

There are even interesting cases of independent firms with financial companies as shareholders: Proger (participated by Recchi and Tifs Partecipazioni, that controls Manens-Tifs) can count on Simest/Cdp, Italconsult on Intesa Sanpaolo, Dbg Group on Fii, Net Engineering International on Assicurazioni Generali, Prelios Integra on Pirelli, Unicredit and Intesa Sanpaolo, Bonifica and Studio Geotecnico Italiano on Tili Group (that also controls Sauti and Renardet), Sgi – Studio Galli Ingegneria on Bona Dea, ...

maggio, un mese prima di Brexit! Infine J&A Consultants è stata venduta al saudita Fawaz Alhokair Group (che ha investito in due grandi operazioni immobiliari/commerciali a Milano).

Ed ecco esempi di "crescita esterna" che a posteriori si sono dimostrati validi: fusione nel maggio 2015 di Adr Engineering in Spea Ingegneria Europea (che assume il nome Spea Engineering), incorporazione nel gennaio 2014 di Projenia, C-Engineering e dell'*engineering division* di Rina Services in D'Appolonia, nascita nel gennaio 2015 di Mate Engineering dalla fusione di Tecnicoop e Veneto Progetti, acquisto da parte di Dbg Group delle slovene Actual It nel febbraio 2015 e Itelis nel gennaio 2017, entrambe specializzate nell'*information technology*, radicamento in Italia del gruppo francese Artelia rilevando nel febbraio 2015 Intertecno (e ancora prospettando), acquisto della tedesca Spiekermann nell'agosto 2007 da parte di Net Engineering International e, nell'architettura, due esempi finora: la fusione nel luglio 2015 in Lombardini22 della controllata Degw Italia, e la nascita di J+S dall'incorporazione di Sering in Jps Engineering nel dicembre 2015.

La centralità del progetto

Se anche in Italia si vorrà adottare la nozione di progetto come *project* (nel senso di intervento), che comporta che il suo valore aggiunto è la realizzazione (e non la sola rappresentazione) passando attraverso un rigoroso processo di guida e controllo tutto finalizzato al momento cruciale della *delivery*. Se si vorrà assicurarsi che, lavorando tutti intorno a un progetto certo, siano rispettati non solo i tempi e la qualità dell'opera ma anche valga il principio del "*value for money*" (atto a valutare le concessioni tanto quanto gli appalti). Allora la centralità del progetto sarà

And, recent news, Italconsult has been admitted to the program "Elite" of Borsa Italiana (joining Dbg Group and the diversified gruppo Rina) and soon later acquires Studio Altieri, not excluding a similar operation with Geodata. But especially Italferr (group Fs) invests in a role of engineering firm (and not only public procurement entity of railroad infrastructures) developing the international market in view of merging with Anas International Enterprise and attacking the much larger market of roads and motorways. And Rina, after buying very specialized firms such as Sembenelli and Seatech, moves to a larger horizon acquiring the multidisciplinary and multinational Edif from the U.K. (Brexit notwithstanding). Last but not least, J&A Consultants is sold to the Fawaz Alhokair Group (which has moved from Riyadh to Milan buy and eventual develop prime property).

In addition, some recent virtuous examples of *m&a* are: Adr Engineering merged in Spea Ingegneria Europea (with the new name of Spea Engineering), D'Appolonia absorbed Projenia, C-Engineering and the engineering division of Rina Services, the cooperative firm Mate Engineering was born from the merger of Tecnicoop and Veneto Progetti, Dbg Group acquired the Slovenian IT companies Actual It and Itelis, the French design firm Artelia acquired Intertecno Net Engineering International acquired the German Spiekermann and, in the field of architecture, Lombardini22 merged the fully owned Degw Italia and J+S was born from the merger of Sering and Jps Engineering.

The Central Role of the Project

The Italian culture has to make a leap toward the international approach. Project (unlike design) means real-

una realtà e gli operatori saranno posti su un piano di vero dialogo e di correttezza; questo nell'interesse di tutti gli *stakeholders*: per conseguire l'ambita condizione "win-win".

Le considerazioni precedenti sulle tendenze dell'offerta sia nei lavori che nei servizi (progettuali) vanno lette in questa prospettiva. Aiutare a capire quali sono le realtà imprenditoriali (spesso quelle che più esportano) capaci di porsi alla guida di un movimento di rifondazione delle regole stesse del buon programmare, progettare, contrattare, costruire, collaudare, gestire, riciclare, ... l'ambiente costruito in senso lato.

REFERENCES

- Corradino, M., Sticchi Damiani, S. (2016), *I nuovi appalti pubblici – commento al d.lgs. 18 aprile 2016, n. 50*, Giuffrè, Milano.
- Franchini, C. (2010), *I contratti di appalto pubblico*, Utet Giuridica, Milano.
- Norsa, A. (Ed.) (2005), *La gestione del costruire: tra progetto, processo e contratto*, FrancoAngeli, Milano.
- Norsa, A. (2016), *Report 2016 on the Italian Architecture and Engineering Industry*, available at www.guamari.it
- Norsa, A. (2016), "Speciale Classifiche: le prime 50 imprese italiane di costruzione", *Edilizia e Territorio / Il Sole 24 Ore*.

ized work. Therefore an accomplished professional should be able to deliver (a very significant word in English) facilities and infrastructures in the delay, at the price and with the quality established in the contract. If, in Italy, the profession will be able to prove that it has "come of age" the construction industry will profit of a new "aura" (finally in tune with industry and services): that of being able to assure the best match of cost (initial and life cycle) to quality, thus what is internationally known (with an icastic expression) "value for money". At stake is, as a reflection on the national market of the foreign challenges: an attitude which is normally called "win-win" (in the interest of all parties concerned).

As discussed, the number (and the size) of Italian specialized firms does not yet ensure that the above-mentioned project culture can prevail. But

the growing projection of the Italian firms to the international market is a guarantee that a positive development is in the making.

Marco Introini

«Creatività non vuol dire improvvisazione senza metodo: in questo modo si fa solo della confusione e si illudono i giovani a sentirsi artisti liberi e indipendenti. La serie di operazioni del metodo progettuale è fatta di valori oggettivi che diventano strumenti operativi nelle mani di progettisti creativi [...]»

Gli edifici e l'intera produzione Mies siano testimonianza di ciò, tra prassi, tecnica, e continuità nel nel progetto.

PRACTICE, TECHNOLOGY AND CONTINUITY

«Creativity does not mean improvisation without method: in this way there is only confusion and the young people are deluded to feel free and independent artists. The set of project design operations is made of objective values that become operational tools in the hands of creative designers [...]»

The buildings and the entire Mies production are proof of this, in practice, technique, and continuity in the project.



01 | Mies van der Rohe, IIT Chapel, Chicago



02 | Mies van der Rohe, Crown Hall, Chicago



03 | Mies van der Rohe, Crown Hall, Chicago



04 | Mies van der Rohe, Chicago Federal Center, Chicago



05 | Mies van der Rohe, Chicago Federal Center, Chicago



06 | Mies van der Rohe, Lake Shore Drive, Chicago



07 | Mies van der Rohe, Lake Shore Drive, Chicago



08 | Mies van der Rohe, Neue Nationalgalerie, Berlin



09 | Mies van der Rohe, Neue Nationalgalerie, Berlin

Maria Antonia Barucco,

Dipartimento di Culture del Progetto, Università Iuav di Venezia, Italia

barucco@iuav.it

Abstract. È possibile leggere lo sviluppo della ricerca tecnologica attraverso le pubblicazioni del SAIE (in particolare: i Cuore Mostra) e la rete di connessioni generate da tale attività editoriale che costituisce uno strumento per la costruzione di quel capitale sociale che oggi identifichiamo con la disciplina della Tecnologia dell'Architettura. Si è resa indispensabile un'attività di selezione dei testi e delle citazioni e ciò comporta necessariamente un qualche tradimento dell'ampio respiro, del senso complessivo delle pubblicazioni SAIE. D'altro canto, ogni lettura, rilettura e traduzione aggiunge ai testi significati e connessioni che, con gli originali, possono condividere le aspirazioni, il linguaggio e la disciplina del lavoro fondata sull'intento di valicare il confine tra il tecnico e il teorico.

Parole chiave: ambiente, capitale sociale, comunicazione, disciplina, SAIE.

Hilary Putnam dedicò molto del proprio lavoro di filosofo allo studio del linguaggio. Putnam studiò anche l'Italia e ne offrì una descrizione che prende le mosse da un immaginario viaggio lungo gli Appennini, una catena montuosa utilizzata come una sorta di autostrada (Putnam, 1993). In tale itinerario storico, geografico e politico Putnam ricerca le ragioni che consentono il funzionamento della democrazia; ragioni che ritiene fondate sul costante avvicinarsi di poteri ed equilibri che trovano nell'incostanza il denominatore comune tra tutte le vicende umane, economiche e politiche dello stivale italiano. È l'*humus* per la nascita di quelle che Putnam definisce "*civic community*", al centro del suo studio, quali ambito in cui ricercare il legame tra le prestazioni e il carattere della vita civile, "comunità civili" che possono essere intese come "comunità urbane" accentuandone quel valore materico (oltre che simbolico) che è proprio della costruzione dello spazio dell'uomo¹: la città e la sua architettura, un'architettura di pietra e mattone e un'architettura di prodotti culturali che «hanno preso forma percorrendo le infrastrutture urbane (le forme della città stessa) e le infrastrutture invisibili (le reti relazionali)» (Barucco, 2016).

Evolution of technology,
innovation of languages

Abstract. The development of technological research can be studied on the publications of the SAIE (in particular in the publications known as "Cuore Mostra") and on the network of connections generated by these books. These sources constitute a tool for building the social capital that we identify with the Architectural Technology. A selection of text citations is inevitable: this means betraying the breadth and the overall sense of SAIE publications. On the other hand, each reading, re-reading and translation enriches the texts of meanings and creates connections that can share (with the originals) aspirations, language and discipline of the work, which are based on the intent to cross the border between the technical and theoretical aspects of the research work and the design.

Keywords: environment, social capital, communication, discipline, SAIE.

Nel suo lavoro Putnam guarda alla vita civile e, indagandone le prestazioni e il carattere, si ferma nella Bologna del tredicesimo secolo rilevando che esistevano seicento compagnie d'arme e di una (la Compagnia della Spada) riporta un passo dello statuto che, nel 1285, affermava trattarsi di un'associazione volontaria che vincolava i suoi membri al reciproco sostentamento e alla difesa contro ogni altro uomo.

La Bologna del 1285 serve a Putnam per spiegare il valore della reciprocità, il valore della rete di relazioni e del carattere strutturale delle scelte che ne preservano il capitale sociale e ne consentono lo sviluppo. La Bologna del 1965, anno di apertura del SAIE, serve all'architettura per spiegare il valore di quella stessa reciprocità di cui parla Putnam: il SAIE è una fiera e, come ogni vicenda e costruzione umana, è *humus* fatto di costante variabilità, che consente lo sviluppo di nuovi pensieri e nuovi cantieri.

Il SAIE è la prima fiera specializzata in edilizia d'Italia, «termometro, vetrina, passerella, luogo d'incontro, in qualche felice momento anche occasione di stimolo, quasi sempre specchio nel quale si sono riflessi i pregi e i difetti e a volte persino i tic di un settore grande ed eterogeneo come quello delle costruzioni e del loro enorme indotto» (Antonini, 2004); si può aggiungere che il SAIE è anche un elemento chiave nella rete di reciprocità che definisce il carattere e le prestazioni del costruire.

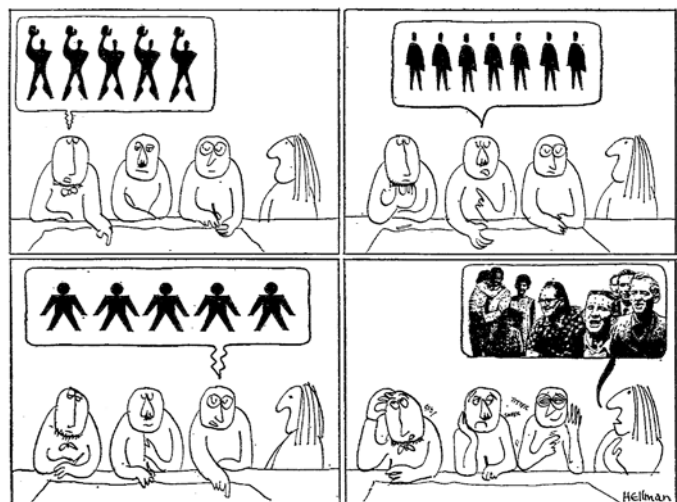
Una rete che ha un valore economico non indifferente: l'Italia registrò altissimi tassi di crescita economica sino al 1963 e, in seguito, vide nell'edilizia uno dei pochi settori che continuava ad avanzare lungo la curva del boom economico, ciò sostenuto dalla forte migrazione interna della canzone *Ohè sun chi* di Enzo

Hilary Putnam devoted much of his work as a philosopher in the study of language. Putnam also studied Italy, which he described in an imaginary journey along the Apennines, a mountain range used as a highway (Putnam, 1993). In this historical geographic and political tour, Putnam search the reasons that allow the functioning of democracy. He believes that these reasons are in the constant succession of powers and balances: the inconstancy is the common denominator among all human, economic and political events of the Italian peninsula. It is the fertile ground for the birth of what Putnam calls "*civic community*". These are the focus of his study, these are the place where he seeks the link between the performance and the character of civic life. Putnam chooses to use the term "*civic community*" that should be translated in Italian as "comunità urba-

ne" (urban community) to emphasize material value (and symbolic value) that characterizes the construction of human space¹. The city and its architecture, an architecture of stone and brick, and an architecture of cultural products that «have taken shape along the urban infrastructure (the shapes of the city itself) and invisible infrastructure (the relational networks)» (Barucco, 2016). But Putnam does not study architecture: he looks to civil life and, investigating performance and character, he stops in the thirteenth century Bologna. There were six hundred "compagnie d'arme" and Putnam cites a passage from the statute of one of these associations (Compagnia della Spada): it was a voluntary association which engaged its members to mutual support and protection against any other man. Putnam used Bologna and the 1285 to explain the value of reciproc-

01 | 1971. «Se da una parte la scienza ha bisogno della autoregolazione degli uomini, della più forte espansione della loro individuale soggettività creativa, dall'altra essa rende possibile l'universalità del processo di autodirezione umana fornendo tecniche capaci di vincere le dimensioni spaziali [...] con la velocità temporale della trasmissione». Immagine e citazione sono tratte dalle pagine 125 e 126 di "La gestione della tecnologia", testo firmato da Baglioni Moretti, Baracchi, Bazzanella, Foti, Pasquali e Zaffagnini, pubblicato nel Cuore Mostra SAIE del 1971.

01 | 1971. On the one hand science needs that men are self-regulating and needs that men maximize their creative subjectivity, on the other hand, science makes possible the universality of human self-direction process by providing techniques capable of overcoming borders of the space [...] with the temporal speed of the transmission». Image and quotation are taken from pages 125 and 126 of "The Technology Management", text signed by Baglioni Moretti, Baracchi, Bazzanella, Foti, Pasquali and Zaffagnini, published in 1971 Cuore Mostra.



Jannacci, dalla Legge 167/62 per l'acquisizione di aree per l'edilizia economica e popolare, da consistenti finanziamenti pubblici all'edilizia sovvenzionata, convenzionata e agevolata, dal proliferare delle cooperative di abitazione e di produzione e lavoro e, infine, di imprese edili e subappaltatori di piccole dimensioni. Devono essere inoltre ricordati i provvedimenti anticongiunturali avviati a partire dalla Legge 1179/65 (per favorire l'acquisto degli alloggi ancora invenduti) e la sentenza numero 55 emessa dalla Corte Costituzionale nel 1968 (che definisce "anticostituzionali" le indennità di esproprio): il valore economico del settore edile è in crescita ma è anche ostaggio delle complessità insite nel governo dello Stato e di un sistema che «compromette quel poco del territorio che ancora non è stato saccheggiato dalla speculazione edilizia» (Terranova, 2011).

Passati cinquant'anni, conosciuta la finanziarizzazione dell'edilizia, «dalle macerie del turbocapitalismo si cerca di restituire dignità al lavoro dell'uomo, si cerca una società più giusta» (ibidem) e si riconoscono i temi di ricerca che, attraverso il SAIE, decretano una gamma di valori superiori a quelli meramente economici: un valore che Putnam potrebbe misurare attraverso

le dinamiche di sviluppo del capitale sociale. Le pubblicazioni del SAIE ritraggono il patrimonio di relazioni di cui si può disporre occupandosi di edilizia², e coloro che si impegnarono in tali volumi si fecero custodi delle dinamiche di una rete di reciprocità a difesa del capitale sociale.

Nel 1958 Giuseppe Ciribini pubblicava *Architettura e Industria* e nel 1969 Pierluigi Spadolini firma la prima edizione di *Design e Società* seguito, nel 1974, da *Design e tecnologia*³. Si arriva così ad una definizione di Tecnologia dell'Architettura come disciplina del progetto, progetto come sistema edilizio composto da prodotti industriali, sociali e culturali (Torricelli, 2010), che sviluppano connessioni importanti in quella rete di cui fa parte il SAIE stesso.

Nella prima pubblicazione del Cuore Mostra del SAIE Ciribini (1968) spiega come l'edilizia debba e possa andare oltre i sistemi chiusi di prefabbricazione per avvicinarsi alla logica del «componenting», termine coniato per esplicitare il valore insito nella varietà di materiali e componenti esposti nei novantamila metri quadrati di fiera da più di trecento espositori. Al di là delle scelte

city, the value of the network, and the instrumental nature of the choices that preserve social capital, and allow its development. Bologna and 1965, opening year of the SAIE, should be used to explain the same reciprocity in the field of architecture. SAIE is a fair and, like any human construction, it is a fertile ground, made of constant variability, which allows the development of new thoughts and new construction sites.

SAIE is the first construction trade Italian fair, it is «thermometer, showcase, walkway, meeting place, in some happy moment also an opportunity for incitement, almost always it is the mirror in which were reflected the strengths and weaknesses and at times even the tics of a large and heterogeneous sector such as construction, and their huge number of satellite activities» (Antonini, 2004). But the SAIE is primarily a key element

in the network of reciprocity that defines the character and performance of the building.

The construction industry is a network that has a great economic value: Italy recorded the highest growth rates until 1963 and, later, the building was one of the few sectors that continued to advance along the curve of the economic boom. It was supported by strong internal migration, from Law 167/62 (to purchase land for housing), by major public funding, by proliferation of cooperatives. The historical period, moreover, is also characterized by measures instituted to face the crisis: the 1179/65 Law (to promote the purchase of housing still unsold) and the number 55 judgment issued by the Constitutional Court in 1968 (which defined "unconstitutional" the expropriation allowances). The economic value of the construction industry is growing but it

is also hostage to the complexity inherent in the state government and to a system that «compromised the little land that has not yet been plundered by speculation» (Terranova, 2011).

Fifty years have passed, and we learned about building financialization. Now, «we are trying to restore dignity to human work from the ruins of supercapitalism, we are looking for a fairer society» (ibid.) and we recognize the research themes which, thanks SAIE, decreed a range of values that are higher than the economic ones. A value that Putnam may define "social capital". SAIE publications draw back the heritage of relationships related to the construction industry, the regulation, and the design². And those who worked for these books became custodians of the dynamics of a network of reciprocity without which the social capital would be totally defenseless.

In 1958 Giuseppe Ciribini published *Architecture and Industry*. In 1969 Pierluigi Spadolini signed the first edition of *Design and Society* and, five years later, *Design and Technology*³. The definition of Architectural Technology that derives from this path is that of a design discipline. The design made of industrial, social and cultural products (Torricelli, 2010), which develop important connections in the network related to SAIE.

In the first publication of the Cuore Mostra, Ciribini explains how the construction industry should and can go beyond the closed prefabrication systems, at the aim to approach to the logic of «componenting» (1968). The term «componenting» was invented by Ciribini to explain the value of the wide variety of materials and components exhibited to ninety thousand square meters of the fair by over three

costruttive e produttive, per le quali Ciribini aveva individuato la giusta direzione di sviluppo, queste prime indicazioni già mostrano una tensione verso la ricerca di una logica sistemica⁴ lo studio di strumenti e luoghi per dar spazio a quel concerto di prodotti e processi che costituiscono le connessioni nella poliedrica rete della tecnologia dell'architettura e, più in generale, del comparto delle costruzioni. Una rete che si sviluppa entro e si estende oltre i confini nazionali, una dimensione del progetto d'architettura alla quale il SAIE dedica soprattutto i Cuore Mostra dal 1974 al 1979⁵.

Il perché di tale lavoro, di tale sforzo di conoscenza, coordinamento e sviluppo di aspetti individuali (del produttore, del progettista, del costruttore, ...) e di aspetti collettivi (per gran parte in carico ai comitati tecnici consuntivi del SAIE, oltre che dei gruppi di lavoro per l'ordinamento della mostra) è richiamato in molte pubblicazioni SAIE. A tale proposito Giancarlo Lenzi, presidente dell'Ente Autonomo per le Fiere di Bologna, afferma che il SAIE lavora affinché il prodotto edilizio non corrisponda solo «agli obiettivi informativi della produzione» (1971) ma assicuri «contemporaneamente ricchezze di libertà individuale e intensità dei rapporti sociali» (ibidem).

Si era visto che, analogamente, Putnam descriveva il capitale sociale, che ha aspetti individuali (afferenti alla sfera privata del fare) e aspetti collettivi (di relazione pubblica) perché, mentre ogni singolo costruisce relazioni a proprio beneficio, ogni legame sociale beneficia anche altri, creando esternalità in una comunità ampia quanto la rete di connessioni sviluppata.

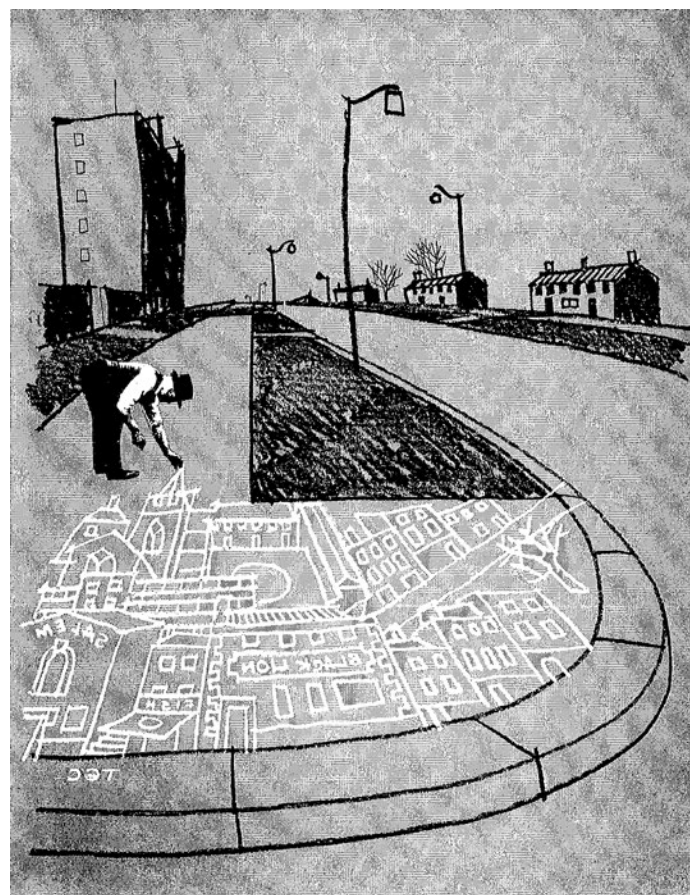
Proprio nel descrivere questa sempre più ampia rete di connessioni Ciribini dà una serie di definizioni della tecnologia (1971) orientando la ricerca verso gli stati di coazione tra operato uma-

no e natura. La prima definizione di tecnologia fornita da Ciribini è finalizzata ad identificare tale disciplina come uno strumento: macchina, nella primitiva fase di sviluppo del lavoro dell'uomo, e processo per una più evoluta fase di trasformazione della materia e dell'energia⁶, una tecnologia che è soprattutto progetto, in quanto assomma in sé una funzione mediatrice ed un'esigenza di finalizzazione e strumento progettuale, articolata nelle componenti *soft* e *hard*⁷, componenti delle quali Ciribini auspica una sovrapposizione totale nella prospettiva che l'innovazione si identifichi nei ritmi e nelle forze della natura, unici strumenti della primitiva definizione di tecnologia e, oggi, necessari valori per una progettazione consapevole dell'ambiente.

Sono temi che non vengono mai dimenticati nelle pubblicazioni SAIE e che riemergono in molte comunicazioni che indagano i sistemi e le tipologie costruttive. Nella serie di pubblicazioni dedicate alla lettura del settore delle costruzioni e delle politiche urbane estere non mancano i riferimenti alla normativa e l'auspicio che il legislatore sia in grado di rispondere e dialogare con il progresso delle esigenze di utenti informati e attenti ai pos-

02 | 1970. «Una figura complessa, fatta di molti individui in collaborazione-lotta fra loro, come è naturale che sia per una città complessa come quella attuale, meraviglioso campo di combattimento fra le più varie energie, luogo di vita che deve avere, perché servono, contraddizioni e contrasti, scale spaziali umane e superumane, concitazione e distensione, e tanto colore, tanta luce, tanta bellezza di vita che si muove eccitata [...] tutte queste cose dovranno dar forma all'ambiente nel quale vivremo una vita pubblica, collettiva, finalmente ricostruita, dopo la segregazione di tre secoli!». Immagine e citazione sono tratte dal Cuore Mostra SAIE del 1970, intitolato *Politica Habitat, Nuova Tecnologia*: alle pagine 51 e 52 Raffaella Crespi cita *La Torre di Babele*, libro pubblicato da Ludovico Quaroni nel 1967.

02 | 1970. «A complex figure, made up of many individuals in collaboration-fight between them, just as it is for a city as complex as the current one, wonderful field of combat among the most diverse energies, a place of life that must have, because they serve, contradictions and contrasts, human and superhuman spatial scales, excitement and relaxation, and lots of color, lots of light, so much beauty of life that moves excited [...] all these things will have to shape the environment in which we live a public and collective life, finally rebuilt after the segregation of three centuries!». Immagine e citazione sono tratte dal Cuore Mostra SAIE del 1970, intitolato *Habitat Policy, New Technology*. Raffaella Crespi (pages 51 and 52) cites the *Tower of Babel*, a book published in 1967 by Ludovico Quaroni.



sibili sviluppi del settore edile e delle tecniche della produzione industriale; a questo proposito Nicola Sinopoli (1974) ricerca una visione dinamica e dialettica dell'attività di normazione affidandole «il compito di guidare un processo produttivo, oltre al compito, che possiamo definire tradizionale, di controllarne i risultati» e, ancora, una norma «integrata da una serie di operazioni di diffusione dell'informazione tecnica»⁸.

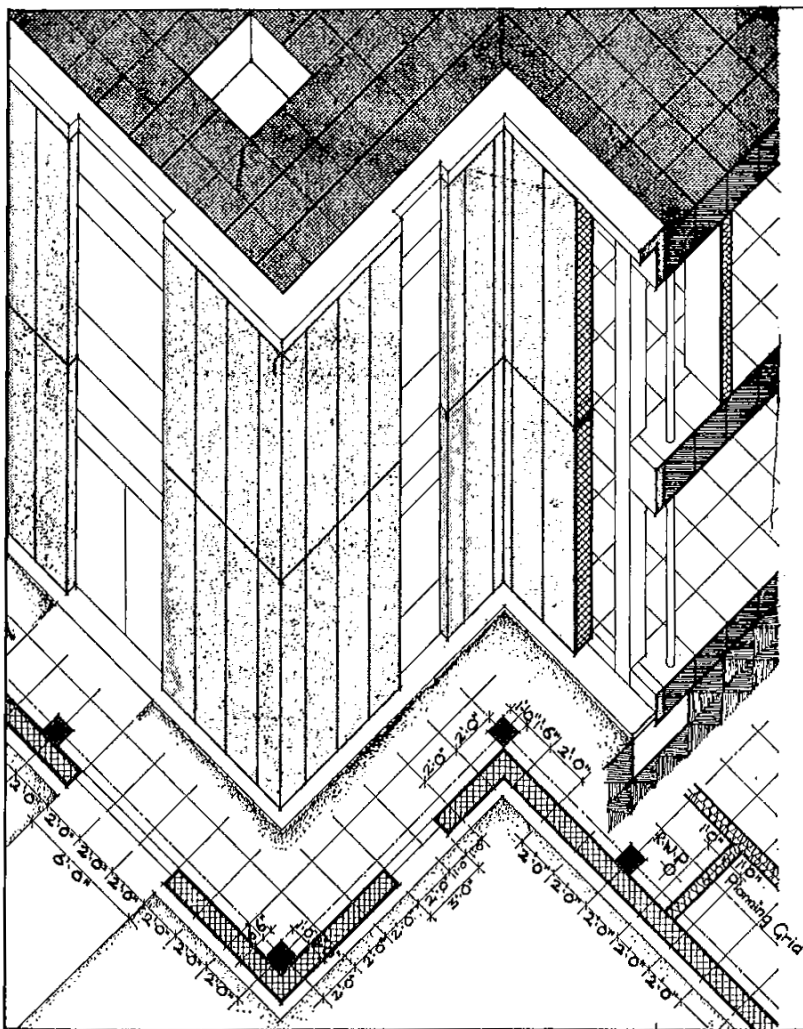
Il tema del rapporto tra natura, individuo, società e tecnologia⁹ viene ripreso con forza dai SAIE che segnano il passaggio al XXI secolo: l'introduzione alla pubblicazione del 2000 spiega che tale scelta deriva dall'accoglimento di una forte domanda, oltre che dalla necessità di superare gli ostacoli posti spesso più dal clamore che dalla complessità della tematica in oggetto. Si legge, inoltre, dell'impegno nell'avvio di un nuovo ciclo di attività del

03 | 1969. Il Cuore Mostra del 1969 è intitolato *La Sfida Elettronica* e riporta la descrizione del sistema costruttivo usato dal West Sussex County Council, antesignano del sistema BIM rivolto alla prefabbricazione aperta e flessibile. La fase «di raccolta delle informazioni, della progettazione vera e propria e quella della redazione degli atti tecnici [...] sono strettamente interrelate e fanno parte di un processo unitario di progettazione coordinata, inquadrato nel più ampio processo della costruzione». Il sistema computerizzato classifica i componenti per raggruppamenti funzionali e per prestazioni: mentre il progetto prende forma il computer elabora e coordina tutte le specifiche tecniche utili allo sviluppo degli elaborati esecutivi. Immagine e citazione sono tratte dalle pagine 95, 96 e 97 del capitolo intitolato "Episodi ed esperienze".

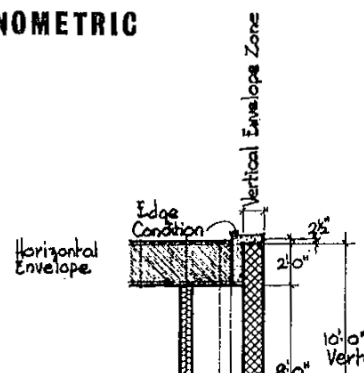
03 | 1969. *The 1969 Cuore Mostra* is titled *The Electronics Challenge*, it contains the description of the construction system used by West Sussex County Council, a forerunner of the BIM system aimed at the open and flexible prefabrication. «The step of gathering information, of the design and of the preparation of the technical documents [...] are closely interrelated and are part of a unitary process of coordinated design viewed in the broader process of construction». The computerized system classifies the components and groups them by function and performance: during the development of the design, the computer processes and coordinates all the technical specifications useful for the development of executive drawings. Image and quotation are taken from pages 95, 96 and 97 of the chapter entitled "Episodes and experiences".

Cuore Mostra e della vocazione informazionale della collana¹⁰, che raccoglie quanto prodotto dalla ricerca e che si fa mezzo di comunicazione (ed educazione) nello sviluppo di un lessico della sostenibilità del costruito. La necessità di un lessico che sia composto da parole come strutture portanti, consapevoli che «utopia, ideologia, pragmatismo della sopravvivenza, i fatti e non le etichette daranno un senso a questo nuovo paradigma culturale»

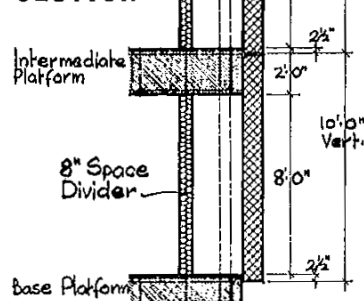
03 |



AXONOMETRIC



SECTION



PLAN

REVISIONS	
WEST SUSSEX COUNTY COUNCIL	
B. PETERS, Dip. Arch(Dist) ARIBA COUNTY ARCHITECT	
JOB NAME	
[Bison Frame]	
DRAWING Diagrammatic Sketch of "Blob" Arrangement	
PROGRAMME YEAR	
DATE	Aug 61
SCALE	1/2" = 1'
DRAWN	J.A.S
CHKD	
JOB No	
DRG No	
REVS	

04 | 2010. Per commemorare i 50 anni del SAIE sono stati stampati dei forex con le copertine dei volumi Cuore Mostra pubblicati (immagine di SAIE BolognaFiere S.p.a., cortesia di Antonella Grossi).

04 | 2010. This forex was printed to commemorate the 50th anniversary of SAIE, it shows all the covers of books called Cuore Mostra (picture of SAIE BolognaFiere S.p.A. properties, courtesy of Antonella Grossi).

(Monti et al., 2000). Un lessico che non solo sia il sostegno delle nuove declinazioni del fare tecnologia, ma che sia anche infrastruttura per la comunicazione tra produttori, mercato finale e mercati intermedi dell'innovazione, al fine di agevolare «il gioco di sottili equilibri tra il settore delle costruzioni e i suoi operatori (l'operatore-utente prima di ogni altro) e gli altri settori produttivi» (Sinopoli, 2005).

Si può affermare che l'evoluzione tecnologica e l'innovazione dei linguaggi della tecnologia del progetto, percorra le vie descritte da Rachel Carson (1962) con le parole del biologo Carl P. Swanson: «Ogni scienza [...] può essere paragonata ad un fiume. Essa ha le sue remote e modeste sorgenti, le sue placide anse e le sue rapide, i suoi periodi di magra e di piena; acquista una maggiore portata quando viene arricchita dalle opere di molti ricercatori ed è alimentata da altre correnti di pensiero; diventa, infine, più larga e profonda a mano a mano che i concetti e le generalizzazioni si evolvono». Il tutto mentre i metri quadrati della fiera registrano la corsa alla ricerca dell'innovazione.

Tale ricerca dell'innovazione avviene in un modo differente da quanto registrato dagli anni '80, quando il SAIE descriveva da un lato la «scuola dell'innovazione» (Acocella, 1981) e delle megastrutture utopiche (anche se dal ridimensionato spirito positivista, se le si confronta con gli anni '70) e dall'altro lato la «scuola della memoria» (ibidem) e dell'apertura verso la storia, fatta di un dialogo con il passato che è utile all'innovazione nei segni, degli elementi e delle tecnologie, oltre che a rifiutare tendenze tecnocratiche.

La moltiplicazione dell'offerta e una iper-aggettivazione dei prodotti e dei processi costruttivi sono caratteristiche che segnano profondamente il nuovo millennio; le voci dei singoli prevalgono

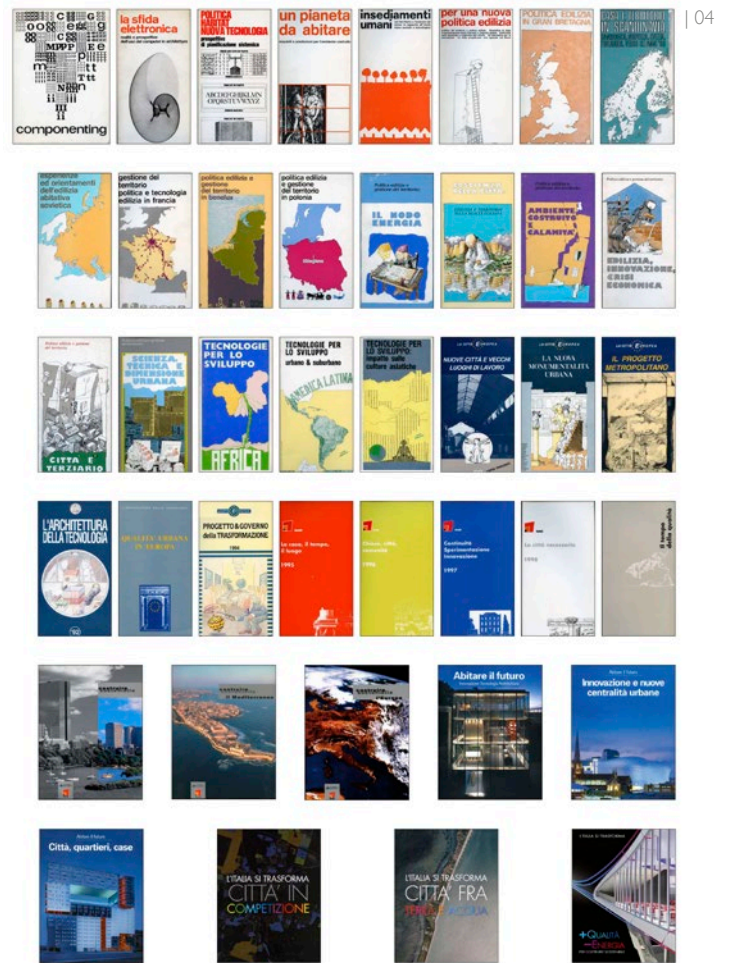
hundred manufacturers. Beyond the constructive and productive choices (for which Ciribini had identified the right direction of development), these early indications stress the relevance of the systemic approach⁴ in the construction sector. The fair and the books are tools and places to develop the connections between products and processes and to enrich the complex network of Architectural Technology and, more generally, of construction sector. A network developed within and extended beyond national borders, a key issue in the SAIE from 1974 to 1979⁵.

The reason for such work is emphasized in many publications. It is an effort of knowledge, coordination and development of individual aspects (manufacturer, designer, builder, ...) and collective aspects (e.g. the work of technical committees and of SAIE

working groups). President to the Ente Autonomo Fiere di Bologna, Giancarlo Lenzi, explained that the SAIE works to make sure that «the building product not only corresponds to the production targets and its publicity» (1971), the SAIE «must ensure great individual freedom, and great intensity of social relations» (ibid.).

Similarly, Putnam describes social capital, which has individual aspects (relating to the private sphere of doing) and collective aspects (public relation). This is because, while each person builds relations at the aim to benefit their own interests, every relation and social tie also benefits other people. Externalities growing up in a community as broad as the network of connections developed.

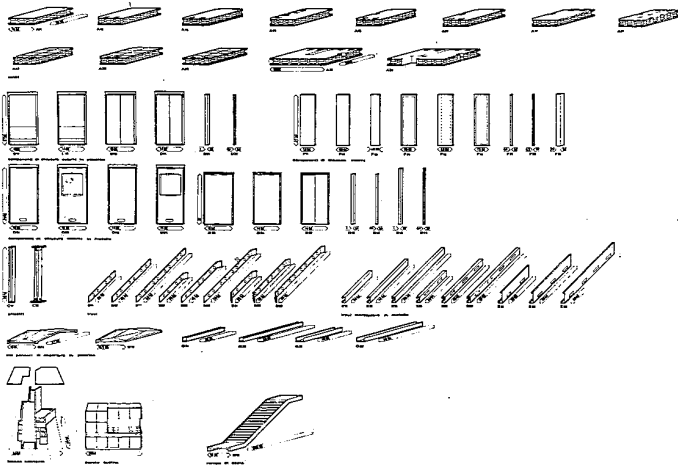
Right in describing this broader network of connections, Ciribini gives a series of definitions of technology



spesso su quelle delle scuole e le scuole cercano linguaggi per nuove forme di comunicazione, per essere comprese da chi non conosce la tradizione di un pensiero disciplinare. Ogni informazione che sopraggiunge può essere descritta come una conquista e, allo stesso tempo, come una distrazione¹¹ da quel percorso che

(1971) and focus the research on the co-operation between man and nature. The first definition of technology provided by Ciribini quotes the words of an English dictionary, and aims to identify such discipline as an instrument: a machine, in the early phase of the human work, and a process, in a more advanced stage of transformation of matter and energy⁶. But the technology is primarily design, because it combines a mediating role and a need for finalization. The technology is described by Ciribini in its two components: soft and hard⁷. Ciribini hopes that these components cooperate with each other perfectly, and that this innovation will reach an agreement with rhythms and forces of nature, which are the only instruments of the early definition of technology and, today, are the necessary values for a conscious design of the environment.

These issues are never forgotten in SAIE publications, and re-emerging in many communications that investigate the systems and building types. In the series of publications dedicated to the study of the construction industry and foreign urban policies there are also references to the legislation. The authors look for a legislature that is able to meet stakeholders and the evolution of the users' needs. The authors, indeed, consider the users as informed and attentive to the possible developments in the construction and in the techniques of industrial production. Nicola Sinopoli research a dynamic and dialectical standardization, which « have to lead the production processes, in addition to the (traditional) task to check the results». Sinopoli hopes that the standard «should be complemented by a series of measures to disseminate technical information» (Sinopoli, 1974)⁸.



- 05 | 1968. «L'attuale momento del settore edilizio è caratterizzato, nei riguardi delle possibilità verso una fabbricazione aperta, dalla più ampia dispersione dei poteri decisionali e dalla mancanza di una piattaforma normativa a cui fare riferimento. Tuttavia l'esperienza ha insegnato che, agendo sulla struttura organizzativa, è possibile superare questi ostacoli e, quindi, innescare un processo edilizio che, partendo dal censimento e dall'analisi dei bisogni, riesca a soddisfare questi in modo autentico conciliando gli obiettivi dell'utenza con quelli della produzione». L'immagine riporta l'abaco dei componenti di base progettati dalla Nizzoli Associati per il Concorso Internazionale della CECA e l'«ampia dispersione» descritta da Ciribini ha oggi assunto una vastità che allora era impensabile. Il progetto del «Componenting» oggi valica i confini dei singoli sistemi costruttivi, incrina la delimitazione dei poteri decisionali e identifica i confini del progetto con quelli della scala globale. Immagine e citazione sono tratte dalle pagine 15 e 17 di *Componenting*, edito per il SAIE del 1968.
- 05 | 1968. «The present time of the construction sector is characterized, regarding the open manufacturing, by the widest dispersion of decision-making powers and by the lack of a regulatory platform. However, experience has taught that, acting on the organizational structure, it is possible to overcome these obstacles and thus trigger a building process that, starting from the survey and from the analysis of the needs, is able to satisfy the needs in an authentic way and by reconciling the user's objectives with those of the production». The image shows the abacus of the basic components designed by Nizzoli Associates for International CECA Competition. The project of "Componenting" now crosses the boundaries of individual building systems, it undermines the definition of decision-making powers, and it identifies the boundaries of the project with those of the global scale. Image and quotation are taken from pages 15 and 17 of *Componenting*, the book published for the SAIE 1968.

la storia del SAIE marca con i passi pensati dai padri fondatori della disciplina, pesanti di dense pubblicazioni, di articolati saggi e anche di tempi di riflessione che, oggi, a fatica sono concessi dalla frenetica corsa alla ricerca non solo dell'innovazione, ma anche della comunicazione del risultato.

Più la storia delle pubblicazioni SAIE si fa recente e più lascia spazio all'interpretazione che deriva dalle esperienze di ricerca vissute, dall'altro lato si guadagna la certezza del legame con ciò che più è sedimentato nel percorso della disciplina ed è dunque possibile riconoscere le connessioni in virtù delle quali evolvono i concetti e le generalizzazioni di Rachel Carson prima riportati. La ricerca di uno slancio positivo per progettare l'abitazione del futuro, la consapevolezza di una trasformazione piuttosto che di una rivoluzione, la ricerca di nuovi e più elevati standard per il costruito (ad esempio, rievocando la stagione dell'housing) sono tutte questioni che la produzione edilizia, la progettazione urbana e le modifiche territoriali sviluppano in relazione alle ricadute ambientali e sociologiche. Aumentano il numero e l'eterogeneità

dei soggetti portatori d'interesse e, «anche in virtù della crisi del 2008, si pongono al centro dell'attenzione quadri esigenti innovativi che comportano nuove responsabilità ma anche rinnovate opportunità¹².

Le pubblicazioni lavorano affinché la progettazione non sia spinta a «ripiegarsi su sé stessa e ad autolimitarsi nella ricerca di rinnovate certezze disciplinari» (Acocella, 1981) parallelamente alla riduzione del ruolo ideologico dell'architetto.

La ricchezza della progettazione tecnologica può essere sviluppata attraverso l'impiego di quella stessa forza con cui la comunicazione danneggia l'informazione¹³, una strada concessa in virtù di una disciplina del lavoro fondata sull'intento di valicare il confine tra il tecnico e il teorico¹⁴. Un intento che ha caratterizzato e ancora caratterizza gli studi di tecnologia per lo sviluppo di una ricerca e di un'architettura sperimentale nell'evoluzione delle esigenze, dei vincoli, delle risorse e del contesto del progetto. Una tecnologia antifrangibile in cui le parole arricchiscono il sapere e il saper fare di chi legge; testi come prodotti di tecnologia che

The relationship between nature, person, society and technology⁹ is stressed by the *Cuore Mostra* edited in the years of the transition to the twenty-first century. The volume edited in 2000 aims to overcome the confusion made by the clamor of sustainability, rather than by its complexity. This book describes the vocation of the *Cuore Mostra*, which gathers the research and communicates them to develop a sustainability lexicon for the buildings¹⁰. We need a vocabulary that is composed of words like structures, aware that «utopia, ideology, pragmatism of survival, the facts and not the labels will give a sense of this new cultural paradigm» (Monti et al., 2000). A vocabulary that supports new technology demonstrations, and which also works as an infrastructure for communications between manufacturers, market, and intermediate markets, in order to facilitate «the

subtle game of balance between the construction sector, its operators (user, before any other), and the other productive sectors linked to it» (Sinopoli, 2005).

It can be said that technological developments and innovation of languages follow the path described by Rachel Carson in the words of the biologist Carl P. Swanson: «Any science may be likened to a river. It has its obscure and unpretentious beginnings; its quiet stretches as well as its rapids; its periods of drought as well as of fullness. It gathers momentum with the work of many investigators and as it is fed by other streams of thought; it is deepened and broadened by the concepts and generalizations that are gradually evolved» (Carson, 1962). All the while the square meters of the fair recorded the race in search of innovation.

This research for innovation takes place in a different way compared to the '80s, when the SAIE described on the one hand the «school of innovation» (Acocella, 1981), of utopian megastructures, and on the other hand the «school of memory» (ibid.) that seeks a dialogue with the past, which is useful for innovation of signs, of elements and of technologies, in addition to refuse technocratic tendencies.

The multiplication of the offer and the hyper-description of products and manufacturing processes are features that profoundly mark the new millennium. The voices of the individual often prevail over those of the schools. And the schools are seeking languages to reach new forms of communication, to be understood by those unfamiliar with the tradition of disciplinary thought. Every new information may be described as an achievement and, at the

same time, as a distraction¹¹ by the path that the history of SAIE underscore with steps which had been defined by the founding fathers of the discipline, which are important for the dense publications, articulated essays and also for those times of reflection that, today, are hardly granted by the frantic rush in search of innovation and communication of the result.

The recent history of the SAIE publications allow for further consideration and interpretation that derives from personal experiences of research, on the other hand, it increases the certainty of the link with the most settled topic in the path of discipline. Therefore it is possible to recognize the connections and the developments of concepts and generalizations desired by Rachel Carson. The search for a positive approach in «living the future», the awareness of a transformation rather than a revo-

non è né *hard* né *soft* ma che è fatta di ragionamento ed ingegno¹⁵, come il lavoro di artigiani dalla pratica specializzata che, con discernimento, gerarchizzano o assimilano le variabilità per proseguire nel loro lavoro. Una disciplina del pensiero, un «pensiero della tecnica» (Vittoria, 1973) «in cui la sperimentazione prevale sul progetto realizzato in virtù di capacità previsionali. Il pensiero antifragile non denigra il fallimento ma lo trasforma in uno strumento per l'innovazione e il miglioramento, al punto di auspicare di essere raggiunto da critiche perché solo così potrà proseguire più forte, incisivo, efficace e adatto» (Barucco, 2014). «Sembra che la “condizione umana” sia pure estremamente legata alla fitta rete di comunicazioni che si intrecciano intorno a noi, avviluppandoci sin dalla nascita» (Ciribini, 1972). La condizione umana e “pure” il progetto oggi sono avviluppati dalla comunicazione globale¹⁶, «che aspira a essere contemporaneamente una cosa, il suo contrario e tutto ciò che sta in mezzo tra i due opposti» (Perniola, 2004) abolendo il messaggio attraverso l'esposizione esorbitante e sfrenata di tutte le sue varianti. Perniola, nell'analizzare il disorientamento dell'osservatore generato dalla comunicazione elettronica, segnala un ulteriore passaggio rispetto alle analisi di Marshall McLuhan (1962) sulle ricadute dell'introduzione della stampa a caratteri mobili e dallo stesso McLuhan, questa volta con Quentin Fiore (1967), sulla ricadute della diffusione del mezzo televisivo. L'altra faccia della medaglia appare altrettanto interessante: una grandiosità di connessioni è a nostra disposizione per sviluppare ogni progetto e ogni studio, e ciò caratterizza la Tecnologia dell'Architettura che può essere descritta attraverso gli anni del SAIE come l'innovatività della disciplina, che guarda alle reti per il sostegno del nuovo capitale sociale.

lution, the research for new and more qualitative standards for the built (for example, evoking the season of housing). These are all issues that production, urban design and physical changes develop in relation to environmental and sociological implications. The number and the heterogeneity of the stakeholders increase and, partly because of the 2008 crisis, a new set of requirements entails new responsibilities and also restarted opportunities¹². The publications work in the aim that the design is not forced to «withdraw into itself and to self-restraint in the research of renewed disciplinary certainties» (Acocella, 1981). A matter that evolves in parallel to the reduction of the architect's ideological role. The wealth of technological design can be developed thanks to the same strength with which communication damages the information¹³, a road

given by virtue of a labor discipline founded on the intent to cross the boundary between technical matters and the theoretical ones¹⁴. An aim that has characterized, and still characterizes, the technology studies for the development of research and of experimental architecture that foreshadow and reflect changing needs, constraints, resources and context of the project. A technology that can be described as antifragile, because the words enrich the knowledge and the know-how of the reader. Books are similar to products made by a technology that is not hard or soft, but that is made of reasoning and brilliance¹⁵, as the work of skilled craftsmen who lay down a hierarchical or assimilate the variability to continue in their work. A discipline of thought, a «*pensiero della tecnica*» (Vittoria, 1973) «in which the experimentation prevails over the construction by virtue of fo-

NOTE

¹ Anche per il Bel Paese vale quanto spiegato da Italo Calvino: «è inutile stabilire se Zenobia sia da classificare tra le città felici o tra quelle infelici. Non è in queste due specie che ha senso dividere le città, ma in altre due: quelle che continuano attraverso gli anni e le mutazioni a dare la loro forma ai desideri e quelle in cui i desideri o riescono a cancellare le città o ne sono cancellati» (Calvino, 1972).

² Arnaldo Bagnasco (2001) definisce il capitale sociale come «il patrimonio di relazioni di cui dispone una persona e che questa può [...] imporre per buoni scopi».

³ Spadolini (1974) apre questo volume, edito in occasione del decimo SAIE, ragionando in merito alle reti di relazioni: «Per ragioni temporali o causali [...] ogni oggetto prodotto dall'uomo, sia esso utensile da lavoro o arma, veicolo o edificio, infrastruttura o città, è obbligato a seguire le leggi di queste dipendenze. Questa rete di legami, che nel tempo si infittisce sempre di più, costituisce una delle ragioni della crescente complessità della realtà in cui siamo immersi».

⁴ È del 1970 il Cuore Mostra intitolato «Politica, habitat, nuova tecnologia. Prospettive di pianificazione sistemica».

⁵ I Cuore Mostra dedicati al «riesame del cammino già percorso da altri Paesi» (1974) o alle prospettive di crescita in determinati contesti affrontano lo studio di progetti e politiche in Gran Bretagna, Scandinavia, Russia, Francia, Benelux e Polonia. Dal 1986, con il titolo *Tecnologia per lo sviluppo*, si studiano l'Africa, l'America Latina e le culture asiatiche.

⁶ Ciribini utilizza le parole del *Random house dictionary of english language* per dare una prima definizione di tecnologia come «somma di modalità secondo cui i gruppi sociali provvedono a costituire gli oggetti materiali della loro civilizzazione», è quindi il «mezzo di trasformazione che ha consentito all'uomo sia di emanciparsi dalla natura e di asservirla che di aprire, nel senso psico-sociale, su una fase evolutiva che gli non condivide con nessuna altra creatura», il che lo porta ad identificarla nel «quadro conoscitivo dell'insieme delle operazioni di trasformazione eseguite sulla materia o sull'energia

resight. The antifragile thought do not disparage the failure, but turns it into a tool for innovation and improvement. The antifragile thought wishes to be joined by criticism because this is the only way to become stronger, decisive, effective and suitable» (Barucco, 2014). «It also appears that the “human condition” is very linked to the dense network of communications that are woven around us, enveloping us from birth» (Ciribini, 1972). The human condition and “also” the design are enveloped by the global communication, toady¹⁶. «A communication that aspires to be both one thing, its opposite, and all that is in between such two opposites» (Perniola, 2004). A communication which abolishes the message through the exorbitant and unrestrained display of all its variants. Probably, the other side of the coin is the most interesting: a magnificence of

connections is available to us, to develop each design and each research. This characterizes the Architectural Technology that can be described with the word “innovative” and the networks in order to support the new social capital.

NOTES

¹ The description given by Italo Calvino is good also for Italy: «it is pointless trying to decide whether Zenobia is to be classified among happy cities or among the unhappy. It makes no sense to divide cities into these two species, but rather into another two: those that through the years and the changes continue to give their form to desires, and those in which desires either erase the city or are erased by it» (Calvino, 1972) Translated from the Italian by William Weaver. English translation copyright: 1974 by Harcourt Brace & Company, Orlando, Florida.

(e, in ultima analisi, sull'habitat umano) per portarle da uno stato precedente ad uno stato successivo». Di qui, con Eric Jantsch, la tecnologia è «il dominio delle possibili applicazioni -orientate ad una meta- dei contenuti e delle scienze della natura, dell'uomo e dei comportamenti» (Ciribini, 1971).

⁷ La tecnologia *soft* è «assunzione di decisioni» e «l'unica risposta possibile sia al fatto che ciò che distingue la parte mediana del XX secolo è l'intervento deliberato di organizzazioni umane (principalmente leadership politiche) per il controllo dei mutamenti in vista di specifiche mete che alla conseguente considerazione che le citate azioni di controllo [...] importano una nuove dimensione: la natura del tempo». La tecnologia *hard* è la «tecnologia delle azioni processuali di attuazione delle trasformazioni» e diventa estremamente dura qualora si entri nell'ambito dei meccanicismi (Ciribini, 1971).

⁸ «È necessario fare ricerca prima di normare per definire cosa e come normare [...] istruire e guidare [...] controllare le operazioni e i processi [...] verificare come i diversi operatori hanno gestito le componenti decisionali e innescare [...] la verifica di nuovi livelli normativi» (Sinopoli, 1974).

⁹ Il concerto tra le parti costituenti tale sistema può essere controllato dalla «tecnica ecologica (ecological engineering), ove, per ecologia dovrà intendersi la totalità delle relazioni intercorrenti in un sistema possedente capacità di vita» (Ciribini, 1971).

¹⁰ La vocazione informazionale della nuova collana fa riferimento alle dinamiche processuali e informazionali con l'obiettivo di fornire «un primo contributo conoscitivo a chi desidera disporre di risposte a tempi brevi, per operare immediatamente nella realtà odierna» (Zaffagnini, 1981).

¹¹ «Non facciamo altro che sentire, e l'abbiamo confuso col pensare» (Twain, 2010) sentenziava Mark Twain in *Opinioni di granturco*; in questo scritto, edito postumo, egli ragiona sulla libertà di pensiero al confronto con la forza dell'opinione pubblica.

¹² Questa è la sequenza dei titoli dei Cuore Mostra in questione: «Abitare il futuro» (2003-2005), «L'Italia si trasforma» (2006-2008), «Una nuova stagione per l'housing. Low Cost - Low Energy - Quality Architecture» (2009),

² Arnaldo Bagnasco (along with Fortunata Piselli, Alessandro Pizzorno and Carlo Triglia) defines social capital as «the heritage of relationships available to a person and [...] used for good purposes» (2001).

³ This book was published to mark the tenth SAIE. Spadolini argues about the network of relationships and writes: «For temporal or causal reasons [...] each object is obliged to follow the rules of these addictions, be it a working tool or a weapon, a vehicle or a building, an infrastructure or a city. This network of connections becomes more dense to the passage of time, this is one of the reasons for the increasing complexity of the reality in which we are immersed» (Spadolini, 1974).

⁴ In 1970 the Cuore Mostra were titled «Politica, habitat, nuova tecnologia. Prospettive di pianificazione sistemica» (Policy, habitat, new technology. Systemic planning perspectives).

mic planning perspectives).

⁵ Some Cuore Mostra purpose the «review of the road already traveled by other countries» (1974) or study of the growth prospects in certain contexts. These Cuore Mostra analyze the policies of the following countries: Great Britain, Scandinavia, Russia, France, Benelux and Poland. Since 1986 the Cuore Mostra were titled *Tecnologia per lo sviluppo* (Technology for the Development) and studied Africa, Latin America and Asian cultures.

⁶ Ciribini uses the Random House Dictionary to give a first definition of technology as «the way in which social groups construct material objects of their civilization». Therefore, technology «is the medium that has enabled man to emancipate itself from nature, to subdue it, and to open a phase of evolution that has no equal for any other creature» (Ciribini, 1971). These

«Integrare per costruire: innovazione, progetto, produzione, gestione edilizia e urbana» (2010).

¹³ Esperimento percorso da Carlo Ratti che impiegò un modello di partecipazione in rete per la redazione di un editoriale al numero 948 di *Domus*, pubblicato nella primavera del 2011.

¹⁴ «L'efficienza del sistema dipende sostanzialmente dal modello organizzativo e gestionale che ne consente l'applicazione [...] e la progettazione del sistema ha lo scopo di progettare sistemi di prestazioni e non oggetti immediatamente producibili» (Spadolini 1981).

¹⁵ Mark Zeleny (1985) describe questa componente come il *knoware* che determina una tecnologia nella quale la conoscenza predomina sull'*hardware* e sul *software* e la rivoluzione tecnologica che ha valore in virtù del suo significato, coinvolgendo gli utenti e divenendo assimilabile ad una forma di relazione sociale.

¹⁶ «È globale nel senso che include anche ciò che nega la globalità» (Perniola, 2004).

REFERENCES

Acocella, A. (1981), «Architetture e città nell'Italia contemporanea», in *Convegno coscienza della città (1981 Bologna), Coscienza della città: edilizia e territorio nella realtà italiana*, E.A. Fiere di Bologna, Bologna.

Antonini, E. (2004), «Era l'ottobre del '65. I quaranta anni del SAIE», *Costruire*, vol. 257 pp. 18-25.

Associazione italiana prefabbricazione per l'edilizia industrializzata; Ente autonomo per le fiere di Bologna (1971), *Un pianeta da abitare: requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Officine grafiche Calderini, Bologna.

Bagnasco, A. et al. (2001), *Il capitale sociale: istruzioni per l'uso*, Il Mulino, Bologna.

Barucco, M. A. (2014), «Il senso dei materiali», in Albrecht, B. (Ed.), *Africa: big change big chance*, Editrice Compositori, Bologna.

descriptions open to a dimension that goes beyond the instrumentality and that are related to the reason: technology «is the whole knowledge framework of the processing operations carried out on the matter or on energy (and, ultimately, on human habitat). It serves to bring them to a previous state to a next state». Therefore, referring to Eric Jantsch, Ciribini explains that technology «is the domain of the feasible applications focus on results, applications of content, of natural sciences, of human and of behavior» (Ciribini, 1971).

⁷ The soft technology is «taking decisions» and «the only possible response to the fact that what distinguishes the middle part of the twentieth century is the deliberate action of human organizations (mainly political leadership) to control changes in view of the specific destinations. Also explains the reason

for the new dimension of the choices for the control and management: the nature of time» (Ciribini, 1971). The hard technology is the «technology of court actions for implementation of the changes». It becomes extremely hard if she works in the field of mechanisms (Ciribini, 1971).

⁸ «Research must be done prior to standardize, it is necessary to define what and how to standardize. It is necessary to do research [...] at the aim to educate and guide, [...] to supervise operations and processes, [...] to analyze how the different actors handled the decision-making components, and to start [...] the test of new regulatory levels» (Sinopoli, 1974).

⁹ The set of parts that make up this system can be controlled by the «*tecnica ecologica* (ecological engineering), where, for ecology must be considered the totality of the relationships in a

Barucco, M.A. (2016), *Durabilità e Patrimonio. Tecnologia e Risorse: confronto*, Mimesis Edizioni, dipartimento di Cultura del Progetto Università Iuav di Venezia, Sesto San Giovanni (MI).

Calvino, I. (1973), *Le città invisibili*, Einaudi, Torino.

Carson, R. (1999), *Primavera silenziosa*, 1st ed. in 1962, Feltrinelli, Milano.

Ciribini, G. (1958), *Architettura e industria: lineamenti di tecnica della produzione edilizia*, Tamburini, Milano.

Ciribini, G. (1971), "Una nuova tecnologia per l'ambiente costruito", in Associazione italiana prefabbricazione per l'edilizia industrializzata; Ente autonomo per le fiere di Bologna (Ed.), *Un pianeta da abitare: requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Officine grafiche Calderini, Bologna.

Ciribini, G. (1972), "Un universo informazionale", in Associazione italiana prefabbricazione per l'edilizia industrializzata, Ente autonomo per le fiere di Bologna, *Inseguimenti umani nel territorio e funzione abitativa in rapporto all'evoluzione sociale e tecnologica*, Ente fiere di Bologna, Bologna.

Ente Autonomo Fiere di Bologna (1968), *Il componenting: mostra organizzata dall'Ente autonomo per le fiere di Bologna in collaborazione con l'Associazione italiana prefabbricazione per l'edilizia industrializzata AIP, nell'ambito del 4. SAIE, Salone internazionale dell'industrializzazione edilizia: Bologna, 5-13 ottobre 1968*, E.A. Fiere di Bologna, Bologna.

Janstch, E., (1967), *Technological Forecasting in Perspective. A Framework for Technological Forecasting, its Techniques and Organisation*, OECD, trad. it. (1969), *La previsione tecnologica*, Bizzarri Editore, Roma.

Lenzi, G. (1971), "Presentazione", in Associazione italiana prefabbricazione per l'edilizia industrializzata; Ente autonomo per le fiere di Bologna (Ed.), *Un pianeta da abitare: requisiti e prestazioni per l'ambiente costruito*, Officine grafiche Calderini, Bologna.

McLuhan, M. (1962), *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*, trad. it di Stefano Rizzo (1976), *La galassia Gutenberg: nascita dell'uomo tipografico*, Armando ed., Roma.

McLuhan, M., Fiore, Q. (1967), *The Medium is the Message*, Jerome Angel,

trad. it. di Nicola Locatelli (2011), *Il medium è il massaggio: un inventario di effetti*, Corraini, Mantova.

Monti, C., Roda, R. and Torricelli, M.C. (2000), "Introduzione", in Monti, C. et al. (Ed.), *Costruire sostenibile: 2000*, Alinea, BolognaFiere, Firenze.

Perniola, M. (2004), *Contro la comunicazione*, Einaudi, Torino.

Putnam, D.R. (1993), *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Ratti, C. (2014), *Architettura open source: verso una progettazione aperta*, Einaudi, Torino.

Sinopoli, N. (1974), "La normativa tecnica edilizia", in Basso, M. (Ed.), *Politica edilizia in Gran Bretagna*, Ente fiere di Bologna, Bologna.

Sinopoli, N. (2005), "Com'è difficile innovare", in Biondo, G., Monti, C., Roda, R. and Sinopoli, G., (Ed.) *Abitare il futuro. Città, quartieri, case*, BeMa, Milano.

Spadolini, P. (1969), *Design e società*, F. Le Monnier, Firenze.

Spadolini, P. (1974), *Design e tecnologia: un approccio progettuale*, L. Parma Bologna.

Terranova, F. (2011), *Edilizia & potere politico: narrazione storica e scenari etici per il futuro*, Alinea, Firenze.

Torricelli, M. C. (2010), "Breve storia del futuro approccio sistemico nella ricerca progettuale in architettura", in Perriccioli, M. (Ed.), *L'officina del pensiero tecnologico*, Alinea, Firenze.

Twain, M. (2010), *Libertà di stampa*, Piano B edizioni, Prato.

Vittoria, E. (1973), "Tecnologia, progettazione, architettura", *Casabella*, 375.

Zaffagnini, M. (1981), *Progettare nel processo edilizio: la realtà come scenario per l'edilizia residenziale*, L. Parma, Bologna.

Zeleny, M. (1985), "La gestione a tecnologia superiore e la gestione della tecnologia superiore", in Bocchi, G., Ceruti, M. (Ed.), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano.

system possessing life skills» (Ciribini, 1971).

¹⁰ The informational vocation of the new series refers to the procedural and informational dynamics with the aim of providing «a first cognitive contribution to those who want to have a short term response, to immediately operate in today's reality» (Zaffagnini, 1981).

¹¹ «We all do no end of feeling, and we mistake it for thinking» (Twain, 2010) from Twain, M. (1962) *The Damned Human Race*. New York: Noonday Press.

¹² This is the title sequence of the Cuore Mostra: *Abitare il futuro* (Inhabit the Future) (2003-2005), *L'Italia si trasforma* (Italy in development) (2006-2008), "Una nuova stagione per l'housing. Low Cost - Low Energy - Quality Architecture" (2009), *Integrare per costruire: innovazione, progetto, produzione, gestione edilizia e urbana* (Integrate to

build: innovation, design, manufacturing, construction and urban management) (2010).

¹³ Experiment path by Carlo Ratti in the book titled *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*. He uses a model of participation in the network for the drafting of an editorial to the number 948 of *Domus*, published in spring 2011.

¹⁴ «The efficiency of the system depends substantially from the organizational and management model that allows its application» and «the system design aims to design performance and not objects immediately producible» (Spadolini, 1981)..

¹⁵ Zeleny (1985) describes this component as «knoware». The "knoware technology" exists when knowledge predominates hardware and software and the technological revolution has value by virtue of its meaning, invol-

ving users, and becoming similar to a form of social relationship (Barucco, 2016).

¹⁶ «It is global in the sense that also includes that which negates the globality» (Perniola, 2004).

Renato Capozzi, Federica Visconti

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

renato.capozzi@unina.it
federica.visconti@unina.it

Abstract. Il paper intende indagare la distinzione tra teoria e prassi, oggetto della Call, a partire da una riflessione sull'architettura dimostrando come una delle specificità di quella che può ancora nominarsi *arte del costruire* – o "pratica artistica" nella nota definizione di Vittorio Gregotti – sia quella di intendere il rapporto tra pensiero e opera non in termini antitetici ma di imprescindibile circolarità ermeneutica.

La disamina delle posizioni in campo e l'analisi di *exempla* costituiscono, rispettivamente, premessa e dimostrazione di un ragionamento che, con specifico riferimento a metodi e tecniche nell'ambito di una teoria della progettazione, vuole definire il "punto di vista orientato" a partire dal quale si è inteso proporre la riflessione sul rapporto teoria/prassi.

Parole chiave: *theoria*, *praxis*, cultura del progetto, architettura della ragione, realismo.

Premessa

Se la *Theoria* è lo sguardo sulla realtà fenomenica con gli occhi

della mente, si deve innanzitutto determinare di quale realtà si stia parlando e, se la *praxis* è l'attività intenzionale agente su quella realtà, si deve chiarire a partire da quali presupposti metodologici e con quali tecniche codificate essa induce modificazioni sulla realtà. In qualche misura si potrebbe affermare che la necessaria integrazione tra le fasi conoscitive e quelle trasformative dello *status quo* costituisca il punto di innesco di quella circolarità ermeneutica che vede in architettura le opere e le teorie come elementi mutuamente condizionanti.

Il dibattito, che ha avuto sempre largo spazio in campo filosofico, è approdato *sub specie architecturae*, al "realismo critico" di Vittorio Gregotti (Gregotti, 2004) ma anche alla recente incursione nel mondo della cultura architettonica del dibattito realismo/antirealismo inauguratosi a valle della proposta di un "nuovo realismo" da parte di Maurizio Ferraris (Ferraris, 2012). Il saggio

The architectural project
as a link between theory
and practice

Abstract. The paper aims to investigate the theme of the Call, the distinction between theory and practice, based on a reflection on Architecture and demonstrating that one of the specifics of this art of construction – or *artistic practice* as in the well-known definition by Vittorio Gregotti – is in the relationship between thought and artefact intended not in antithetic terms but of hermeneutic circularity.

The investigation of points of view and the analysis of *exempla* are, respectively, premise and demonstration of a reasoning that aims to define, specifically referring to methods and techniques within a theory of architectural design, an "orientated point of view" starting from which a reflection on the relationship between theory and practice is proposed.

Keywords: *theoria*, *praxis*, design culture, rational architecture, realism.

quindi, sullo specifico tema della call, intende mostrare come nel progetto, modo specifico della conoscenza, vi siano essenziali legami di circolarità e ricorsività efficienti tra teoria e opere e come tali nessi risultino inscindibili, aderendo alla nota metafora proposta da Carlos Martí Arís della cèntina e dell'arco (Martí Arís, 2007): la prima è la struttura/teoria senza la quale non si costruisce il secondo, l'arco/opera, ma è poi destinata a scomparire lasciando all'opera stessa il compito di testimoniare ed evocare l'esistenza del pensiero che la ha prodotta. (R.C., F.V.)

Un punto di vista nel dibattito: realismo e architettura

Nella *Scuola di Atene* di Raffaello, Platone e Aristotele, significativamente posti al centro, indicano rispettivamente il cielo,

luogo ultraterreno delle idee, e il mondo delle cose sensibili, con la mano aperta verso il basso, verso la materia.

La filosofia greca, come è noto, ha articolato una doppia accezione del significato di forma: *forma* in quanto εἶδος (*eidos*) e *forma* in quanto μορφή (*morphé*). L'*eidos* rappresenta l'idea, lo schema astratto che è visto dalla teoria e perseguito nel progetto, mentre *morphé* vuole rappresentare la datità tangibile, la forma sensibile degli oggetti, prodotto ed esito reale del progetto, fatta di materia informata e presente *in re*. Se quindi Platone e Aristotele rappresentano gli eponimi di due tensioni, spesso inconciliabili, una alla astrazione e l'altra alla attività concreta, una teoria assoluta – nel senso di slegata dalla realtà – e una prassi assoluta – nel senso di immersa nel mondo materiale –, è d'altra parte vero che l'affresco, non a caso caro agli "Architetti della Ragione" da Boullée a Aldo Rossi (Rossi, 1981), è, tra le altre cose, rappresentazione

Premise

If *Theoria* is a look at the phenomenical reality through the eyes of the mind, it is firstly to define which reality is been discussed. If *praxis* is the intentional activity that acts on that reality, it is to clarify from which methodological assumptions and with which codified techniques the practice modifies reality. In some ways, it is possible to affirm that the necessary integration between cognitive and transformative phases of the project are the starting point of the hermeneutic circularity that in architecture identifies artefacts and theories as mutually influenced elements.

The topic has always been widely debated in the philosophical field and arrived, *sub specie architecturae*, at the "Critical Realism" by Vittorio Gregotti (Gregotti, 2004) but also into the recent foray in the world of architectural culture of the collision realism/anti-reali-

sm beginning with the proposal of the "New Realism" by Maurizio Ferraris (Ferraris, 2012). Thus, the essay about the specific topic of the call aims to show how essential links of circularity and recursiveness exist in the project, intended as a specific method of knowledge. These links are indissoluble following the well-known metaphor about rib and arch proposed by Carlos Martí Arís (Martí Arís, 2007): the rib is the structure/theory without which the construction of the arch/artefact is not possible but it is going to disappear leaving to the artefact the task of witnessing and evoking the existence of the thought that made it.

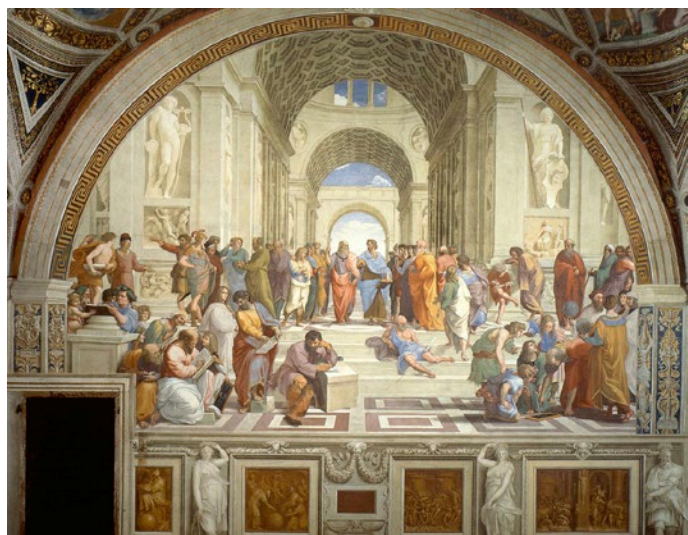
(R.C., F.V.)

A point of view within the debate: realism and architecture

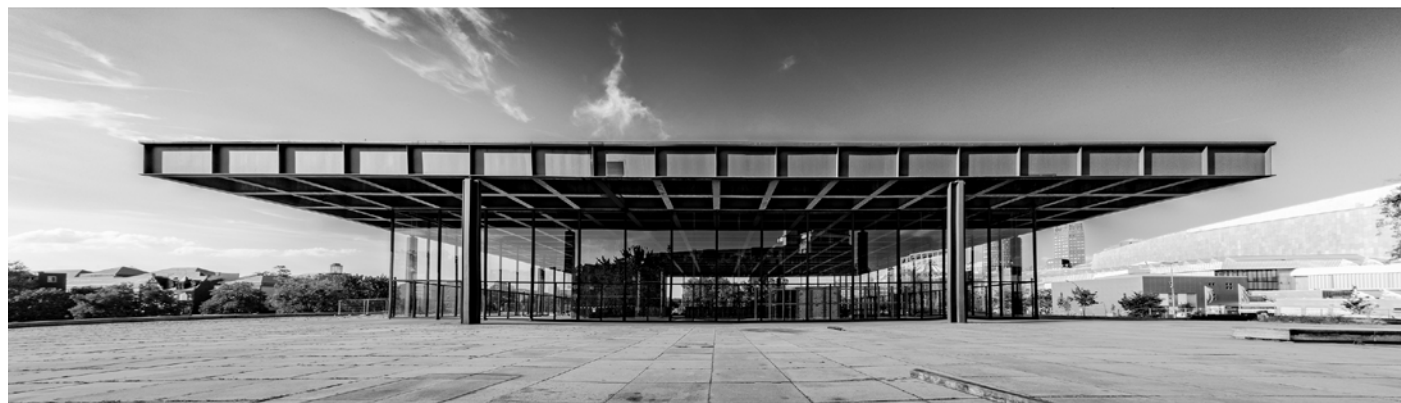
In the *Scuola di Atene* by Raffaello, Plato and Aristotle are significantly in the

dell'ideale umanistico in cui fede e scienza, teoria e prassi coesistono e si relazionano reciprocamente. Così è per l'architettura, «[...] disciplina che non può essere ridotta a pura tecnica, finalizzata a produrre il *nuovo* dando a questo un connotato di valore in sé ma, ugualmente, diversa dalla pura arte perché fondata su un sistema scientifico, razionale, e soprattutto segnata da una responsabilità, nel suo rapporto con il reale, che non tocca all'arte.» (Visconti, 2013).

Dove, perché e quanto questo legame tra teoria e prassi si sia interrotto sarebbe complesso da articolare ed esula dagli obiettivi di questo saggio, certo è che la contemporanea condizione di “gaia erranza” (Tafuri, 1982), già annunciata da Tafuri, pur partendo da obiettivi emancipativi, come è noto, sancendo la crisi della ragione, ha determinato nelle nostre erratiche pratiche, sovente, una marcata deviazione dell'interesse teoretico nella direzione di una descrizione letteraria delle attività legate al progetto piuttosto che a un riconoscimento del legame indissolubile con la realtà e la sua modificazione. In contrasto con le tesi deboliste e relativistiche si sono mosse, in ambito filosofico, da un lato, le istanze epistemiche di Popper e, dall'altro, le tesi di Habermas sull'agire comunicativo e la negazione della fine del progetto moderno: in ambito architettonico alle prime si possono ricondurre le ricerche di Carlos Martí Arís sulla nozione di tipo (Martí Arís, 1990) e alle seconde gli studi di Tomás Maldonado sulla speranza progettuale (Maldonado, 1970) insita nel progetto moderno. Se la “teoria dei tre mondi” (Popper, 1975; 2012) ha fornito a Martí Arís l'impalcatura concettuale per la definizione disciplinare della mutua dipendenza tra progetto e modificazione, mondo fenomenico e struttura di fondo delle forme, la critica di Habermas non solo ha alimentato il dibattito sul significato della modernità come con-



dizione irrinunciabile dell'agire progettante (Habermas, 1985) ma anche, come ad esempio in Gregotti, la riscoperta della tradizione del nuovo da porre alla base di un ineludibile rapporto critico con la realtà e i modi della sua modificazione, necessaria ma razionalmente fondata. Un rapporto più volte sondato, su presupposti lukácsiani (Lukács, 1970), anche nelle teoresi di Antonio Monestiroli (Monestiroli, 1999) e prima ancora in quelle “forme realiste e popolari” (Monestiroli, 2015) e nella “educazione realista” (Rossi, 1987) di cui parlava Aldo Rossi. Ed è proprio sul rinnovato e sempre da rinnovare rapporto con la realtà che, negli ultimi anni, con il contributo di molti (Biraghi, 2013), la cultura architettonica italiana e di area tedesca è tornata a riflettere, anzitutto a partire dalle tesi di Maurizio Ferraris su un possibile “nuovo realismo” che segnasse sia il superamento della deriva relativista postmoderna e della indebita sovrapposizione tra ontologia ed epistemologia sia un ritorno ad un costruzionismo tra mente ed enti nell'ambito di una chiara distinzione tra oggetti “naturali”, “sociali” e “ideali” (Ferraris, 2012 e 2013; AA.VV., 2013). Le istanze del nuovo realismo ferrarisiano hanno avuto, nell'ambito del



02 | Mies van der Rohe, *Neue Nationalgalerie*, Berlin 1968. Photo ©mferrara

dibattito architettonico, una serie articolata di conseguenze in numerosi convegni e pubblicazioni che hanno, di volta in volta, visto confrontarsi posizioni riferibili alla tradizione italiana di marca rossiana, gregottiana e poi monestiroliana con altre, di matrice più ermeneutica, che sovente si sono rivolte piuttosto a filosofi, indebitamente tradotti *sub specie architecturae*. La vasta eco del dibattito attorno al realismo come superamento del postmoderno ha visto analoghe interazioni con altri campi del sapere (filosofia, letteratura, scienze cognitive, teoria dell'arte) testimoniata dal testo di Raffaella Scarpa che le organizza in fasi di successive ri-articolazioni disciplinari (Scarpa, 2013).

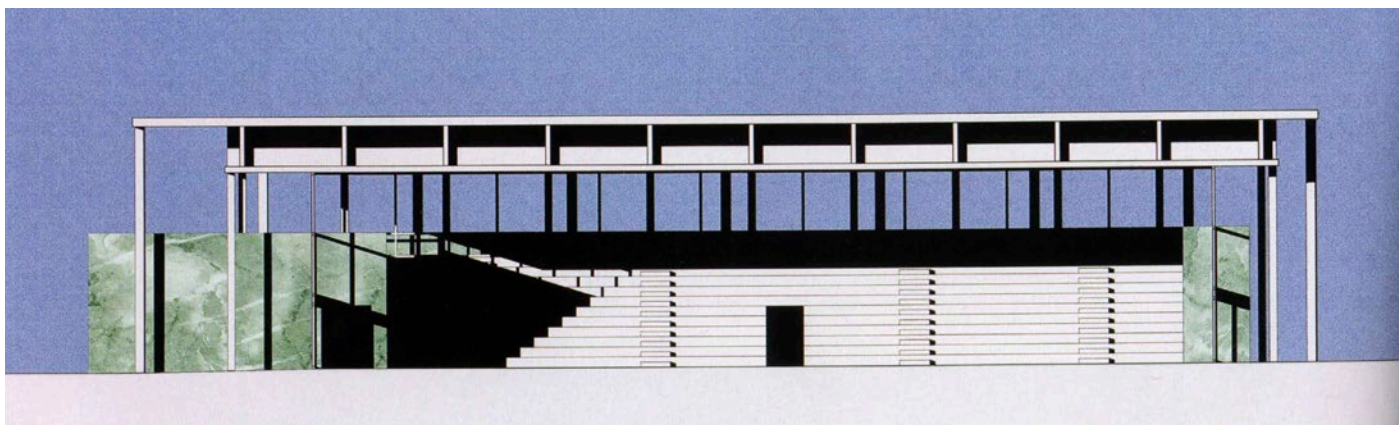
La posizione di chi scrive è che alle opere architettoniche spetti, all'interno di questa riflessione, uno statuto ibrido che costituisce la loro specificità e anche la loro ricchezza: "oggetti sociali" nel loro ricercare il riconoscimento collettivo, "artefatti" nella condizione materiale ma anche "oggetti ideali" nella loro dimensione predittivo-inventiva. L'architettura, in altri termini, nell'intrattenere un nesso critico con la realtà nella fase analitica e conoscitiva, necessita anche di una sua ri-costruzione (realismo positivo) in grado di superare le contraddizioni del presente facendo sempre riferimento ad alcuni *principia* che abbiano quel carattere astratto e razionale in grado di farsi dimensione collettiva. (R.C.)

La teoria della progettazione e l'Architettura della Ragione

La teoria della progettazione è cosa diversa dalla teoria dell'architettura in quanto, se la seconda attiene agli statuti di fondo della *Baukunst*, la prima osserva i modi, "il come", le tecniche e i presupposti che guidano e regolano l'attività progettante/modificante/trasformante i luoghi, gli spazi, le forme. La prima rimanda a un rapporto con il pensiero generale e di esso si alimenta, la seconda ha, ancor di più, nel rapporto con la realtà il suo ineludibile fondamento.

Già nel 1966, nel noto saggio *Architettura per i musei*, Aldo Rossi aveva chiarito la sua intenzione di definire una "teoria della progettazione" e aveva individuato nel «[...] rapporto che esiste tra visione teorica della architettura e il fare architettura [...] il momento più importante della teoria stessa». Partendo da questo presupposto, Rossi si sposta subito sulla osservazione della realtà perché se «[...] l'architettura in senso positivo [è] una creazione inscindibile dalla vita e dalla società in cui si manifesta» «Allora l'architettura si presenta come una meditazione sulle cose, sui fatti: i principi sono pochi e immutabili ma moltissime sono le risposte concrete che l'architetto e la società danno ai problemi che via via si pongono nel tempo [e] L'immutabilità è data dal carattere razionale riduttivo degli enunciati architettonici».





04 | A. Monestiroli (with M. Ferrari, M. Landsberger, T. Monestiroli, R. Neri), *Progetto per il palazzetto dello sport di Limbiate*, 1998

Sono questi principi che devono produrre «[...] la forma come un segno preciso che si colloca nella realtà ed è la misura di un processo di trasformazione».

La teoria della progettazione si appunta proprio su quelle procedure metessiche, per citare Platone, che, a partire da temi, fanno passare dai principi compositivi alle scelte formali, alla selezione normata degli elementi chiamati a dichiarare il carattere degli edifici, la loro finalità, in una, il loro significato con intenzionalità espressiva. Un sistema ideale nomotetico che si confronta con le datità e i bisogni, le istanze tematiche poste dalla realtà/collettività e produce aggregazioni figurali concrete e tangibili in grado di esprimerle. Una inferenza che parte da *principia*, discende ai bisogni, risale alle procedure tecniche e si offre ad una ricezione generalizzata in un processo ricorsivo che appare più che deduttivo o induttivo di natura abduttiva e indiziaria (Amirante, 2014). In tal senso il procedimento scientifico, caratteristico delle cosiddette scienze dure, per l'architettura si specifica oltre la nota distinzione tra arte e scienza, tra teoria e cultura del progetto (*scire per leges, facere per inventiones*) in quanto l'arte del costruire intrattiene insoliti legami di confine tra le procedure deduttive (dal tema, dai principi agli effetti) o induttive (le condizioni di

realtà, i bisogni, le norme) e quelle sintetico-figurali proprie delle discipline infografiche e artistiche.

Tale ruolo di intermediazione tra la condizione ideale-astratta, in cui i principi ordinano le tecniche, e quella operativa-fabbrile, in cui le tecniche si applicano a determinare forme e oggetti concreti, è svolto proprio dal progetto, inteso come momento sintetico al quale concorrono tutte le discipline e che, per sua natura, si oppone a troppo spinti specialismi divisivi. La specificità dell'architettura e del progetto, quale sistema ordinato di scelte, è appunto quello di prefigurare oggetti ancora non esistenti a partire da principi e assetti persistenti sia in senso temporale che come grado di generalità. In quest'ottica il progetto diventa innanzitutto modo specifico della conoscenza del mondo laddove, ricordando ancora la metafora proposta da Martí Arís ne *La cèntina e l'arco*, l'architettura non può determinarsi se non attraverso le opere che però, al tempo stesso, sono prodotte e rialimentano in verifica/conferma e in emendazione/confutazione quegli assunti teoretici legati alla tradizione consolidata del suo spessore storico.

Perché si possa parlare di una qualsivoglia teoria razionale della progettazione è necessario quindi riconoscere la "necessità del

middle: Plato points out the sky, the otherworldly place of ideas, Aristotle the world of the tangible things, indicating the material world with his open downward hand.

The Greek philosophy, as is well-known, developed a double meaning of form: form as εἶδος (èidos) and form as μορφή (morphé). The *èidos* represents the idea, the abstract scheme considered by the theory and pursued in the project, while *morphé* represents the tangible givenness, i.e. the concrete form of the objects, the product and the real outcome of the project, made up of informed material and existing *in re*. Although Plato and Aristotle represent the eponyms of two, often irreconcilable, tensions, one to the abstract and the other to the concrete activity, an absolute theory – in this sense detached from reality – and an absolute practice – in this sense immersed in

reality –, it is also true that the fresco, for obvious reason dear to the "Architects of Reason" from Boullée to Aldo Rossi (Rossi, 1981), is, among other things, representative of the humanist ideal in which faith and science, theory and practice coexist and relate to each other. This is true for Architecture «[...] a discipline that can not be reduced to mere technique, finalized to the production of the new, giving to this a value in itself but equally different from the pure art because it is founded on a scientific, rational system and, above all, marked by a responsibility in its relationship with reality that does not involve art.» (Visconti, 2013).

Where, why and how much this link between theory and practice was interrupted is a difficult subject to discuss and probably is beyond the scope of this text. However, it is clear that the contemporary condition of "cheerful

wandering" (Tafuri, 1982), already announced by Tafuri, although beginning with emancipatory objectives, by enshrining the crisis of the reason, often resulted in a significant deviation in our erratic practices from the theoretical interest in favour of a literary description of design activities instead of the recognition of an indissoluble link with the reality and its modification.

Opposite to the relativistic and of the weak thought thesis, in the philosophical field, there are, on one hand, the epistemic proposals by Popper and, on the other hand, the theses by Habermas on Communicative Action and the denial of the end of the modern project: in the architectural field the first thesis is related to the research by Carlos Martí Arís on the idea of typology (Martí Arís, 1990) and the second to the studies by Tomás Maldonado concerning the Projectual Hope (Maldonado, 1970)

inherent to the modern project. If the "Theory of the three worlds" (Popper, 1975; 2012) gave Martí Arís the conceptual structure for the disciplinary definition of the mutual relation between project and modification, phenomenonic world and structure of the objects, the criticism by Habermas not only improved the debate on the meaning of modernity as an essential condition of the projectual acting (Habermas, 1985) but also, for example in Gregotti, the re-discovery of the tradition of the new to put at the base of a crucial critical relationship with reality and its methods of modification, necessary but rationally founded. This relationship has been investigated many times, based on the assumptions by Lukács (Lukács, 1970), also in the reflections by Antonio Monestiroli (Monestiroli, 1999) and previously in those "realistic and popular forms" (Monestiroli, 2015) and in

metodo". In tal senso la proposta metodologica avanzata da Antonio Monestiroli (Monestiroli, 1991) appare a chi scrive la più chiara e operabile nella sua articolazione di temi, questioni, sequenze logiche che il progetto ogni volta deve attraversare per rendersi adeguato ai valori e alle aspirazioni della collettività. Le tappe del metodo proposto, lungi dal doversi intendere come meramente sequenziali, sintetizzano ambiti concettuali/astratti ed effettuali/concreti. La perlustrazione del senso (il tema) si confronta con la condizione topologica (il luogo) ma anche con l'idea di città che la presiede; l'adozione di un assetto formale strutturato (il tipo) non può che inverarsi in un sito specifico in rapporto ai dati delle tecniche (la costruzione) puntando però, attraverso gli elementi costruttivi, a esprimere un carattere adeguato (il principio del decoro) a quel tema che ha innescato il processo, ribadendo la più volte

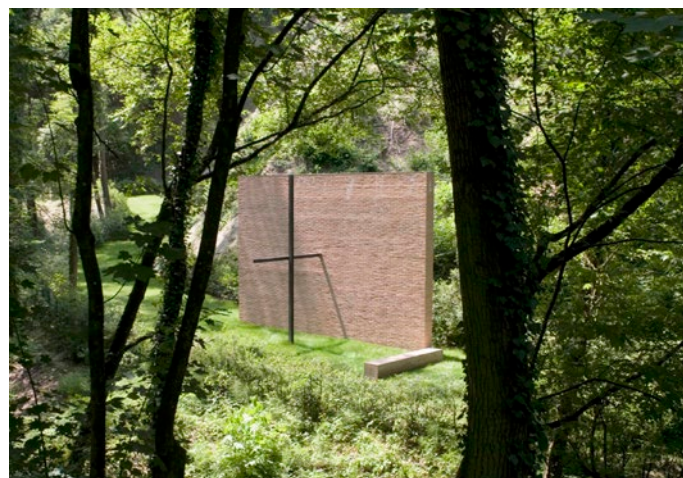
Conclusioni. La verifica negli exempla
evocata circolarità.
(R.C.)

La conclusione che si vuole proporre è che, a osservabili e diffusi schiacciamenti, tanto sulla prassi quanto sulla sola speculazione astratta quasi mai sistematica, si possa contrapporre l'idea di una cultura del progetto, con i necessari connotati interdisciplinari, come attività mediatrice tra pensiero e opere.

Le correlazioni essenziali tra teoria e prassi, come già è stato detto, sono indagabili solo da una prospettiva analitico-razionale e rintracciabili nelle opere – autentica verifica sperimentale dell'architettura – che a tale opzione logico-razionale appartengono, proponendosi come passaggio tra i temi posti dalla collettività (le finalità), i luoghi (l'urbano/la natura), la selezione degli ele-

the "realistic education" (Rossi, 1987) about which Aldo Rossi used to talk. In recent years and more precisely about the renovated and always in need of renewal relationship with reality, with many contributors (Biraghi, 2013), Italian and German architectural culture returned to reflect, on the bases of the theses by Maurizio Ferraris on a possible "new realism" able to mark the overcoming of the postmodern relativistic drift and of the improper overlapping between ontology and epistemology and also the return to a constructionism between mind and things within a clear distinction between "natural", "social" and "ideal" objects (Ferraris, 2012 and 2013; VV., 2013). There were many articulated consequences based on the Ferraris' discourse in the architectural debate. Conferences and publications over time confronted different thoughts referred to the Italian

tradition of Rossi, Gregotti and Monestiroli's school and others, more hermeneutic, rather looking at philosophers, often wrongly translated *sub specie architecturae*. The vast echo of the debate on the Realism as an overcoming of postmodern has seen similar interactions with other fields of knowledge (philosophy, literature, cognitive science, art theory) as well-described in the text by Raffaella Scarpa that describes the phases of different disciplinary re-articulations (Scarpa, 2013). The idea of the writer is that a hybrid regulation is typical of the architectural works and this is their specificity and richness: "social objects" in their searching for a collective recognition, "artefacts" in their material condition but also "ideal objects" in their predictive-inventive dimension. Architecture, in other words, having a critical link with reality in its analytical and knowledge



menti (parti individue e a-tomiche) attraverso la mediazione dei tipi (le forme) e il confronto con i modi della costruzione (le tecniche) responsabili del carattere dell'opera. Questa ricerca di coerenza tra *principia ed exempla* in alcuni casi diviene illuminante. In Palladio, ad esempio, i paradigmi dell'antichità, a volte effettivamente rilevati a volte dedotti da descrizioni letterarie, divengono il "testo a fronte" delle sue architetture che hanno l'ambizione di essere dimostrative di quella antica bellezza. Chi invece pensava e progettava non come avrebbe fatto un antico romano ma – con Loos – proprio "da antico romano" è Leon Battista Alberti che riformula la teoria vitruviana attraverso il principio della *concinnitas* e del *nihil addi* progettando le sue chiese come ricapitolazione critica del tema dell'arco di trionfo di tante fabbriche romane. Sarà proprio l'Alberti a rivendicare all'architettura uno statuto intellettuale ben più alto della pratica meccanica e ben distinto anche da quello delle arti liberali: una idea di Architettura che è appartenuta ai grandi Maestri di ogni epoca e, tra questi, a Mies van der Rohe e Louis I. Kahn.

Mies ha definito l'Architettura «Chiarezza costruttiva portata alla sua espressione esatta» e la *Neue Nationalgalerie* di Berlino restituisce il senso di questa enunciazione. Un tetto cassettonato di

phase, also needs a re-construction (positive realism) which is able to overcome the contemporary contradictions referring always to some *principia* with an abstract and rational character capable of becoming a collective dimension.
(R.C.)

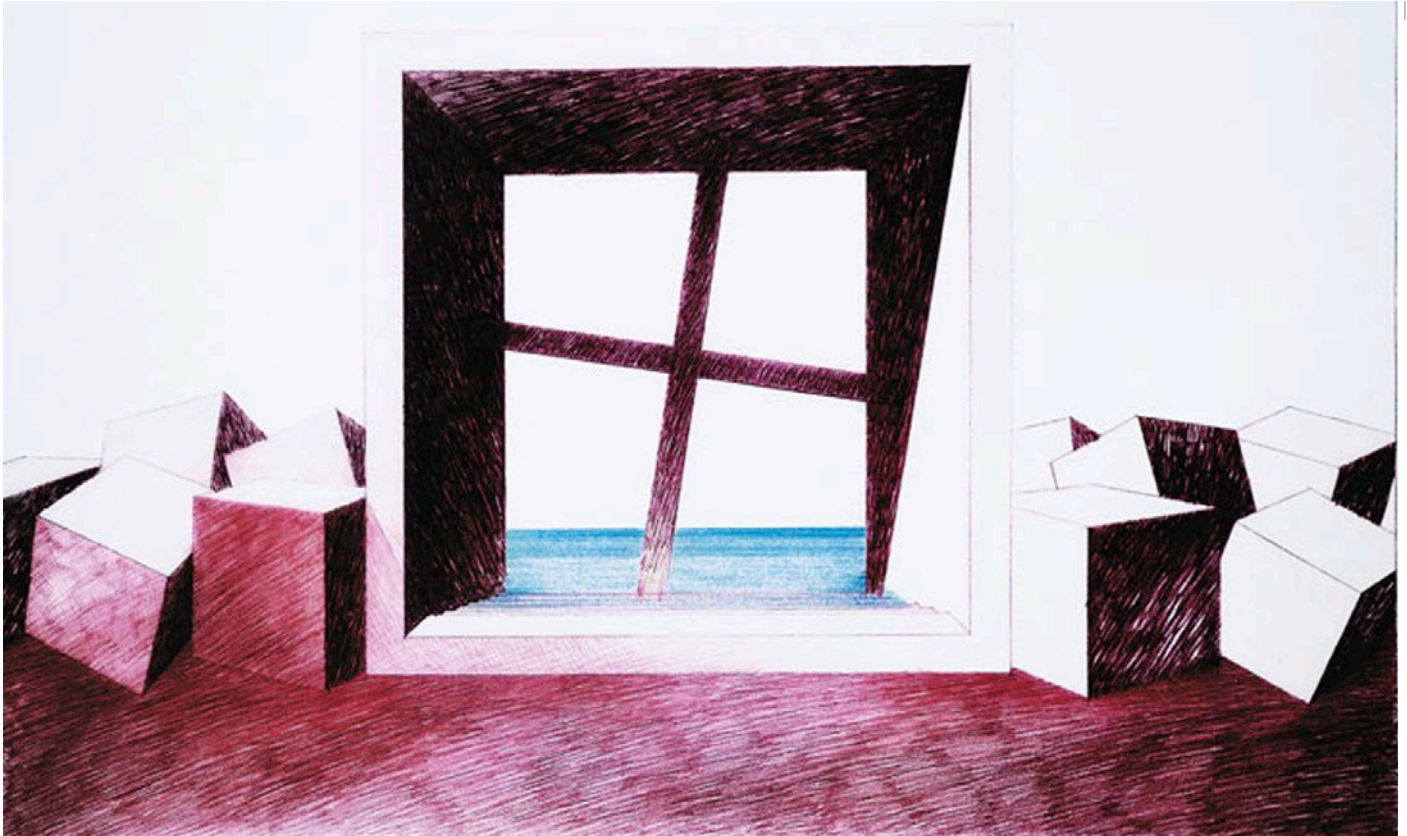
Design theory and the Architecture of Reason

Design theory is different from a theory of architecture because, if the second is related to the fundamentals of *Baukunst*, the first investigates the ways, "the how", the techniques and the assumptions that orientate and set the activity able to design/modify/transform the places, the spaces, the forms. The first is related to a relationship with general thought and is fed by it, the second has an even more unavoidable foundation in its relationship with reality.

In 1966, in the well-known essay *Architettura per i musei*, Aldo Rossi made clear his intention to define a "design theory" and identified «[...] the most important moment of the theory [in] the existing relationship between a theoretical vision of architecture and making architecture [...]». Beginning with this assumption, Rossi moved to an observation of reality because if «[...] architecture [is], in a positive sense, a creation connected to life and to society where it manifested itself» «Then architecture can be intended as a meditation on things, on facts: the principles are few and immutable but the concrete answers that architects and society give to problems over the time are many [and] The immutability is given by the rational and reductive feature of architectural statements». These are the principles able to produce «[...] the form as a precise sign that is



06 | Monestiroli Architetti Associati (with M. Ferrari), *Nuova biblioteca provinciale di Pescara*, 2004



07 | Zermani Associati Studio di Architettura, *Cappella sul mare*, Marsascala, Malta 1989

placed in reality and is the measure of a transformation process».

The design theory is connected to the idea of *méthexis* by Plato because, starting from themes, the architectural principles move to formal choices, to a norm selection of elements that should define building features and their aims, summarizing their meaning with expressive intentionality. This is a nomothetic ideal system that is confronted by reality, needs and the thematic demands posed by reality/society and produces figural, concrete and real aggregations able to express them. This is an inference that starts from principles, goes down to needs, goes back to technical procedures and offers itself to general reception in a recursive process that seems to be abductive (Amirante, 2014) and presumptive more than simply deductive or inductive. In this sense, the scientific process,

typical of the hard sciences, is specified in architecture beyond the famous distinction between art and science, theory and design culture (*scire per leges, facere per inventiones*) because the art of construction entertains unusual links on the boundary between deductive (from the theme and the principles to the effects) or inductive (the real conditions, the needs, the rules) procedures and the synthetic-figural procedures typical of the info-graphic and artistic disciplines.

This intermediary role between the ideal-abstract, in which principles order the techniques, and the operative-effective condition, in which techniques are applied to determine concrete forms and objects, is typical of the project as a synthetic moment in which all the disciplines are involved and that, for its distinctive nature, is opposed to such a divisive specialism. The specifi-

city of architecture and the project as an ordered system of choices is exactly that of prefiguring objects that still do not exist starting from pre-existing principles and structures both in terms of time and as degree of generality. In this way, the project becomes, above all, a specific matter of knowledge where, recalling again the metaphor by Martí Arís in *La cèntina e l'arco*, architecture can determine itself only through artefacts, the works that, at the same time, are produced and produce again those theoretical statements linked to the consolidated architectural tradition across the expanse of history, verifying/confirming or amending/refuting them.

To talk about any rational theory of design it is thus necessary to recognize the "necessity of method". In this sense, the methodological proposal by Antonio Monestiroli (Monestiroli,

1991) is, according to us, the clearest and most useful proposal in its articulation on themes, questions, logical sequences that the project has to face every time in order to reflect the values and the aspirations of a society. The stages of the proposed method, far from being intended as merely a sequence, summarize conceptual/abstract and effective/real fields. The searching of a sense (the theme) confronts the topological condition (the place) but also the idea of city that it contains; the use of a formal structure (the typology) can become real only in a specific place in relationship to the technical data (the construction) aiming, through the constructive elements, to express an appropriate feature (the principle of *decorum*) on the theme that triggered the process, confirming the frequently evoked circularity. (R.C.)

64,80 metri di lato e del peso di 1.280 tonnellate, composto da 18 moduli di 3,60 metri, è sospeso su soli 8 pilastri nella serie armonica 5-8-5. La disposizione delle travi nelle due direzioni consente la riduzione dell'altezza del tetto sulla grande luce indivisa dell'aula mentre la posizione degli appoggi realizza la uniforme ripartizione dei carichi e la «sequenza [...] ottima per avere momento flettente minimo e deformata minima al centro della piastra [...]» (Capozzi, 2011). I pilastri sono «composti» attraverso più profilati con una rastremazione verso l'alto e a formare una figura centrale in pianta: per questo sono stati definiti «colonne», con il capitello realizzato quasi «per assenza». Tutto in questo edificio è costruzione ma tutto diventa Architettura in un passaggio stringente da un'idea generale della disciplina alla sua applicazione rigorosa, attraverso il progetto, all'opera che torna a esprimere, con intenzionalità estetica, quella idea generale.

A Mies van der Rohe viene spesso «contrapposto» Louis I. Kahn: il primo ha fatto della sintassi elementarista la sua modalità espressiva, il secondo si è piuttosto affidato alla stereotomia e alla massività del muro. In qualche misura si potrebbe definire Mies un «architetto greco» e Kahn un «architetto romano».

In una conferenza alla Tulane University di New Orleans nel 1955 Khan dice agli studenti «[...] quello che intendo dire quando affermo che l'architettura non deve necessariamente essere bella, significa che il percorso che porta alla soluzione di un problema non inizia dalla bellezza e dalla preoccupazione per ciò che si ritiene bello. Comincia da altre cose, che se poi si traducono in bellezza è un bene»: quelle «altre cose» per Kahn erano le «istituzioni dell'uomo» tant'è che, questa volta all'ETH di Zurigo nel 1969, afferma: «Tutto quello che un architetto fa, risponde prima di tutto ad un'istituzione dell'uomo e poi diventa un edificio. [...]

Conclusions. Verifying through example

The proposed conclusion is that it is possible to oppose the idea of a design culture, including interdisciplinary contents, with observable and widespread levelling down to practice or abstract speculation, as a mediatory activity between thought and works/artefacts.

The essential relationship between theory and practice, as previously stated, can be investigated only from an analytic-rational point of view and is recognizable in the works/artefacts – authentic experimental verification in architecture – that belong to this logical-rational option, proposing themselves as a transition between the themes proposed by a society (the purposes), the places (the urban/the nature), the selection of elements (individual and a-tomic parts) through the mediation

of typologies (the forms) and the comparison in the ways of construction (the techniques) that are responsible for the artefact aspect and its features. This research of coherence between *principia* and *exempla* is, in some cases, enlightening.

In Palladio's work, for instance, the paradigm of antiquity, sometimes surveyed, sometimes deducted by literary descriptions, becomes an «alongside text» of his buildings that aim to demonstrate the same ancient beauty. On the other hand, Leon Battista Alberti thought and designed not as an ancient Roman would but – as Loos would say – exactly «as an ancient Roman». He reformulated Vitruvio's theory through the principle of *concinmitas* and *nihil addi*, designing his churches as a critical interpretation of the theme of the triumphal arc of many Roman buildings. In fact, Alberti asserted an

le istituzioni rappresentano il desiderio insopprimibile di essere riconosciute, che l'uomo non può procedere in una società di altri uomini senza dividerne certe aspirazioni, che occorre un luogo per il loro esercizio». Il *Salk Institute* a La Jolla, in California, oltre alle singolari soluzioni tecniche – per tutte l'alternarsi di piani-impianti e piani utili «sgombrati» di oltre 1.500 metri quadrati – evoca la condizione degli antichi monasteri visitati da Kahn: la comunità dei ricercatori è una «comunità raccolta» che si rappresenta tanto nei grandi luoghi della ricerca (i laboratori comuni, la mensa o l'aula di preghiera nel monastero) quanto nei luoghi della meditazione (i piccoli studioli, le celle dei monaci) ma soprattutto nel grande spazio centrale, aperto all'orizzonte nel quale converge, simbolicamente, l'architettura di questo «luogo per la scoperta»: una vera e propria «[...] corte in travertino incisa al centro dalla sottile ruga d'acqua la cui realizzazione si deve anche ai consigli di Luis Barragán» (Visconti, 2016).

A parere di chi scrive questo modo di intendere la disciplina come legame indissolubile tra teoria e prassi costituisce una linea di continuità dell'architettura in tutto il suo spessore storico e oggi, meglio, una «linea di resistenza», nella quale un ruolo significativo assume, nel polimorfo e a volte confuso panorama internazionale, l'architettura italiana: gli architetti che ne fanno parte sono stati definiti «responsabili» (Biraghi, Micheli, 2013): «A giustificare questo appellativo basterebbe richiamarsi al «principio di responsabilità» che Hans Jonas ha posto a fondamento di un'«etica per la civiltà tecnologica». Ma anche a livello etimologico la responsabilità si lascia ricondurre con tutta evidenza alla capacità di *fornire risposte*, e dunque di porsi sul piano di una «rispondenza» anziché perdersi in deliranti vaniloqui o in narcisistici rispecchiamenti.». Tra i tanti architetti citati, Antonio

intellectual state of architecture which was much higher than the mechanical practice and differing from that of the liberal arts: an idea of Architecture that belonged to the most important Masters of every age and, among them, to Mies van der Rohe and Louis I. Kahn. Mies defined Architecture as «Clarity of construction brought to its exact expression» and the *Neue Nationalgalerie* in Berlin expresses the sense of this statement. A coffered ceiling, 64.80 metres long and 1,280 tonnes in weight, composed by 18 modules of 3.60 metres, is suspended on only 8 pillars, placed in the 5-8-5 harmonic series. The disposition of the beams in the two directions allows the height reduction of the roof on the wide span of the hall, while the placement of the supports realizes an uniform distribution of the loads, «the optimal sequence in order to have a minimum blending moment in the

centre of the plate roof [...]» (Capozzi, 2011). The pillars are «composed» of more than one metal profile, tapering upwards and with a central figure in plan: for this reason they were defined «columns» where the capitello is realized «by its absence». Everything in this building is construction but everything becomes Architecture in the strict transition from a general idea of the discipline to its rigorous application, through the project, to the artefacts that return to express, with aesthetic intentionality, that general idea.

Mies van der Rohe and Louis I. Kahn are often «counterpoised»: the former chose the syntax by elements as his expressive modality, the latter relied rather on stereotomy and massive wall. In some ways, Mies could be defined as a «Greek architect» while Kahn as a «Roman architect».

During a conference at Tulane Uni-

Monestiroli e Paolo Zermani sembrano stabilire un particolare legame, una sorta di “affinità elettiva” con Mies e Kahn. Più di un progetto di Antonio Monestiroli è debitore alla lezione della *Neue Nationalgalerie* di Berlino: in particolare il *Palazzetto dello sport* di Limbiate e la *Nuova biblioteca provinciale* di Pescara. Ma ciò che lega in realtà questi edifici a quello di Berlino non è tanto la sintassi per elementi quanto quella convinzione, che era già stata miesiana, che «[...] a chi progetta [spetti] il compito di riconoscere i valori dell'epoca attraverso un suo personale punto di vista. Così, anche senza rinnegare un procedimento razionale portato alle sue estreme conseguenze, [si] riconosce l'impossibilità di un processo deduttivo dall'epoca all'opera. È necessario che l'opera risulti dalla definizione dei valori di un'epoca, che vanno *riconosciuti* da chi progetta. Dunque il progetto è attività conoscitiva della realtà [...] un punto di vista profondamente realista eppure proiettato verso una realtà nuova.» (Monestiroli, 2011). Ciò che lega Berlino a Limbiate e a Pescara è proprio questa riflessione sulla “ragione degli edifici” (Monestiroli, 2010). Analogamente Paolo Zermani afferma che «L'architetto deve parlare attraverso cose riconoscibili da tutti, che non tutti hanno ancora riconosciuto» (Zermani, 2010). Le sue opere cercano un'essenzialità forse ancor più radicale di quella vista, ad esempio, in Mies e che mira alla astrazione e si affida al muro e al volume puro per contrapporre l'architettura alla natura, come già aveva fatto Kahn a La Jolla. Più ancora della *Chiesa di San Giovanni* a Perugia o del *Tempio di Cremona* di Parma, è il caso della *Cappella nel bosco* a Varano che reifica l'idea di architettura di Zermani. Si tratta di un'architettura fatta solo di una panca, di un muro e di una croce che su quel muro proietta la sua ombra ma capace, all'interno della natura, di definire un luogo sacro: un

luogo che si rende “riconoscibile a tutti”, come il tumulo di terra che Adolf Loos, nel bosco, definiva Architettura. Una capacità della architettura di farsi “luogo” simile a quella sperimentata da Kahn nel *Salk Institute* e già sondata da Zermani nel progetto per la *Cappella sul mare* a Malta: l'architettura come “cornice” del paesaggio nel passaggio tra terra e cielo a La Jolla, in quello tra terra e mare a Malta.

Le opere analizzate dimostrano che l'Architettura è forma di pensiero che si manifesta nel reale senza però confondersi con una mera applicazione protocollare di tecniche preformate ma necessita, in egual misura, di teoria per realizzare le sue prassi e di prassi per elaborare la sua teoria. L'incursione fino al contemporaneo dimostra la possibilità di ricostruire percorsi che, a partire dalla lezione dei Maestri e dalla riflessione sul rapporto tra architettura, pensiero razionale e realtà, siano ancora e di nuovo in grado di fornire indicazioni al nostro operare di architetti in un mondo in costante e rapido divenire. Si tratta di una solo apparente contraddizione tra necessità di fondamenti e condizione liquida del presente che Gregotti ha risolto affermando che «Il realismo come pratica artistica è comunque forma conscia (o inconscia) di giudizio critico sul presente, sulle condizioni e contraddizioni su cui ci si fonda, sulle sue prospettive o sulle sue alternative possibili, o anche solo sulle speranze sognate. L'architettura deve proporsi alla realtà con ragionata misura e stabilire una distanza critica dalle condizioni empiriche, comprese quelle della sua stessa tradizione e delle regole del suo farsi, che vanno interrogate, violate [...] senza che il loro orizzonte ontologico scompaia [...] Realismo è, o dovrebbe essere oggi, soprattutto opporsi al tramonto del senso delle cose.» (Gregotti, 2004). (F.V.)

versity of New Orleans in 1955, Kahn said to the students: «[...] what I think when I say that architecture does not necessary have to be beautiful, is that the process that leads to the solution of a problem does not start from beauty and the concern about what is considered beautiful. It starts from other things, if then they translate into beauty, it is good»: those “other things” were for Kahn the “institutions of human beings”. In fact, during another conference at ETH in Zurich in 1969, he stated: «Everything architects do, responds first of all to institutions of human beings, then becomes a building [...] the institutions represent an unsuppressed desire to be recognizable, denote that a man can not proceed in a society of other men without the sharing of aspirations, that a place for their expression is necessary». The *Salk Institute* in La Jolla, California, illustra-

tes some significant technical solutions – alternating floors for equipment and “cleared” floors of more than 1,500 square meters – and evokes the structure of the ancient monasteries that Kahn has seen: the community of researchers is a “gathering community” that is represented in the large places of research (common laboratories, the canteen or the church in the monastery) and also in the places of meditation (the small studios, the monks' cells) but, above all, in the huge central space, open to the horizon in which the architecture of this “place for discovery” symbolically converges: «[...] really a travertine courtyard engraved in the middle by the thin water line that was suggested and inspired by a sketch of Luis Baragán» (Visconti, 2016). This way of thinking about discipline as indissoluble link between theory and practice represents a continuity

line of architecture over history and also today, rather a “line of resistance”, in which a significant role is assumed, in the polymorphic and sometimes confused international scene, by Italian architecture: the architects, that are part of this, were defined “responsible” (Biraghi, Micheli, 2013): «To justify this appellation it would be enough to refer to the “responsibility” principle that Hans Jonas described as the foundation of an “ethics for the technological civilization”. But also, at the etymological level, the responsibility is left quite clearly to the ability to provide answers, and thus to place itself on the level of a “compliance” rather than loses itself in delirious empty talks or narcissist contemplations.». Among the many quoted architects, Antonio Monestiroli and Paolo Zermani seem to establish a significant link, a kind of “elective affinity”, with Mies and Kahn.

More than one project by Antonio Monestiroli reflects the lesson of the *Neue Nationalgalerie* in Berlin: especially the *Palazzetto dello sport* in Limbiate and the *Nuova biblioteca provinciale* in Pescara. What really binds these buildings to the one in Berlin is not the syntax by elements but the belief, already in Mies, that «[...] to architect [has] the task of recognizing the values of his time through a personal point of view. Thus, even without denying a rational procedure brought to its extreme consequences, the impossibility of a deductive process from the era to the artefact can be recognized. It is necessary that the artefact results from the definition of the values of an era, that have to be recognized by those who design. Therefore, the project is the activity of the knowledge of reality [...] a deeply realistic new point of view albeit projected toward another reality.» (Monestiroli,

REFERENCES

- AA.VV. (2013), *Architettura e realismo. Riflessioni sulla costruzione architettonica della realtà*, a cura di Malcovati, S., Visconti, F., Caja, M., Capozzi, R., Fusco, G., Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Amirante, R. (2014), "Abduzione e valutazione", *Op. cit.*, n. 150.
- Biraghi, M., Micheli, S. (2013), *Storia dell'architettura italiana 1985-2015*, Einaudi, Torino.
- Biraghi, M. (2013), "L'eredità dei maestri e il recupero della teoria", in Biraghi, M., Micheli, S. (Eds.), *Storia dell'architettura italiana 1985-2015*, Einaudi, Torino.
- Capozzi, R. (2011), *Le architettura ad Aula: il paradigma Mies van der Rohe. Ideazione, costruzione, procedure compositive*, Clean, Napoli.
- Ferraris, M. (2012), *Manifesto del nuovo realismo*, Laterza, Bari-Roma.
- Ferraris, M. (2013), *Lasciar tracce: documentalità e architettura*, a cura di Capozzi, R. e Visconti F., Mimesis, Milano-Udine.
- Gregotti, V. (2004), *L'architettura del realismo critico*, Laterza, Bari-Roma.
- Habermas, J. (1987), *Il discorso filosofico della modernità. Dodici lezioni*, Laterza, Bari-Roma.
- Lukács, G. (1970), *Estetica*, Einaudi, Torino.
- Maldonado, T. (1970), *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino.
- Marti Arís, C. (1990), *Le variazioni dell'identità. Il tipo in architettura*, Clup, Milano.
- Marti Arís, C. (2007), *La cèntina e l'arco. Pensiero, teoria, progetto in architettura*, Christian Marinotti, Milano.
- Monestiroli, A. (1999), *L'architettura della realtà*, Allemandi, Torino.
- Monestiroli, A. (1991), "Questioni di metodo", *Domus*, n. 727, ora in Id. (2002), *La metopa e il triglifo*, Laterza, Roma-Bari.
- Monestiroli, A. (2010), *La ragione degli edifici. La Scuola di Milano e oltre*, Christian Marinotti, Milano.
- Monestiroli, A. (2011), "Mies e la sua Scuola", in Capozzi, R. (Ed.), *Le architettura ad Aula: il paradigma Mies van der Rohe. Ideazione, costruzione, procedure compositive*, Clean, Napoli.
- Monestiroli, A. (2015), *Il mondo di Aldo Rossi*, LetteraVentidue, Siracusa.
- Popper, K.R. (1975), *Conoscenza oggettiva. Un punto di vista evoluzionistico*, Armando, Roma.
- Popper, K.R. (2012), *I tre mondi. Corpi, opinioni e oggetti del pensiero*, Il Mulino, Bologna.
- Rossi, A. (1966), "Architettura per i musei", in AA.VV., (Eds.), *Teoria della progettazione architettonica*, Dedalo, Bari.
- Rossi, A. (1981), "Introduzione", in Boullée, È-L. (Ed.), *Architettura. Saggio sull'arte*, Marsilio, Padova.
- Rossi, A. (1987), "Un'educazione 'realista'", in Ferlenga, A. (Ed.), *Aldo Rossi. 1959-1987*, Electa, Milano.
- Scarpa, R. (2013), *Il caso nuovo realismo. La lingua del dibattito filosofico contemporaneo*, Mimesis, Sesto San Giovanni (MI).
- Tafuri, M. (1982), *Storia dell'architettura italiana 1944-1985*, Einaudi, Torino.
- Visconti, F. (2013), "L'architettura è un prodotto socialmente utile? Una difficile domanda cui è necessario trovare risposta", in Comoglio, G., Marcusso, D. (Eds.), *L'architettura è un prodotto socialmente utile?*, Atti del 3° Forum del Coordinamento nazionale dei Docenti di Progettazione Architettonica ICAR 14/15/16, ProArch, Torino.
- Visconti, F. (2016), "La soglia e la luce nell'architettura di Louis I. Kahn", in Fusco, L.M., Saitto, V. (Eds.), *Lo spazio della soglia*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- Zermani, P. (2010), *Oltre il muro di gomma*, Diabasis, Parma.
- 2011). What links Berlin to Limbiate and Pescara is exactly this reflection on the "reason of the buildings" (Monestiroli, 2010). In the same way, Paolo Zermani stated that «The architect has to talk through things which are recognizable by everyone, which not everyone has recognized yet» (Zermani, 2010). His buildings aim at an essentiality perhaps more radical than that seen, for example, in Mies and that aims at abstraction and relies on the wall and pure volume in order to oppose architecture and nature, as Kahn already did in La Jolla. More than the *Chiesa di San Giovanni* in Perugia or the *Tempio di Cremazione* in Parma, it is the case of the *Cappella nel bosco* in Varano that brings to life Zermani's idea of architecture. It is architecture composing only of a bench, a wall and a cross that projects its shadow on the wall but is able to transform a natural place into a sacred place: a place that becomes "recognizable to everyone" like the earthen mound that, in the forest, Adolf Loos defined Architecture. The ability of architecture to become "place" similar to that experimented on by Kahn in the *Salk Institute* and also investigated by Zermani in the project of the *Cappella sul mare* in Malta: architecture as a framework of the landscape in the transition between earth and sky in La Jolla, between earth and sea in Malta. The analysed works of architecture demonstrate that Architecture is a way of thought that manifests itself in the reality without confusing it with a mere application of preformed techniques but needing equally theory to realize its practices and practice to elaborate its theories. The incursion into the contemporary demonstrates the possibility of the reconstruction of paths that, starting from the lesson of the Masters and the reflection on the relationship between architecture, rational thought and reality, could again give directions to our acting as architects in a quickly and constantly changing world. It is only an apparent contradiction between necessity for fundamentals and liquid condition of the present that Gregotti dissolved stating that «Realism as artistic practice is in any case a conscious (or unconscious) form of critical judgement on the present, on the conditions and the contradictions on which we rest, on its perspectives or possible alternatives, or even only on the dreamed about hopes. Architecture should propose itself to reality with reasoned measure and establish a critical distance from empirical conditions, also those of its own tradition and of the rules of its acting, that could be questioned, violated [...] without their ontological horizon disappearing [...] Realism is, or should be today, above all to oppose to the sunset of the sense of the things.» (Gregotti, 2004). (F.V.)

Domenico Chizzoniti,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

domenico.chizzoniti@polimi.it

Abstract. Se è vero che una tradizione di lavoro è affezionata alla definizione che «Ars sine scientia nihil est («l'arte senza la scienza è niente»)[1], parole del maestro parigino Jean Mignot, pronunciate in occasione della costruzione del Duomo di Milano nel 1398, qual è tasso retorico ammissibile della costruzione che non invalida il ruolo dell'architettura o la svuota di significato?

Questo saggio si articola in quattro punti ritenuti paradigmatici del rapporto tra espressione tecnica, sapienza costruttiva e invenzione figurativa. In questa scelta vengono messe alla prova alcune intuizioni circa una specifica tradizione costruttiva attraverso il confronto con le pratiche costruttive consolidate e alcune sperimentazioni particolarmente significative riguardo il rapporto tra emancipazione costruttiva e istanza di figurazione.

[1] S.T., 1, 14, 8 c: «Scientica autem artificis est causa artificiatorum; eo quod artifex operatur per suum intellectum»

Parole chiave: simbolo, iconologia, linguaggio, tecnica, arte.

Premessa

Se è vero che una tradizione di lavoro è affezionata alla definizione che «Ars sine scientia nihil est («l'arte senza la scienza è niente»)[1], parole del maestro parigino Jean Mignot, pronunciate in occasione della costruzione del Duomo di Milano nel 1398, qual è tasso retorico ammissibile della costruzione che non invalida il ruolo dell'architettura o la svuota di significato?

Questo saggio si articola in quattro punti ritenuti paradigmatici del rapporto tra espressione tecnica, sapienza costruttiva e invenzione figurativa. In questa scelta vengono messe alla prova alcune intuizioni circa una specifica tradizione costruttiva attraverso il confronto con le pratiche costruttive consolidate e alcune sperimentazioni particolarmente significative riguardo il rapporto tra emancipazione costruttiva e istanza di figurazione.

«Ars sine scientia nihil est»

Abstract. Even though a tradition of work is devoted to the definition «Ars sine scientia nihil est» (the art without science is nothing- S.T., 1, 14, 8 c: Scientica autem artificis est causa artificiatorum; eo quod artifex operatur per suum intellectum) words of the Parisian architect Jean Mignot pronounced during the construction of the Milan Cathedral in 1398, a question may arise: What is the rhetorical admissible rate of construction that does not invalidate the role of architecture or that empties it of meaning? This essay is divided into four points that are paradigmatic of the relationship between technical expression, building expertise, and figurative invention. With this choice some intuitions about a specific building tradition are tested by comparison with the design established practices and some experimentation, particularly significant with respect to the relationship between emancipation and constructive figuration instance.

1.

Una prima questione metodologica riguarda la definizione e la ricerca di un aspetto retorico degli elementi costruttivi dell'architettura, della struttura dell'architettura come elemento connotativo della sua figura. La retorica della costruzione comporta una verità che va espressa nell'opera medesima, nella sua essenza tra forma dello spazio e significato della struttura.

«È del poeta il fin la meraviglia...», scriveva intorno alla fine del cinquecento Giambattista Marino, massimo tra gli esponenti della poesia barocca (e continuava «...parlo dell'eccellente e non del goffo, / chi non sa far stupir, vada alla striglia!»)². Correavano gli anni di Caravaggio, i Carracci, Reni, Domenichino, Guercino, e quella rima sarebbe stata valida anche sostituendo la parola «poeta» con il nome «artista».

Con *scientia* Mignot non poteva voler dire semplicemente «ingegneria», perché in tal caso le sue parole sarebbero state un'ovvietà, e nessuno avrebbe potuto metterle in discussione; l'ingegneria, a quel tempo, sarebbe stata chiamata un'arte, e non una scienza. La sua *scientia* doveva quindi avere più a che fare con la ragione (ratio), il tema, il contenuto, o il motivo dominante (gravitas) dell'opera da fare, che con il modo in cui era congegnata. L'arte da sola basta, *sine scientia nihil est*³. Con meraviglia, Marino avrebbe non solo ravvisato la presunta ispirazione prodigiosa del poeta, o dell'artista se si vuole, ma anche la sorpresa, il «sentimento», «l'emozione», «l'ideale» (comunque espresso), insomma non avrebbe rinunciato a quel connotato iconico tipico del simbolismo artistico. Una concezione che riconosce questo dualismo nell'architettura come elemento naturale, ma che per la sua stessa consistenza fisica è anche artificio, puro atto di volizione artistica, sintesi di perizia tecnica, in cui l'aspetto retorico

Keywords: symbol, iconology, language, technique, art.

Premise

Even though a tradition of work is devoted to the definition «Ars sine scientia nihil est (the art without science is nothing»)[1], words of the Parisian architect Jean Mignot pronounced during the construction of the Milan Cathedral in 1398, a question may arise: What is the rhetorical admissible rate of construction that does not invalidate the role of architecture or that empties it of meaning?

This essay is divided into four points that are paradigmatic of the relationship between technical expression, building expertise, and figurative invention. With this choice some intuitions about a specific building tradition are tested by comparison with the design established practices and some

experimentation, particularly significant with respect to the relationship between emancipation and constructive figuration instance.

1.

A first methodological issue concerns the definition and the search of a rhetorical aspect of the constructive elements of architecture, the architectural structure as connotative element of his figure. The rhetoric of construction involves the verity to be expressed in the work itself, in its essence in the form of space and meaning of the structure.

«È del Poeta il fin la meraviglia...», (It is the aim of the poet the amazement...) Giambattista Marino, the greatest among the exponents of Baroque poetry, wrote towards the end of the sixteenth century, (and continued «... I speak of the excellent and not the awkward, / those who cannot amaze,

è tutto nel suo continuum figurativo, ai cui estremi si collocano, l'iconico, da una parte, inteso come massimo grado di densità figurativa, e l'astratto dall'altro, come riduzione ad elementi concettuali, ideali talora immaginari e comunque indefiniti, in grado comunque di indurre effetti sulla realtà.

Per essere più concreti, e restare nell'ambito della modernità e magari addirittura solo nel dopoguerra, si veda a questo proposito quel sorprendente saggio costruttivo dei BBPR nel Monumento ai Caduti nei campi di Germania del 1946 a Milano⁴, e un confronto possibile con quella ricerca che Edoardo Persico con Marcello Nizzoli, da una parte, e Franco Albini con Giovanni Romano dall'altra, avevano condotto in due diversi allestimenti: i primi nella *Costruzione metallica pubblicitaria*, Galleria Vittorio Emanuele, del 1934 e gli altri alla *Mostra dell'Oreficeria Antica*, VI Triennale di Milano del 1936. Ecco questa tensione tra il massimo grado di iconismo e l'esaltazione alla pura riduzione astratta della figura architettonica credo trovino nella disposizione del telaio uno dei canoni di espressione figurativa universale. Questo monumento racchiude quel tralascio retorico non tanto nell'esibizione di valenza di sperimentazione tecnica e costruttiva, quanto nell'assumere l'assolutezza della figura geometrica del cubo, figura primaria restituita per rarefazione della sua assoluta iconicità, attraverso una perizia costruttiva che non delega ad alcun artificio la messa a punto della sua essenza figurativa. Così che la sensibilità sapiente degli autori sta nell'aver ridotto all'essenza minima il significante simbolico della sua forma, con un incastro lineare tra i tubolari bianchi, senza alcuna sovrastruttura che lega i nodi. Nella scansione regolare dei montanti e dei traversi le diverse parti non tralasciano di comporre figurazione attraverso l'intromissione

go to curries!»².

The years were those of Caravaggio, the Carracci, Reni, Domenichino, Guercino and the rhyme would be also valid by replacing the word «poet» with the name «artist».

If with «scientia» Mignot could not mean simply «engineering», because in that case, his words would have been obvious, and no one could have called them into question; engineering, at that time, would have been called an art, not a science. His scientia, therefore, had to have more to do with the reason, the theme, the content, or the dominant motif (gravitas) of the work to do, and also with the way it was arranged. The art alone is enough, *sine scientia nihil est*³.

With amazement Marino would not only identified the alleged miraculous inspiration of the poet, or the artist if you want, but also the surprise, «the

sentiment», «the emotion», «the ideal» (however expressed), nor would he give up the iconic connotation typical of the artistic symbolism.

This is a conception that recognises this duality in architecture as a natural element, but caused by its very physical nature it results also artifice, pure act of artistic volition, technical expertise synthesis. In this vision, the rhetorical aspect is all in its figurative continuum, whose extremes are iconic on one side, intended as the maximum degree of figurative density, and abstract on the other side, intended as a reduction to suspended elements, ideals sometimes imaginary and anyway undefined capable of inducing effects on reality.

To be more concrete and remain in the context of modernity, in the period after the second world war, see that amazing constructive essay by BBPR about the «War Memorial» in Milan,



di una struttura cruciforme in grado di ospitare semplici steli di diversa foggia e dimensione.

Questo tasso retorico dell'architettura non è solo ravvisabile dalla sua apparenza, dalla parvenza visibile. Vi è una possibile in-

1946, and a possible comparison with the research that Edoardo Persico with Marcello Nizzoli and Franco Albini with Giovanni Romano had brought in two different setting ups⁴: the first in the advertising metal construction, Galleria Vittorio Emanuele, 1934 and the other at the Show of Oreficeria Antica, VI Triennale in Milan in 1936.

This tension between the highest level of iconism and exaltation to a pure abstract reduction of the architectural figure may find a figurative expression of the universal canons in the frame disposal. This monument embodies the rhetorical metaphoric, not much in the exhibition of technical and constructive experimentation, but in assuming the absoluteness of the geometrical shape of the cube returned for rarefaction to its absolute iconicity, through constructive magisterium that is not delegated to any artifice setting up of

his figurative essence.

So that the expertise lies in having reduced the minimum significant symbolic essence of its form to a linear fit between the white tubular, without superstructure that binds knots. The regular scanning of the uprights and cross-members does not omit to compose figuration through the intrusion of a cruciform shape, able to host simple stems of different shape and size.

This rhetorical architecture rate is not only recognisable by its visible appearance. There is a possible interpretation of architecture that goes beyond its superficial appearance. It is the extent of the iconic model, typical of the painting, which operates not only through the construction of a number of similarities between architecture and the visual arts, but involves also to a decisive extent the constructive act as an expression of form.

terpretazione del dato fisico dell'architettura che procede al di là della sua sembianza superficiale. Si tratta dell'estensione del modello iconico, tipico della pittura che non opera tuttavia esclusivamente attraverso la costruzione di una rete di analogie tra architettura e arti figurative, ma coinvolge in misura determinante anche l'atto costruttivo come espressione di forma.

Anche qui, per essere concreti, si veda quel memorabile saggio che Franco Albini sperimenta nell'impiantare un vero e proprio teatro sospeso al Salone d'onore per la mostra «I trent'anni della Triennale 1924-54» e soprattutto, la sensibilità nel concepire uno spazio sorprendente che non trascura affatto gli effetti dell'atto costruttivo, ma addirittura lo esalta attraverso la valorizzazione sua duttilità. Tramite semplici e piuttosto comuni tubolari con brevetto Mannesmann dispone una sala teatrale allungata con cavea e accesso da due percorsi pensili posti alle estremità del lato lungo. Dalla semplice combinazione di strutture, originariamente pensate per tutt'altra funzione, scaturisce un'esemplare dimostrazione della «fabbricazione» dell'icona teatrale ottenuta non tanto attraverso l'esaltazione della forma, quanto nella versatilità costruttiva impiegata, che dà origine all'esemplare architettonico universalmente riconosciuto nell'immaginario del suo prototipo arcaico.

Il linguaggio in architettura costituisce un passaggio fondamentale dalla concezione dell'immagine come puro dato sensibile, alla concettualizzazione della figurazione, come struttura retorica dell'architettura.

La concezione iconica postula un'analogia tra linguaggio visivo e forma: gli elementi retorici formali, sono esaltati nella costruzione, e sottratti alla loro funzione ornamentale, per essere elevati, a modello interpretativo ed esplicativo dell'opera.

Also here, to be concrete, see that memorable essay that Franco Albini experiments to implant a real outstanding theater at the Hall of Honor for the exhibition «The thirty years of the Triennale, 1924-54», and above all, the sensitivity in conceiving an amazing space that does not leave at all the constructive act, but actually exalts it through its enhancement ductility.

Through simple and rather common tubular patented by Mannesmann he draws an elongated theatre hall with auditorium and access from two hanging routes placed at the extremes of the long side. The simple combination of facilities, designed for a completely different function, comes as an exemplary demonstration of the manufacturing of theatrical icon, not obtained with the exemplary form, but rather with the constructive versatility, which gives rise to that architectural universally recog-

nised model.

The architectural language represents a fundamental turn from the concept of the image as a pure sensitive data, to the conceptualization of figuration as an architectural rhetoric structure.

The iconic design postulates an analogy between visual language and form: the formal rhetorical elements are highlighted in the construction and taken away from their ornamental function to be elevated to interpretive and explanatory artwork model.

2.

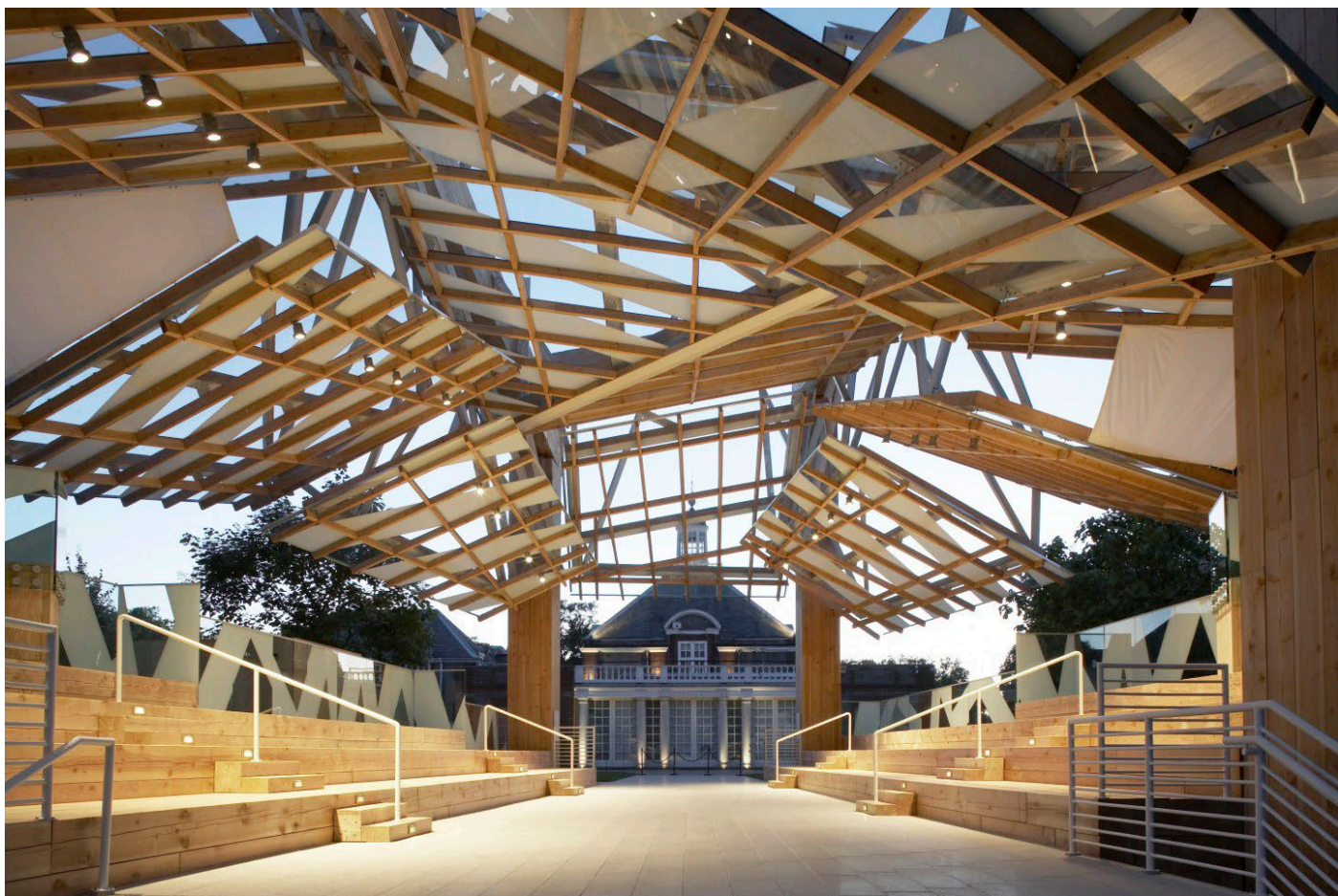
A second issue is referred to the conception of the form and tectonics designation, with mutual influence in the construction definition. The figuration is directly correlated to the construction, while the tectonics choice makes up the adopted structure in accordance to the articulation of architectural

2.

Una seconda questione è possibile riferirla all'ideazione della forma e alla designazione tettonica, con il reciproco condizionamento nella definizione della costruzione. La figurazione è direttamente correlata alla costruzione, la scelta tettonica compone la struttura adottata in coerenza all'articolazione dello spazio architettonico. Eppure c'è una condizione permanente della costruzione, fissa, stabile che è associata alla sua conformazione tettonica e quindi alla sua scelta strutturale che connota lo spazio e lo condiziona figurativamente. Persino la materialità della struttura diventa coefficiente di espressività.

L'atto coerente della costruzione, come principio ontologico dell'architettura stessa dovrebbe aspirare ad una sua coerente affermazione non solo come espressione di forma, quanto piuttosto come rapporto dialettico tra la conformazione dello spazio e l'insieme che concorre alla sua realizzazione. Determinano questa dimensione concettuale la coerente scelta della forma, l'assetto tipologico, la disposizione e il codice della lingua che come tutti i codici, è suscettibile di modificazione e rinnovamento. Se a





03 | F O'Gehry Serpentine Gallery Pavillion, 2008
F O'Gehry Serpentine Gallery Pavillion, 2008

questo apparato vi è corrisposto anche un valore semantico nella costruzione, allora occorre ricondurre questa successione entro un sistema ordinato di fondo, che oltre ad essere riconoscibile risulti auspicabilmente anche trasmissibile. L'aspetto tettonico allora non è un apparato a sé, con riferimento agli aspetti più propriamente strutturali di un edificio, di un monumento, so-

space.

Yet, there is a permanent, fixed and stable condition of the construction, which is associated with its tectonic conformation and therefore to its structural choice that characterises the space and set it figuratively. Even the materiality of the structure becomes coefficient of expressiveness.

The consistent implementation of the construction as ontological principle of architecture itself should aspire to its consistent success, not only as a form of expression but rather as a dialectical relationship between the shape of the space and all that aspires to its realisation.

Coherent choice of form, the typological structure, the arrangement and the language code help to determine the dimension, which like all codes, is susceptible to modification and renewal. If this apparatus is also matched by a

semantic value in the building, then we must bring this succession within an ordered system, which in addition to being recognisable result, hopefully, also transmittable.

The tectonic appearance then it is not a device to itself, more properly referred to the structural aspects of a building, a monument, or in counterpoint to the aesthetic character, stylistic, figurative in general. It is rather a synthesis of the form instance and its practical realisation.

On this issue several authors have lingered, but among the most incisive in this regard is Galvano Della Volpe, who writes: «*The architecture expresses ideas, values, with a system of three-dimensional signs – geometric: with a language that is made up of the measures suited to the constitution of visible orders, through the repetition of similar masses*» The architectural sign is

prattutto in contrappunto ai caratteri estetici, stilistici, figurativi in generale. È la sintesi tra l'istanza di forma e la sua concreta realizzazione. Su questo tema hanno indugiato diversi autori, ma tra i più incisivi vi è Galvano della Volpe che scrive: «*...L'architettura esprime idee, valori, con un sistema di segni tridimensionali - geometrici: con un linguaggio, cioè, costituito dalle misure adat-*

together with other figurative signs and with the musical one, unconventional in the precise sense that it is conventional, we know, the linguistic sign....»

The updated interpretation of the tectonic notion in more iconic than constructive reading due mainly to Kenneth Frampton,⁵ opens an unprecedented gap in the figural conception of construction. «*... When Design and Construction - are mutually interdependent as demonstrated, for example in the Crystal Palace of Paxton in 1851, the whole tectonic potential appears to derive from the eurhythmy of its parts and from the articulation of its connections*»⁶. And yet, an iconological vision, again, would allow us to uncover poetic expression of a constructive act which is not limited only to the exemplary technical execution but rather conveyed in its deepest meaning, between figurative petition and

constructive adequacy. On the other hand, it was Colin Rowe to exorcise the architecture from that inspiration technicist, until taking - through the systematic use of the comparison of the shapes - modern architecture as a formal structure with classical meanings, artistic intentions, produced by a vocabulary that has nothing to do with the functionalist practice.⁷

This intense relationship with the form brings us back, once again, to the pages of the introduction of «*The Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays*», where the emphasis is on the perception, as the only cognitive instrument used by Rowe, defined by a critical attitude which focuses on the comparative analysis taken primarily from the legacy of Wölfflin⁸.

Architecture as collective art has to deal with the problem of a new rhetoric of form, the problem certainly not

te all'istituzione di ordini visibili mediante la ripetizione di masse simili... ». Il segno architettonico è «... insieme agli altri segni figurativi e a quello musicale, non convenzionale nel preciso senso che è convenzionale, sappiamo, il segno linguistico...». L'aggiornamento nell'interpretazione della nozione tettonica se-

condo una lettura più iconica che costruttiva, dovuta principalmente a Kennet Frampton⁵, consente di aprire un varco inedito nella concezione figurale della costruzione. «... Quando struttura e costruzione – scrive Frampton – si dimostrano reciprocamente interdipendenti come, tanto per fare un esempio nel Palazzo



di *Cristallo di Paxton del 1851*, il potenziale tettonico dell'insieme sembra derivare dall'euritmia delle sue parti e dall'articolazione delle sue connessioni»⁶. Eppure una visione iconologica, anche qui, consentirebbe di disvelare quell'espressione poetica dell'atto costruttivo che non si esaurisce solo nell'esemplarità dell'esecuzione tecnica, quanto piuttosto nel suo significato più profondo tra petizione figurativa e adeguatezza costruttiva. D'altra parte è stato Colin Rowe ad esorcizzare l'architettura da quell'afflato tecnicistico, fino ad accertare attraverso l'uso sistematico della comparazione delle forme come l'architettura moderna sia una struttura con significati classici, intenzioni artistiche e un vocabolario che non ha niente a che fare con la prassi funzionalista.⁷ Questo intenso rapporto con la forma ci riporta, ancora una volta, alle pagine dell'Introduzione de *La matematica della villa ideale*, ove l'enfasi cade sull'occhio come unico strumento conoscitivo utilizzato da Rowe e ricavato da un'attitudine critica che pone al centro l'analisi comparativa, assunta prioritariamente dall'eredità wölffliana⁸. L'architettura come arte collettiva nella pluralità deve fare i conti con il problema di una nuova retorica della forma, problema non certo ignorato dal Movimento Moderno ma da questo abbondantemente mistificato. La retorica del nuovo ha costruito la sua totalità sulla pretesa di una naturalità evolutiva del mondo sostenuta dal procedere lineare del progresso industriale. Nella recente ricerca architettonica si assiste talvolta al paradosso dell'estetizzazione della tecnica come iperbolismo tettonico, ipertrofia del grandioso, esaltazione dell'atto costruttivo come forma di autocompiacimento. La risposta a questo imperativo tecnicistico non ha saputo andare oltre il ripiego entro la forma anestetizzante dell'agnosticismo tecnologico, il revivalismo nostalgico e la falsificazione storicista.

ignored by the Modern Movement, but this thoroughly mystified. The rhetoric of the new as innovation has built its fragile' credibility on the claim of a natural evolution of the world, supported by the linear industrial progress. In the recent architectural search, sometimes we attend to the paradox of the technique anesthetization, as hyperbolic tectonic, hypertrophy of the grandiose one, the exaltation of the constructive action as a form of self-satisfaction. The answer to this imperative technicist has not been able to go beyond a form numbing technological agnosticism, through the nostalgic revivalism and historicist counterfeit. See, just to stay on the topic of temporary structures, the complacency rate that, in each case, the architecture bestows the most sensitive aspects of its media exposure. The branded exhibition of the event halls of the Serpen-

tine Gallery in Kensington Gardens in London is just a little essay of this trend. If it is true that the permissible rate of experimentation in certain construction opportunities of temporary structures is proportional to their media exposure, the most striking aspect is the total alteration of tectonic structures, what denotes the monumental forms of the art of building from the conflict between the wall and the wall, from Roman to Gropius; between the carrier core and its casing, thinking of Alberti rather than in Le Corbusier; between the support function of the cover and the closure of the space, looking at the adequacy of the Gothic cathedrals section up to the space lyricism of Mies Van der Rohe; including the timely system and that continuous, etc., as key moments syntactic organization of the architectural work. Even if the sometimes caricatured ambiguity of the structure seems to want

Si veda, tanto per restare al tema delle strutture temporanee, il tasso di compiacenza che, caso per caso, l'architettura elargisce agli aspetti più sensibili alla sua esposizione mediatica. L'esibizione griffata della rassegna dei Padiglioni della Serpentine Gallery al Kensington Gardens di Londra è solo un piccolo saggio di questa tendenza. Se è vero che il tasso di sperimentabilità ammissibile in certe occasioni di realizzazione di strutture temporanee è proporzionale alla loro esposizione mediatica, l'aspetto più sorprendente è la totale alterazione del carattere tettonico delle strutture, quello che denota le forme monumentali dell'arte del costruire a partire dal conflitto tra il muro e la parete, dall'architettura romana fino a Gropius; tra il nucleo portante e il suo involucro, pensando ad Alberti piuttosto che a Le Corbusier; tra la funzione del sostegno della copertura e quella della chiusura spaziale, guardando l'adeguatezza della sezione delle cattedrali gotiche fino al lirismo spaziale di Mies Van der Rohe; tra il sistema puntuale e continuo eccetera, quali momenti fondamentali nell'organizzazione sintattica del manufatto architettonico.

Se l'ambiguità talvolta caricaturale della struttura sembra voler esorcizzare il significato dell'opera e diluirlo dentro una componente espressiva unicamente autoreferenziale, guardare oltre il dato contingente significherebbe farsi carico di una visione in grado di riconsegnare alla pratica dell'atto iconico quella sua centralità nel procedimento creativo restituendo alla figurazione la sua vitalità autonoma e la potenza del suo agire, quella che in origine era propria del mito e che l'imperativo della Ragione – e si badi non della Scientia come nell'accezione del maestro Jean Mignot – ha svuotato della sua energia e della sua intima produttività.

to exorcise the meaning of the work and dilute it into an exclusively self-referential expressive component, looking beyond the contingency would mean to take on a vision able to return to the practice of the iconic act its central role in the creative process by returning to figuration its autonomous vitality and power of its action, the one that was originally its own myth and that the imperative of Reason - and not in the sense of the Scientia of the master Jean Mignot - has emptied of its energy and its intimate productivity.

3. A third issue concerns the evocation situated at the centre of architectural research in imposing this poetic tension between the figurative instance and constructive purpose. In this case, this trial seems to go through a double register: overlapping

of activities that allow rethinking traditional comportment in use of architectural space on one side and, the conferment of figurative autonomy to every single structure on the other side. This autonomy is achieved through a compositional technique that permits the author the faculty to conceive of each single element as a discrete, defined structure, and then reassemble it in an «ensemble», within a unitary poetic. These elements are regenerated through evocations, citations, and change of sense: critics and experimental interpretations of unitary figurative structures rather than elements or construction techniques: «... unity in detail tumult as whole...» alluding to the motto of Abbot Laugier quoted by Le Corbusier for the project of the Palace of Soviets in Moscow. Appropriateness of the form and relevance of the target were the two basic

3. Una terza questione riguarda l'evocazione posta al centro della ricerca architettonica nell'impostare questa tensione poetica tra istanza di figurazione e ragione costruttiva. In questo caso la sperimentazione sembra procedere attraverso un duplice registro: la sovrapposizione delle attività che consente un ripensamento dei tradizionali comportamenti d'uso dello spazio architettonico da una parte, dall'altra il conferimento ad ogni singola struttura architettonica di autonomia figurativa.

Questa autonomia è ottenuta attraverso una tecnica compositiva che accorda all'autore la facoltà di concepire ogni singolo elemento come struttura discreta, definita, per poi ricomporla in un'«ensemble», dentro una poetica di fondo unitaria. Gli elementi di questo ensemble sono rigenerati attraverso evocazioni, citazioni e mutamento di senso: critiche e interpretazioni sperimentali di strutture figurative unitarie piuttosto che elementi o tecniche costruttive: «... unità nel dettaglio tumulto nell'insieme...» evocando il motto dell'Abate Laugier citato da Le Corbusier per il progetto del Palazzo dei Soviet a Mosca.

Appropriatezza della forma e pertinenza della destinazione erano i due caratteri di fondo che alimentavano la concezione dello spazio illuminista: da l'«Architecture Parlante», nell'evocazione di un ruolo pubblico, sociale collettivo, che alimenta il dibattito teorico da Blondel a Ledoux, fino al «razionalismo esaltato» delle forme della ragione di Boullée.

È con Lukas⁹ che la leva del realismo induce l'evocazione nei limiti dello spazio reale, adeguato, e l'unico scopo dell'architettura è evocare la sua adeguatezza. In questa evocazione l'architettura esaurirebbe il suo ruolo, diversamente dal carattere allegorico, metaforico della pittura. In questa visione l'iconismo architet-

tonico¹⁰ è solo ragione costruttiva e non più istanza figurativa. Eppure l'estensione di una parte della semiotica letteraria che individua un possibile modello iconico¹¹ in architettura non opera per via semplicistica attraverso la costruzione di una rete di analogie tra architettura e arti figurative, ma coinvolge in misura determinante anche la costruzione come cifra estetica, come fatto figurativo che connota l'idea dello spazio in grado di strutturare la percezione dell'opera come manufatto artistico, come opera d'arte.

Si veda per esempio il caso del Museo Diocesano di Colonia di Peter Zumthor. Quello che qui appare è l'adesione profonda della costruzione, la sua istituzione funzionale, all'ordinamento figurativo che trova adeguatezza formale e costruttiva nelle ragioni insediative. Questo progetto insiste su un'area centrale di Colonia, in particolare sulle rovine di una chiesa tardogotica che come molte altre furono distrutte nel corso della seconda guerra mondiale. Nel corso di diverse campagne di scavi sono emersi reperti archeologici romani e medioevali. Zumthor ha sperimentato un grande spazio in grado di racchiudere unitariamente questo patrimonio: la grande hall si eleva a partire da una forma di estensione del patrimonio esistente, quasi a volerlo coinvolgere strutturalmente, in continuità fisica e figurativa con le pareti esistenti della chiesa gotica ritessuti nel nuovo ordinamento espositivo. La scelta costruttiva, una semplice muratura a vista è il determinante espressivo con cui questo ensemble - cui partecipa Gottfried Böhm con due straordinari saggi, la cappella «Madonna in den Trümmern» degli anni '40 e quella del Sacramento del '57 - evoca nel concorso tra figurazione e costruzione il connotato civile dell'istituzione museale, senza sottrarre senso al suo contenuto. Ci si chiede allora quali siano le ragioni di una

characteristics that fuelled the Enlightenment conception of space: from l'«Architecture Parlante», evocation of a public, social, collective role, feeding the theoretical debate from Blondel to Ledoux, until the «exalted rationalism» of the shape of reason of Boullée.

It is with Lukas⁹ that the lever of realism induces the evocation within the limits of the real and adequate space, and the only purpose of architecture is to evoke its adequacy. In this evocation, architecture would exhaust its role, unlike the allegorical, metaphorical characteristics of painting. In this vision, the architectural iconism¹⁰ is only constructive reason and no longer figurative instance. Yet the extent of a part of literary semiotics which identifies a possible iconic model¹¹ in architecture, which does not work in simplistic way by building a network of analogies between architecture and figurative

arts but does involve in a determinant extent also construction as aesthetic figure, as figurative fact that connotes the idea of space able to structure the perception of the work as an artistic manufactory, as a work of art.

See for example the case of the Diocesan Museum in Cologne of Peter Zumthor. What appears here is deep adherence of the building to its functional institution in the basic ordinance which finds formal and constructive adequacy for settlement purposes. This project insists on the central area of Cologne, in particular on the ruins of a late Gothic church that like many others was destroyed during the Second World War. In the course of several campaigns of excavations different Roman and medieval archaeological finds have been revealed: Zumthor has experienced a large hall capable of enclosing this heritage in one unit, so that the ad-

equacy of the building to its functional reason: the great hall rises from a form of extension of existing assets, as if intended it to be structurally engaged in physical and figurative continuity to the existing walls of the Gothic church in reweaved new exhibition system. The constructive choice, a simple brickwork is the decisive expression with which this ensemble - on which participates Gottfried Böhm with two remarkable essays, the chapel «Madonna in den Trümmern» of the 40s and one of the Sacrament of '57 - evokes the civil connotation of museum institution in competition between figuration and construction, without subtracting the sense of its content. One wonders then what are the reasons for such an adequacy in the case of Bilbao and others. So this is not of those side effects now conveyed from the visual arts that have contaminated the architecture other-

ness, especially regarding its character of physical element, which cannot derogate anything about those natural aptitude for practicality, perceptibility, and the collective feedback of its kind as a built element. It is rather a search capable of recognising in the profundity of constructive act not only reasons of a technical nature, but figurative actions moved by poetic and artistic impulse. Once conceptualized these operations it would be withheld if generalizable to their simple reasons of constructive foresight, or technical cleverness, because despite their alleged and apparent relevance would be better transmitted if the determinant of their actions sprang not only from executive motives, but rather figurative impulses discernible even in the most constructive aspects of the architecture in detail, above, you might be added to the modern and contemporary.

tale adeguatezza nel caso di Bilbao, per esempio, e non solo. Non si tratta quindi di quegli effetti secondari oggi veicolati dalle arti visive che hanno contaminato l'alterità dell'architettura, soprattutto riguardo al suo carattere di elemento fisico, che non riesce a derogare nulla su quelle naturali attitudini alla praticabilità, percepibilità, ed al riscontro collettivo della sua natura di fatto costruito. Si tratta piuttosto di una ricerca in grado di ravvisare nel fondo dell'atto costruttivo non solo motivazioni di natura tecnica, ma azioni figurative mosse da impulso poetico e artistico. Una volta concettualizzate queste operazioni risulterebbero generalizzabili se sottratte alle loro semplici ragioni di accortezza costruttiva, o di astuzia tecnica, perché nonostante la loro presunta e apparente pertinenza risulterebbero meglio trasmissibili se il determinante delle loro azioni non scaturisse solo da motivazioni di natura esecutiva, quanto piuttosto da impulsi figurativi ravvisabili anche negli aspetti più minutamente costruttivi dell'architettura, soprattutto, si potrebbe aggiungere, per quella moderna e contemporanea.

Il punto è che i termini della questione rimangono in gran parte della critica contemporanea, travisati rispetto al loro autentico significato. Il rapporto, per esempio tra ideazione, materia, costruzione e figurazione è ricondotto impropriamente ad un solo aspetto superficiale, diremmo epidermico a quella che oggi insistentemente viene travisata come 'costruzione delle forme', nuclei di significato permanenti che si evolvono in forma di 'continuità imperfetta'. È una forma di approccio in cui la materia si fa elemento generatore del comporre lo spazio. È come se alla sola materia della costruzione fosse conferito il ruolo generativo della forma, cosicché la figurazione è relegata ad un compito esornativo, vicario, come se tutto d'un tratto la riflessione di Warburg¹²

The point is that the terms of the matter remain in much of contemporary criticism, misrepresented with respect to their true meaning. For example, the relationship between design, material, construction and figuration is improperly attributed to a single surface appearance, we would say epidermal to what today is persistently misrepresented as 'construction of forms', permanent nuclei of meaning which evolve in the form of 'imperfect continuity'. It is a form of approach where the matter becomes the generating element of composing of the space. It is as if the mere matter of the construction was given the generative role of the form so that the representation is relegated to a decorative, vicar task, as if all of a sudden the reflection of Warburg¹² on the construction of the language was completely ignored, and our mnemonic energy reduced in history fetish.

4. Finally, one last question concerns the relationship between research of form and tectonic metaphor.

In this aspect of the research, there is not only a constructive reason of architectural form. It is also a search for the expression of the building as an opportunity for the figurative definition of the structure that is not hidden in the casing of the architectural mass but it is somehow ostentatious to connote its functional reason and its settlement character.

The constructive act is extracted from the building volume and shown as a structural element that contributes to the definition of the whole architectural figure in its natural and clear tectonic definition, a vector of figurative expression and artistic poetics. No one is able to trace the genealogical aspect of the events concerning the notion of tectonics¹³.

sulla costruzione del linguaggio fosse del tutto ignorata, e la nostra energia mnemonica ridotta a feticcio delle storia.

4. Infine un'ultima questione riguarda il rapporto tra ricerca di forma e metafora tettonica.

In questo aspetto della ricerca non vi è solo una ragione costruttiva della forma architettonica. È presente anche una ricerca di espressione della costruzione come occasione di definizione figurativa della struttura che non è nascosta nell'involucro della massa architettonica ma è come ostentato a connotare la sua ragione funzionale e il suo carattere insediativo.

L'atto costruttivo è estratto dal volume edilizio ed esibito come elemento strutturale che concorre alla definizione di tutta la figura architettonica nella sua chiara e naturale definizione tettonica, vettore di espressione figurativa e poetica artistica. Non si è in grado di ripercorrere l'aspetto genealogico delle vicende intorno alla nozione di tettonica¹³. Basti qui solo ricordare l'origine del termine tettonica che sta tutta nel termine greco tekton, cioè carpentiere, costruttore, usato nel senso più esteso di costruzione o arte del costruire. La tettonica è l'arte dell'unione (del montaggio), il concetto di techné, è inteso come composizione, come realizzazione, anche artigianale, di oggetti, strutture, realizzate a partire da un certo numero di parti congruenti tra loro, messe insieme secondo le regole costruttive proprie a quel tipo di oggetto. Concepire anche qui la necessità di un nesso logico tra costruzione e espressione figurativa intesa come il primo elemento di rappresentazione e di relazione tra l'organismo (la forma) e il suo contesto, il suo intorno il suo ambiente fisico di riferimento (la città). Nella tradizione classica dell'architettura il rapporto di frontalità

It enough remembers the origin of the term tectonic that is all in the Greek term tekton, i.e. carpenter, builder, used in the widest sense of construction or the art of building. The tectonics is the art of union, the concept of techné is understood as a composition, as a realisation, also an artisan, of objects, structures, made starting from a number of between them congruent parts, put together according to own construction rules proper to that type of object.

Conceiving even here the need for a logical connection between construction and the figurative expression understood as the first element of representation and relationship between the organism (the form) and its context, its physical environmental reference (the city).

In the classical tradition of architecture, the relationship of frontality resulted

from the facade allowed the architectural organism to become constructive metaphor, representation of a similar but not direct constructiveness: the construction is the realisation of structures that show the rule that implies the union of elements that constitute it. The tectonic form then assumes an ontological value reported to the original nature of the construction system, as well as a representative value, which is the expression of a sense that may be also different from the constructive nature of the building.

Another example is given here to clarify this aspect.

It is with Gideon¹⁴ that finally, the question of the construction of the city (railway stations, museums, slaughterhouses, arcades, markets, domestic interiors) occurs through the highlighting of the relationship between art and technology. With Benjamin¹⁵, Gideon

scaturito dall'alzata di facciata consentiva all'organismo architettonico di divenire metafora costruttiva, rappresentazione di una costruttività analoga ma non diretta: la costruzione è la realizzazione di strutture che manifestano la regola che sottintende l'unione di elementi che la costituiscono. La forma tettonica assume quindi un valore sia ontologico riferito alla natura originaria di quel sistema costruttivo, che rappresentativo, espressione di un senso anche diverso dalla natura costruttiva dell'edificio.

È con Gideon¹⁴ che finalmente la questione della costruzione della città (stazioni ferroviarie, musei, macelli, passages, mercati, interni domestici) avviene attraverso la messa in luce del rapporto tra arte e tecnica. Con Benjamin¹⁵, Gideon riapre la partita sul fronte della figurazione assumendo un principio di fondo nell'affermare con molta lucidità come «Anche la costruzione non è pura ratio».

Rimuovere il pregiudizio di separare arte e costruzione è una novità piuttosto consistente soprattutto nel destituire quell'antico luogo comune nel considerare l'arte prima una creazione lontana da ogni finalità e preoccupazione funzionale e la tecnica, un'opera diretta al razionale raggiungimento di uno scopo prefissato¹⁶.

5. Una conclusione in forma di epilogo.

Se l'omogeneità culturale ha storicamente consentito la comprensione della simbologia e del rapporto semantico che legava le icone significanti all'immagine significata, si è costretti a chiedere perché mai questo non debba accadere oggi, quando la vuotezza del concreto nell'architettura sembra esprimere la vuotezza di senso del mondo e l'immersione del 'pubblico' in tale mondo sembra sottolineare la sua omogeneità ad esso, nel senso della 'globalizzazione'. Lo slittamento dell'architettura dal terreno della conoscenza – e della 'scienza' implicita, teorica e storica per

come era designata da Jean Mignot – a quello dell'etica, dell'azione e, in generale, della prassi, è uno slittamento dall'universale o, comunque, dalla condivisione in un quadro unitario di cultura, alla molteplicità soggettive, non più condivise: un molteplice, che rivela l'assenza di una iconologia comune e comporta la necessità di una 'fondazione' iconografica che di fatto è ormai problematica¹⁷.

NOTE

¹ S.T., I, 14, 8 c: «Scientica autem artificis est causa artificiatorum; eo quod artifex operatur per suum intellectum»

² Cfr. G. Pedrojetta, *Marino e la meraviglia*, in Interpretazione e meraviglia, XIV Colloquio sulla interpretazione, a cura di G. Galli, Pisa, Giardini, 1994, pp. 95-105

³ «Se tagli la scienza, come distinguerai l'artifex dall'inscius?», *Cicerone, Accademica, II, 7, 22*; «Architecti jam suo verbo rationem istam vocant», *sant'Agostino, De ordine, II, 34*.

⁴ È una ipotesi suggestiva che appartiene a Guido Canella quella di accostare questo monumento ad una ricerca che un gruppo di architetti, tra cui Albini e Persico, portava avanti sul telaio. Si veda G. Canella, «Franco Albini nel singolare percorso del Razionalismo italiano», in *Ibidem*, *Architetti Italiani nel Novecento*, Cristian Marinotti Edizioni, pp.307-321.

⁵ K. Frampton, *Tettonica e Architettura: Poetica della Forma Architettonica nel XIX e XX secolo*, Milano, Skira, 2007, p. 20.

⁶ *Ibidem* p.39.

⁷ Cfr., P.Berdini, *Introduzione*, in C.Rowe, *La matematica della villa ideale e altri scritti*. A cura di P. Berdini. Bologna: Zanichelli, 1990, p. XIX.

⁸ H.Wölfflin, *Concetti fondamentali della storia dell'arte*, Longanesi, Milano, 1953 in particolare si veda *La formazione dello stile nell'arte moderna*, pp. 12-14. Sull'argomento si vedano anche: K.Fiedler, *Sulla valutazione delle*

reopens the game in terms of figuration assuming a basic principle by stating very clearly «Also the construction is not pure ratio».

Removing prejudice of separation of art from construction is rather consistent news especially in dismissing that old cliché in considering the art a creation far from any purpose and functional concern and technique. Contrarily art is considered as work directed to the rational realisation of a prefixed purpose¹⁶.

5.

A conclusion in the form of epilogue. If the cultural homogeneity has historically enabled the understanding of the symbolism and the semantic relationship that bound the significant icons to signified image, you are forced to ask why this should not happen today, when the emptiness of the concrete in the architecture seems to express emp-

teness of the sense of the world and the immersion of 'public' in this world seems to underline its homogeneity to it, in the sense of 'globalization'. The shift in architecture from the ground of knowledge - and the implicit, theoretical and historical 'science', as it was designated by Jean Mignot – to the one of ethics, action, and in general, the practice represents a shift from universal, or anyhow, a shift from sharing in a unitary framework of culture to subjective multiplicity, not shared any more: a multifarious, which reveals the absence of a common iconology and entails the need for a iconographic 'foundation' which in fact is already problematic¹⁷.

NOTES

¹ S.T., I, 14, 8 c: «Scientica autem artificis est causa artificiatorum; eo quod artifex operatur per suum intellectum»

² See G. Pedrojetta, *Marino e la meraviglia*, in Interpretazione e meraviglia,

glia, in Interpretazione e meraviglia, XIV Colloquio sulla interpretazione, edited by G. Galli, Pisa, Giardini, 1994, pp. 95-105.

³ «Se tagli la scienza, come distinguerai l'artifex dall'inscius?», *Cicerone, Accademica, II, 7, 22*; «Architecti jam suo verbo rationem istam vocant», *sant'Agostino, De ordine, II, 34*.

⁴ It is a suggestive hypothesis that belongs to Guido Canella to approach this monument to a research that a group of architects, including Albini and Persico, carried on the structural frame. See G. Canella, «Franco Albini nel singolare percorso del Razionalismo italiano», in *Ibidem*, *Architetti Italiani nel Novecento*, Cristian Marinotti Edizioni, pp.307-321.

⁵ K. Frampton, *Tettonica e Architettura: Poetica della Forma Architettonica nel XIX e XX secolo*, Milano, Skira, 2007, p. 20.

⁶ *Ibidem* p.39.

⁷ See P.Berdini, *Introduzione*, in C.Rowe, *La matematica della villa ideale e altri scritti*. Edited by P. Berdini. Bologna: Zanichelli, 1990, p. XIX.

⁸ H.Wölfflin, *Concetti fondamentali della storia dell'arte*, Longanesi, Milano, 1953, see in particular *La formazione dello stile nell'arte moderna*, pp. 12-14. See as well: K.Fiedler, *Sulla valutazione delle opere d'arte figurativa*, in *Scritti sull'arte figurativa*, edited by A. Pinotti e F. Scrivano. Palermo: Aesthetica, 2006, par. III.6, pp. 55-56.

⁹ «L'architettura è costruzione di uno spazio reale, adeguato, che evoca visivamente l'adeguatezza», is the author's definition G.Lukács, *Estetica*, Einaudi, Torino, 1960, p. 1210.

¹⁰ See S. Halliwell, *The Aesthetic of Mimesis: Ancient Texts and Modern Problems*, Princeton / Oxford, Princeton University Press, 2002, p. 118-147;

opere d'arte figurativa, in *Scritti sull'arte figurativa*. A cura di A. Pinotti e F. Scrivano. Palermo: Aesthetica, 2006, par. III.6, pp. 55-56;

⁹ «L'architettura è costruzione di uno spazio reale, adeguato, che evoca visivamente l'adeguatezza», è la definizione dell'autore in G. Lukács, *Estetica*, Einaudi, Torino, 1960, p. 1210.

¹⁰ Cfr., S. Halliwell, *The Aesthetic of Mimesis: Ancient Texts and Modern Problems*, Princeton / Oxford, Princeton University Press, 2002, p. 118-147; M. P. Pozzato, *Semiotica del testo. Metodi, autori, esempi*, Roma, Carocci, 2001, p. 175-187; C. W. MORRIS, *Signs, Language and Behavior*, New York, Prentice-Hall, 1946, p. 191.

¹¹ U. Volli, *Manuale di semiotica*, Roma- Bari, Laterza, 2001, p. 31-34. « Semiotica figurativa e semiotica plastica », in L. Corrain & M. Valenti (eds.), *Leggere l'opera d'arte: dal figurativo all'astratto*, Bologna, Progetto Leonardo, 1991, p. 33-51; P. Hamon «Texte et architecture », *Poétique* 73 (1988), p. 3-26, a p. 12-14.

¹² Cfr., C. Ginzburg, Da A. Warburg a E. H. Gombrich. Note su un problema di metodo in *Miti emblematici spie. Morfologia e storia*, Giulio Einaudi Editore, 1986, nuova ed. 2000. E. Cassirer, *Philosophie der symbolischen Formen (1923-29)*, Traduzione italiana di E. Arnaud, *Filosofia delle forme simboliche*, Firenze, La Nuova Italia, 1961.

¹³ Cfr., Scott C. Wolf, *Karl Friedrich Schinkel: The Tectonic Unconscious and the new Science of Subjectivity*, diss., Princeton University, June 1997

¹⁴ S. Giedion, *Spazio, tempo, architettura*, Milano, Hoepli, 1954. Ed. orig., *Space, Time and Architecture - The Growth of a New Tradition*, Cambridge (Mass), 1941

¹⁵ W. Benjamin, *Parigi, capitale del XIX secolo*, Torino, Einaudi, 1986

¹⁶ P. Eisenman, *Architettura e figura retorica*, su «EIDOS» n.1, 1987

¹⁷ H. Focillon, *Vita delle forme seguito da elogio della mano*, Torino, Einaudi, 1972.

M. P. Pozzato, *Semiotica del testo. Metodi, autori, esempi*, Roma, Carocci, 2001, p. 175-187; C. W. MORRIS, *Signs, Language and Behavior*, New York, Prentice-Hall, 1946, p. 191.

¹¹ U. Volli, *Manuale di semiotica*, Roma- Bari, Laterza, 2001, p. 31-34. « Semiotica figurativa e semiotica plastica », in L. Corrain & M. Valenti (eds.), *Leggere l'opera d'arte: dal figurativo all'astratto*, Bologna, Progetto Leonardo, 1991, p. 33-51; P. Hamon «Texte et architecture », *Poétique* 73 (1988), p. 3-26, a p. 12-14.

¹² See C. Ginzburg, Da A. Warburg a E. H. Gombrich. Note su un problema di metodo in *Miti emblematici spie. Morfologia e storia*, Giulio Einaudi Editore, 1986, nuova ed. 2000. E. Cassirer, *Philosophie der symbolischen Formen (1923-29)*, Italian version by E. Arnaud, *Filosofia delle forme simboliche*, Firenze, La Nuova Italia, 1961.

¹³ Cfr., Scott C. Wolf, *Karl Friedrich Schinkel: The Tectonic Unconscious and the new Science of Subjectivity*, diss., Princeton University, June 1997.

¹⁴ S. Giedion, *Spazio, tempo, architettura*, Milano, Hoepli, 1954. Ed. orig., *Space, Time and Architecture - The Growth of a New Tradition*, Cambridge (Mass), 1941.

¹⁵ W. Benjamin, *Parigi, capitale del XIX secolo*, Torino, Einaudi, 1986.

¹⁶ P. Eisenman, *Architettura e figura retorica*, su «EIDOS» n.1, 1987.

¹⁷ H. Focillon, *Vita delle forme seguito da elogio della mano*, Torino, Einaudi, 1972.

REFERENCES

Benjamin, W. (1986), *Parigi, capitale del XIX secolo*, Einaudi, Torino.

Canella, G. (2010), *Architetti Italiani nel Novecento*, Cristian Marinotti Edizioni, Milano.

Cassirer, E. (1961), *Filosofia delle forme simboliche*, La Nuova Italia, Firenze.

Corrain, L., Valenti, M. (1991) *Leggere l'opera d'arte: dal figurativo all'astratto*, Bologna, Progetto Leonardo.

Eisenman, P. (1987), "Architettura e figura retorica", *EIDOS*, n. 1, pp. 12-19.

Focillon, H. (1972), *Vita delle forme seguito da elogio della mano*, Torino, Einaudi.

Fiedler K. (2006), "Sulla valutazione delle opere d'arte figurativa", in Pinotti, A., Scrivano, A. (Eds.), *Scritti sull'arte figurativa*, Palermo, Aesthetica.

Frampton, K. (2007), *Tettonica e Architettura: Poetica della Forma Architettonica nel XIX e XX secolo*, Milano, Skira.

Giedion S. (1954), *Spazio, tempo, architettura*, Milano, Hoepli.

Ginzburg, C. (1986), *Miti emblematici spie. Morfologia e storia*, Torino, Einaudi.

Halliwell, S. (2002), *The Aesthetic of Mimesis: Ancient Texts and Modern Problems*, Princeton University Press, Princeton-Oxford.

Hamon, P. (1998), «Texte et architecture », *Poétique*, vol. 73, pp. 3-26.

Lukács, G. (1960) *Estetica*, Einaudi, Torino.

Morris, C.W. (1946) *Signs, Language and Behavior*, Prentice-Hall, New York.

Pedrojetta, G. (1994), "Marino e la meraviglia", in G. Galli (Ed.), *Interpretazione e meraviglia, XIV Colloquio sulla interpretazione*, Giardini, Pisa, pp. 95-105.

Rowe, C. (1990), *La matematica della villa ideale e altri scritti*, Zanichelli, Bologna.

Pozzato, M.P. (2001), *Semiotica del testo. Metodi, autori, esempi*, Carocci, Roma.

Volli, U. (2001), *Manuale di semiotica*, Laterza, Roma- Bari.

Wölfflin, H. (1953), *Concetti fondamentali della storia dell'arte*, Longanesi, Milano.

Laura Daglio, Matteo Gambaro

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

laura.daglio@polimi.it

matteo.gambaro@polimi.it

Abstract. Il saggio focalizza alcuni spunti di riflessione che evidenziano possibili potenzialità e criticità dell'approccio tecnologico al progetto che si ripercuotono contemporaneamente nell'ambito della ricerca, della didattica e della pratica professionale. Il testo si pone l'obiettivo, in primo luogo, di ricostruire i tratti salienti della discussione in una prospettiva storica, per poi guardare alla contemporaneità, ai segnali di rapida modificazione degli scenari e alle dinamiche oggi in atto per evidenziare quali possibili apporti ed influenze possano offrire per una revisione dei modelli ed approcci al progetto come attività di trasformazione dell'ambiente e di interpretazione e intermediazione fra domanda e offerta in un contesto di scarsità di risorse.

Parole chiave: progettazione ambientale, progettazione strategica, progettazione partecipata.

"You never change things by fighting the existing reality... Build a new model that makes the existing model obsolete."

Buckminster Fuller

Nell'ambito del fecondo dibattito culturale a cavallo degli anni sessanta-settanta, che coinvolgeva contemporaneamente il settore delle costruzioni e l'università, con la riorganizzazione dei corsi di studio nelle Scuole di architettura, si è concretizzata e sostanziata formalmente la nascita della Tecnologia dell'Architettura¹. Un gruppo di docenti, proseguendo il percorso già avviato a partire dall'immediato dopoguerra da figure come Griffini, Mattioni, Marescotti e Diotallevi, che ponevano l'attenzione sugli aspetti "strutturali" del progetto, guardando alle culture progettuali tedesche ed anglosassoni, si è posto in alternativa culturale alla deriva accademica e formalista, di matrice crociana, delineando un modo di intendere il progetto più vicino alle istanze industriali, produttive e sociali (Schiaffonati, 2014). Con spirito innovativo traveggiavano l'ambizioso obiettivo di riformare

Towards a new
strategic dimension for
Technological design

Abstract. This paper focuses on some points for reflection, raising possible areas of potential and of criticality in the technological approach to design – areas that impact research, teaching, and professional practice all at the same time. The paper's first objective is to reconstruct the key features of the discussion in a historical perspective, and then to examine the contemporary world, the signs of a rapidly changing landscape, and the dynamics currently underway. This examination will cast light on what possible contributions and influences these aspects may offer for a revision of the models and approaches to design as an activity to transform the environment, and for interpretation and inter-mediation between supply and demand in a setting where resources are scant.

Keywords: environmental design, strategic design, participatory design.

le metodologie e gli strumenti del progetto, seguendo approcci più evoluti mutuati da contesti internazionali ben più maturi di quello dell'Italia del boom economico. Architetti come Zanuso, Spadolini e Vittoria, protagonisti della vicenda dell'architettura italiana, avevano colto l'importanza di attestare ricerca e attività professionale, in una logica inscindibile, sulla *"concezione dell'habitat, non limitata ai soli aspetti fisico-formali, ma già attenta alle determinazioni immateriali del progetto e orientata a un'idea di sostenibilità ambientale e socio-economica"* (Schiaffonati, Mussinelli, Gambaro, 2011).

La nascente area tecnologica, con lungimirante intuizione ha colto da subito quali sarebbero stati i problemi emergenti – superando anche in questo caso il consolidato approccio accademico per temi – a cui dedicare, con spirito innovativo, energie e passione. Filoni che si sono poi puntualmente rivelati centrali per il progetto di architettura: il progetto ambientale, nella sua accezione più ampia, la riqualificazione e l'intervento sul costruito, l'approccio esigenziale prestazionale e la valorizzazione e manutenzione dell'esistente.

È stato un percorso sicuramente difficile ed in controtendenza, articolato nelle diverse sedi universitarie italiane con specifiche caratteristiche, che ha comportato, sposando la strada della transdisciplinarietà, la messa in discussione di assunti e presupposti tecnici e disciplinari consolidati nella logica del continuo aggiornamento dei saperi.

Questi ragionamenti sono stati oggetto di un primo seminario organizzato nel 2012-13 dal coordinamento dei ricercatori di Tecnologia dell'Architettura *"La cultura tecnologica nella scuola Milanese"*, a cui ha fatto seguito un secondo recente seminario *"La progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca"* tenuto-

The fertile cultural debate at the turn of the 1960s-70s involved both the construction industry and universities, with schools of architecture reorganizing their curricula. With this debate, the birth of the Technology of Architecture materialized and took formal shape¹. A group of professors followed the path already undertaken starting in the immediate postwar period by such figures as Griffini, Mattioni, Marescotti, and Diotallevi, who focused their attention on the "structural" aspects of design, with an eye on the design cultures of the German and English-speaking worlds. In so doing, these professors positioned themselves as a cultural alternative to the academic and formalist drift patterned on Croce, thus outlining a way of understanding design that came closer to the demands of industry, production, and society (Schiaffonati, 2014). With an innovative spirit, they

targeted the ambitious objective of reforming the methodologies and tools of design, by following more evolved approaches borrowed from international settings far more mature than that of Italy during the boom years. Architects like Zanuso, Spadolini, and Vittoria, major figures in Italian architecture, had grasped the importance of basing their research and their professional activity – inseparably – upon the *"conception of habitat, not limited to physical and formal aspects alone, but attentive to the intangible determinations of design, and oriented towards an idea of environmental and socio-economic sustainability"* (Schiaffonati, Mussinelli, Gambaro, 2011).

With farsighted intuition (and, in this case, overcoming the timeworn academic approach by subject), the nascent technological area immediately grasped what would be the emerging problems

si lo scorso 16 settembre 2016, promosso dalla Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura SITdA e dal Dipartimento di Architettura Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito del Politecnico di Milano³.

Come si evince dalle sintetiche considerazioni sviluppate, il dibattito nell'ambito della cultura tecnologica del progetto, nasce e si è sviluppato a partire dalle istanze della industrializzazione dell'edilizia e dei successivi cambiamenti nel settore della produzione, dell'economia e della società, avocando un ruolo sociale della figura del tecnico basata sull'approccio esigenziale-prestazionale, che raccoglie la sfida del confronto con gli aspetti, appunto, metodologici, sociologici, economici, scientifici oltre che tecnici.

Oggi il contesto di riferimento è nuovamente cambiato ed in continua evoluzione ed è quindi ineludibile una lettura critica che guardi ai segnali di rapida modificazione degli scenari e delle dinamiche in atto per evidenziare quali possibili apporti ed influenze possano offrire, per una integrazione dei modelli ed approcci al progetto come attività di trasformazione dell'ambiente e di interpretazione e intermediazione fra domanda e offerta in un contesto di scarsità di risorse. L'introduzione di un carattere strategico nell'attivazione di processi virtuosi di intervento sul costruito, il ruolo della tecnologia dell'architettura nella transizione energetica, la dimensione multiscale e plurisemantica della progettazione ambientale a fronte dei cambiamenti climatici e dei processi di modificazione del paesaggio, così come la regia di una rinnovata progettualità dal basso, ribadita a livello istituzionale e ridefinita nelle pratiche operative e condivise dell'ICT rappresentano i termini più interessanti della discussione.

La tesi che si intende quindi sostenere è che, a fronte della sfida

della complessità, della velocità di trasformazione e del tasso di cambiamento della società contemporanea, che pone in discussione gli strumenti consolidati di interpretazione e trasformazione della realtà, la progettazione tecnologica possa essere in grado, in virtù della specificità del suo approccio sistemico e integrato, di esplorare e proporre nuovi modelli di comportamento ed intervento sull'ambiente, ridefinendo e riscoprendo un possibile nuovo ruolo sociale dell'architetto.

Il cambio di paradigma determinato dall'acquisizione e maturazione dei principi della sostenibilità ambientale circa la riduzione dei consumi, il riuso ed il riciclo delle risorse, insieme alla stagnazione economica, che sancisce definitivamente la perdita del nesso fra sviluppo economico e crescita insediativa, hanno centrato l'attenzione sul costruito, evidenziando, da un lato, la sua sostanziale inadeguatezza ed obsolescenza funzionale, oltre che fisica, dall'altro, l'inefficienza dei modelli operativi riconosciuti per l'intervento sull'esistente⁴. Tale crisi interessa non tanto la dimensione dei sistemi e dei prodotti quanto quella dei meccanismi di regolazione e dei processi; la questione non è tanto su come gestire gli interventi nel tempo e quali soluzioni tecniche adottare ma come attivarli ed implementarli, innescando circoli virtuosi e condivisi. Nonostante infatti da anni quello del costruito sia stato riconosciuto come un mercato dalle enormi potenzialità per il settore delle costruzioni, con le ineludibili storiche ripercussioni sull'economia e sulla società, stenta a partire, per ragioni non solo economiche, richiedendo forti investimenti del settore pubblico e privato, ma anche culturali. Le ragioni del cambiamento, tuttavia, sono non solo il rilancio del PIL nazionale in tempi di crisi, ma anche di natura ambientale, legata al contenimento dei consumi di risorse, delle emissioni inquinanti, oltre che alla fragilità idro-

to which, in the spirit of innovation, to dedicate its passion and energy. The currents are those that later turned out to be precisely those central to architectural design: environmental design, in the broadest sense of the term; renovating and intervening on existing buildings; the need/performance-based approach; and capitalizing on and maintaining what is already there.

The path was certainly a hard one, bucking the trend. Organized with specific characteristics at the various Italian university locations, and espousing the road of transdisciplinarity, this path led to questioning long-standing technical and disciplinary assumptions and suppositions through continuously updated knowledge.

This reasoning was the subject of an initial seminar organized in 2012-13 by the coordination of researchers in the Technology of Architecture enti-

ted "*La cultura tecnologica nella scuola Milanese*" ("Technological culture in the Milanese school"), followed by another recent seminar, "*La progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca*" ("Technological design and research scenarios"), held this past 16 September 2016, promoted by Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura SITdA and by the Department of Architecture, Built environment and Construction engineering at Politecnico di Milano³. As may be seen from the brief considerations that have been discussed, the debate in the matter of the technological culture of design arises and has developed starting from the demands of the industrialization of construction and of the subsequent changes in the sector of production, the economy, and society. It thus assumes a social role as technician, based on the need/performance-based approach – an approach

that, in fact, takes up the challenge of coping with methodological, sociological, economic, and scientific aspects, beyond technical ones.

Today, the context of reference has again changed and is continuously evolving. There is therefore an inescapable need for a critical reading to examine signs of rapid change in the scenarios and dynamics underway. This examination is to cast light on what possible contributions and influences these aspects may offer for an integration of models and approaches to design as an activity to transform the environment, and for interpretation and intermediation between supply and demand in a setting where resources are scant. The introduction of a strategic element in the activation of virtuous processes of intervention with existing buildings; the role of the technology of architecture in energy transition; the multi-scale and

pluri-semantic dimension of environmental design in dealing with climate changes and landscape modification processes; and the governing hand of a renewed planning from the bottom, reaffirmed at the institutional level and redefined in the shared operative practices of ICT: these are the most interesting terms of the discussion.

The thesis we wish to maintain, then, is that the challenge of contemporary society is one of great complexity, thoroughgoing change, and rapid transformation, questioning the established instruments for interpreting and transforming reality. Before this challenge, Technological design may, by virtue of the specific nature of its systemic and integrated approach, be able to explore and propose new models of behaviour and intervention on the environment, thus redefining and rediscovering a possible new social role for the architect.

geologica esacerbata dai cambiamenti climatici, ed infine le potenziali ripercussioni sulla società afflitta da crescenti fenomeni di segregazione e disuguaglianza (Secchi, 2013).

Prevale in realtà un'ottica funzionalistica e tecnicista, che si concentra sulle pratiche di efficientamento o di miglioramento qualitativo, con un approccio settoriale sulle costruzioni, la mobilità, l'energia, lo spazio pubblico, ma manca una visione d'insieme pienamente sistemica che comprenda la multiscalarità e la complessità delle variabili in gioco e che si ponga di fronte all'ambiente costruito o, in senso lato, antropizzato, con la consapevolezza della sua perdita di senso, della necessità di una sua reinterpretazione attraverso un'aggiunta e non sostituzione di codici di significato (Caterina, 2016). Anche perché una sfida importante oggi è rappresentata non tanto dal patrimonio storico quanto dall'ingente stock privato edificato nel secondo dopoguerra, che vanta punte di "professionismo colto", ma è prevalentemente una risposta quantitativa alle esigenze di una nazione in crescita. Si tratta di leggersi potenzialità e risorse, reinventare nuovi sistemi di valori attraverso pratiche di contaminazione, che trascendano l'accezione meramente disciplinare per includere ibridazioni fra saperi differenti, fra realtà diverse di natura eteronoma, endemiche e pandemiche. Interessanti modelli di trasformazione sembrano sorgere spontaneamente nell'individuazione di riattualizzazione di spazi sottoutilizzati dell'esistente, innescando processi di intensificazione funzionale e implementazione dei servizi sociali (Daglio, 2015). Tali processi, più o meno virtuosi, sono resi possibili dalla Rete, che introduce la interattività (Web 2.0) quale possibilità di intervenire sul e nel network, apportando nuovi contributi o generando inedite relazioni. L'accessibilità potenzialmente illimitata alle informazioni consente, così, alla

The changed paradigm determined by the acquisition and maturation of the principles of environmental sustainability with regard to reducing consumption and to reusing and recycling resources, as well as the economic stagnation that has definitively uncoupled economic development from urban growth, have focused attention on existing buildings. This has highlighted their substantial inadequacy and their functional as well as physical obsolescence on the one hand, and, on the other hand, the inefficiency of recognized operative models for intervention on existing construction⁴. This crisis affects not so much the dimension of systems and products as that of regulation mechanisms and processes; the question is not so much how to cope with interventions over time and what technical solutions to adopt, but how to activate and implement them, by triggering shared, virtuous cir-

cles. In fact, even though for years, the market for existing buildings has been recognized as one of enormous potential for the construction industry, with the inescapable historic repercussions on the economy and on society, it has struggled to get started – and not only for economic reasons (requiring major investment from the private and public sectors) but cultural ones as well. The reasons for the change, however, are not just for revitalizing the country's GDP in times of crisis, but are also environmental in nature, connected with reducing emissions and the consumption of resources, as well as with hydrogeological fragility exacerbated by climate change, and lastly with the potential repercussions on a society afflicted by growing segregation and inequality (Secchi, 2013).

There is a prevailing functionalist, technicist reality, focusing on the practices

comunità interagente, di trasformare problemi in opportunità, sprechi in risorse, disponibilità in valore aprendo ampi orizzonti a nuove dimensioni di senso, producendo un disegno inatteso, tracciando connessioni fra nodi ed elementi, come il successo della *sharing economy* dimostra, anche per rispondere ad una domanda sociale⁵.

Ma se le pratiche allestitive sottese da alcuni fenomeni dell'imprenditorialità debole e diffusa sul territorio negli spazi confinati ed aperti della città, rappresentano un interessante filone di indagine circa lo sviluppo di sistemi e prodotti che concepiscano il manufatto secondo logiche e tecnologie adattive di *infill* e *support* (Habraken, 1972), una prospettiva di più ampio respiro sembra offrirsi in un'ottica di implementazione dei processi. Da più parti viene riconosciuta la necessità di un profondo cambiamento nel settore edilizio anche e con particolare riferimento all'intervento di riadeguamento funzionale ed energetico sul costruito: quale può essere il contributo della progettazione tecnologica nella individuazione e sviluppo di filiere trasversali, nella riconfigurazione di modelli di impresa anche con il supporto del settore del design dei servizi? Esperienze di ricerca come quella britannica di "Building Supply Chains for Retrofit Projects"⁶, per lo sviluppo di sistemi prodotto per la riqualificazione dell'edilizia residenziale privata o sperimentazioni di respiro internazionale come Transition Zero⁷, per lo sviluppo di componenti prefabbricati per l'efficientamento energetico delle abitazioni, tracciano percorsi significativi rispetto alla necessità di un imprescindibile rinnovo⁸ dell'industria delle costruzioni, specialmente italiana, per rilanciare l'economia ed emergere da anni di stagnazione. Riconsiderare la strada della prefabbricazione alla luce delle nuove tecnologie dell'Industria 4.0, operando su strategie di in-

of increasing efficiency or improving quality, with a sectoral approach to constructions, mobility, energy, and public space; however, there is no fully systemic overall vision to encompass the multi-scale complexity of the variables in play, and to face the built environment – or, in the larger sense, the manmade environment – with the awareness of its loss of direction, of the need to reinterpret it by adding and not replacing codes of meaning (Caterina, 2016). This is also because an important challenge today is not so much the historic heritage as it is the enormous private stock built in the second postwar period, which boasts peaks of "cultured professionalism" but is in the main a quantitative response to a growing country's needs. It is a matter of reading potentials and resources, of reinventing new systems of values through cross breeding practices

that transcend the merely disciplinary meaning of the word to include hybrids forged between different sets of knowledge, between different, heterogeneous, endemic, and pandemic realities. Interesting transformation models appear to arise spontaneously in identifying and reclaiming underused spaces in existing construction, thereby triggering processes of functional intensification and implementation of social services (Daglio, 2015). These more or less virtuous processes are made possible by the Internet, which introduces interactivity (Web 2.0) as a possibility for intervening on and in the network, by making new contributions to it or by generating original relationships. Potentially unlimited accessibility to information thus allows the interacting community to transform problems into opportunities, waste into resources, and availability into value, while open-

tegrazione, a monte della fase di messa in opera, fra prodotti, sistemi e know-how di impresa in grado di superare l'incertezza dell'interfaccia, quale luogo preferenziale di difetti di costruzione e potenziale degrado, costituiscono ambiti di indagine da sempre importanti per l'area della progettazione tecnologica.

Ma la sfida che si profila oggi, forse, richiede una dilatazione degli approcci e include sia la produzione di senso attraverso processi abduktivati, sia l'interattività e la partecipazione.

Concerne, da un lato, una più estesa accezione strategica (Brown, 2008) e non tattica del progetto, che amplia le prospettive e gli orizzonti dell'azione, ne riconosce ed interpreta la portata sistemica per modificare i modelli operativi consolidati, da un punto di vista e di prodotto e di processo. E' un passaggio concettuale che comporta la dilatazione della progettazione di uno specifico intervento o processo di modificazione dell'ambiente (indipendentemente dalla scala), quale risposta ad una determinata domanda in un contesto dato, ad una dimensione allargata che si interroga, a monte, sull'effettiva efficacia delle soluzioni correnti e, a valle, sugli effetti collaterali, sulle conseguenze nel tempo della trasformazione. Non è più la progettazione di un elemento, di un oggetto, ma di un nuovo sistema, di nuovi equilibri che l'intervento genera o può creare in una prospettiva più ampia, che integra aspetti ambientali, economici, sociali, culturali, istituzionali, materiali ed immateriali, attraverso la generazione di un nuovo disegno a contrastare la crescente entropia. Comporta una attività di *problem solving* che valorizza le fasi preliminari di analisi del problema generale, indagandone sinergie e correlazioni con il contesto inteso come "rete di sostegno" (Zeleny, 1989) e che valuta potenziali alternative a soluzioni consolidate producendo innovazione radicale e non incrementale.

ing broad horizons to new dimensions of meaning, producing unexpected design, and outlining connections between nodes and elements, as shown by the success of the sharing economy, also to respond to a social demand⁵.

But if the fitting-out practices underlying certain phenomena of weak entrepreneurialism widespread on the territory in the city's open and confined spaces represent an interesting current of research as to the development of systems and products that conceive of the building in accordance with logical constructs and adaptive technologies of infill and support (Habraken, 1972), a perspective of broader scope appears to be offered in terms of implementing the processes. In many quarters, the need for thorough change in the construction industry is recognized, also and with particular reference to the intervention of functional and energy upgrading in

existing buildings: what contribution might technological design make to identifying and developing cross-cutting currents, or to reconfiguring business models, also with the support of the services design sector? Research experiences like Britain's "Building Supply Chains for Retrofit Projects"⁶ for developing product service systems for retrofitting private residential construction, or such international trials as Transition Zero⁷ for the development of prefabricated components for improving the energy efficiency of homes, are blazing the trail as regards the need for an essential overhaul⁸ of the construction industry, and the Italian one especially, in order to revitalize the economy and emerge from years of stagnation. Reconsidering the road of prefabrication in light of the new technologies of Industry 4.0, while operating on integration strategies upstream of the implementation phases, between

Applicato alla progettazione ambientale, ad esempio, significa elaborazione di un progetto di trasformazione, che non si esplicita nella ottimizzazione delle prestazioni in risposta ad una specifica esigenza mitigandone i potenziali effetti secondari negativi ma che, a partire dall'analisi della domanda e degli ambiti e attori che la modificazione coinvolge si pone l'obiettivo di configurare l'intervento affinché generi senso, valore, qualità in più di uno dei sistemi o sottosistemi coinvolti.

E' possibile riconoscere questo approccio in alcuni recenti realizzazioni di nuovi impianti di produzione di energia rinnovabile, che da mere infrastrutture diventano strumento di rigenerazione urbana del quartiere⁹, piuttosto che dispositivi per arricchire dal punto di vista fruitivo¹⁰ o estetico formale¹¹ lo spazio pubblico, generando anche profitto (Ginelli, Daglio, 2016). Un'opera di sistemazione idrogeologica¹² o di regimazione delle acque¹³ è l'occasione per la realizzazione di un parco di uno spazio pubblico che altrettanto implementa la qualità ambientale dell'intorno.

Forse non è azzardato parlare di un superamento/ampliamento del modello esigenziale prestazionale perché in questi esempi la qualità non si misura più solo nel grado di risposta in uso ad un bisogno dato ma nel soddisfacimento di una pluralità di esigenze anche esterne allo specifico problema, che viene riconosciuto nella sua dimensione sistemica. Anche per questa ragione si riconosce un ruolo importante alla progettazione tecnologica.

La trasformazione di un problema in opportunità, inoltre, ha una valenza necessariamente anche sociale e richiede, quindi il coinvolgimento e l'attivazione oltre che la progettazione delle interrelazioni fra i diversi stakeholder, attraverso processi partecipativi che non significano solo creazione di consenso, ma anche attribuzione di ruoli chiave nella gestione e progettazione dei

products, systems and business know-how able to overcome the uncertainty of the joint as the preferential place of construction defects and potential decay: these areas of investigation have always been important for the area of Technological design.

But the challenge outlined today requires expanding the approaches, and includes the production of meaning through abductive processes, as well as interactivity and participation.

On the one hand, of concern is a more strategic (Brown, 2008) and not tactical acceptance of design, which broadens the prospects and horizons for action, and recognizes and interprets their systemic range in order to modify established operative models in terms of product and process. It is a conceptual passage that entails expanding the design of a specific intervention or process to modify the environment

(regardless of scale), as a response to a given demand in a given context, in an expanded dimension that wonders as to the actual effectiveness of the current solutions upstream, and as to the collateral effects – and the consequences of the transformation over time – downstream. It is no longer the design of an element, of an object, but of a new system, of new equilibria that the intervention generates or may create in a broader perspective that integrates environmental, economic, social, cultural, institutional, tangible, and intangible aspects through the generation of a new design to counter growing entropy. It entails a problem solving activity that makes the most of the early phases of analysis of the general problem, investigating its synergies and correlations with the context understood as a "Technology Support Net" (Zeleny, 1989), and that assesses

processi, nell'invenzione di partnership fra pubblico e privato, fra interlocutori più o meno omogenei.

Progettare a livello di sistema sposta l'attenzione sugli attori del sistema stesso ampliando il campo a nuove forme di condivisione e partecipazione, nuove partnership fra pubblico e privato, fra settori eterogenei. Il disegno delle interrelazioni, fra singoli o comunità, privati e istituzioni, integrando processi top down e bottom up, rappresenta la seconda fondamentale componente di questo approccio strategico al progetto in funzione di una duplice consapevolezza: da un lato, che se a fronte della crisi economica e delle politiche del welfare il coinvolgimento diretto del privato nell'azione di trasformazione è ineludibile, anche l'economia della condivisione non è altro che una nuova forma di capitalismo (Sundararajan, 2016). Progettare nuove forme di collaborazione o scambio quale strumento di attivazione dei processi di trasformazione/riqualificazione dell'ambiente fisico significa pertanto definire soluzioni *win to win* di compromesso fra l'interesse privato ed il bene collettivo, quindi con una dimensione anche etica oltre che economica. Dall'altro, l'affidamento di un ruolo attivo, la partecipazione negli interventi di modificazione del contesto fisico e del paesaggio potrebbe consentire di condividere le ragioni e gli obiettivi del cambiamento per contribuire attraverso un coinvolgimento, quindi anche razionale oltre che dettato dalle esperienze multisensoriali, alla formazione di un giudizio esteticamente positivo (Selman, 2010) nei confronti delle trasformazioni dell'ambiente fisico e alla limitazione dell'emergere di fenomeni *Nimby*. La sfida della contemporaneità, dunque, a fronte della condivisa constatazione di una acuta e crescente fragilità delle condizioni di funzionamento dei sistemi antropici, dello stesso ecosistema e della sua disparità, non corrispondenza rispetto ad un rinnovato,

e mai come oggi dinamico quadro della domanda, richiede uno sforzo progettuale di ridisegno, reinterpretazione, definizione di nuovi sistemi di interrelazioni che è la società stessa attraverso gli specifici portatori di interesse a dover realizzare rispondendo ad un bisogno personale ma contemporaneamente operando nel bene della collettività.

Si tratta ad esempio, ampliando e declinando il concetto della *sharing economy*, di connettere processi di riqualificazione fisica a servizi reinventando i modelli consolidati di incentivazione non più solo fiscale o volumetrica ma rappresentata dall'accessibilità a servizi pubblici (trasporti pubblici, sanità, cultura, ecc.) integrando pratiche di efficientamento e welfare dove la dimensione manageriale si arricchisce di quella creativa del *design* in senso anglosassone. Il concetto di "Smart" va infatti sviluppato in senso orizzontale a creare sinergie fra sistemi diversi, la mobilità, l'integrazione di rinnovabili¹⁴, la gestione delle risorse, anche la domanda di abitazioni, integrando pubblico e privato. Le tecnologie necessarie, ICT e IoT, esistono e sono in rapida evoluzione, è il contesto culturale, normativo ed istituzionale che risulta del tutto inadeguato dal punto di vista della regolamentazione economica o istituzionale.

In questo senso la dimensione strategica della progettazione tecnologica, fin qui delineata, potrebbe avere un ulteriore campo di azione, peraltro storicamente riconosciuto, nel ripensamento degli apparati normativi e regolamentari, come progetto in fieri (Benvenuto, 1985), dei piani e delle politiche determinati nella loro dimensione settoriale ed unilaterale, con un atteggiamento prevalentemente vincolistico.

La progettazione tecnologica per i caratteri del suo approccio metodologico, l'attenzione costante alla fattibilità e costruibilità

potential alternatives to long-standing problems through radical, non-incremental innovation.

For example, applied to environmental design, it means developing a transformation design that does not take the form of optimizing performance in response to a specific need by mitigating its potential negative side effects; instead, it starts by analyzing demand and the settings and players that the modification involves, and sets the goal of configuring the intervention for it to generate meaning, value, and quality in more than one of the systems or subsystems involved.

This approach may be recognized in certain recently built renewable energy plants, which, from being mere infrastructures, have become an instrument of neighbourhood urban regeneration⁹ rather than devices to enrich the public space in terms of exploitation¹⁰ or for-

mal aesthetics¹¹, thus generating profit as well (Ginelli, Daglio, 2016). A hydrogeological¹² or water regulation¹³ project presents the opportunity to build a park for a public space that boosts the surrounding environmental quality to the same degree.

It is perhaps not rash to speak of having overcome/expanded the need/performance model, because in these examples, quality is no longer measured only in the degree of response of use for a given need, but in meeting a multitude of needs, even outside the specific problem, which is recognized in its systemic dimension. For this reason as well, technological design is recognized as playing a key role.

Moreover, the transformation of a problem into opportunity necessarily has a social value as well. It therefore requires involving and activating, as well as designing, interrelationships among the

various stakeholders, through participatory processes that mean not merely building consensus but also attributing key roles in managing and designing the processes, and in inventing public/private partnerships among more or less homogeneous interlocutors.

Designing at the systemic level shifts the attention to the players in the system itself, broadening the field to new forms of sharing and participation, and new partnerships between the public and private spheres, between heterogeneous sectors. The design of the interrelationships between individuals or communities, private citizens and institutions, while integrating top-down and bottom-up processes, is the second essential component of this strategic approach to design as a function of a dual awareness; it is the awareness that while, in coping with a crisis of the economy and of welfare policies, the private citi-

zen's direct involvement in the transformation action is inescapable, the sharing economy is nothing more than a new form of capitalism (Sundararajan, 2016). To design new forms of collaboration or exchange as an instrument for activating processes to transform/requalify the physical environment therefore means defining "win to win" compromises between private interests and the collective good, thus including an ethical dimension beyond the economic one. On the other hand, the entrusting of an active role, and participation in interventions to modify the physical context and the landscape, might make it possible to share the reasons and objectives of the change, so as to contribute – through an involvement that is thus rational in addition to being dictated by multisensory experiences – to the formation of an aesthetically positive judgment (Selman, 2010) with

dei processi e la specificità degli strumenti offre delle ampie potenzialità (Scoccamarro, 2014) da questo punto di vista, sicuramente nell'ambito della ricerca, nell'esplorazione di possibili modelli senza tuttavia prescindere dalla specificità del singolo caso, ma anche nella didattica, nella trasmissione di metodi e approcci. Ancora oggi permane un atteggiamento positivista che riconosce anche se non del tutto dichiaratamente il primato dell'innovazione scientifico tecnologica nell'affrontare e risolvere i problemi e soddisfare i bisogni, che genera inevitabili specialismi, ghetti settoriali, una direzione cui l'accademia oggi nella sua concorrenziale organizzazione per settori scientifico disciplinari scivola facilmente. Il dibattito alla scala europea si articola intorno alla necessità di un rinnovamento degli assetti formativi che rivelano uno scollamento rispetto all'evoluzione della società anche e non solo nel cambiamento dei modelli cognitivi e di apprendimento che caratterizzano le nuove generazioni (Bauman, 1992, Serres, 2014).

Un approccio al progetto per sistemi di relazioni attraverso una interlocuzione dialogica multidisciplinare non anarchica ma con un coordinamento a regia attraverso un coinvolgimento diretto di *capacity building* dei possibili stakeholder rappresenta forse anche una possibile prospettiva per una rivisitazione dei modelli didattici riattualizzando competenze di tipo creativo e manageriale che fanno da sempre parte della formazione di un architetto.

NOTE

¹ Nel 1969, la legge Codignola introdurrà importanti modifiche all'ordinamento universitario, e per la prima volta nell'elenco degli insegnamenti fondamentali della Facoltà di Architettura ci sarà la Tecnologia dell'Architettura.

regard to the transformations of the physical environment, and to limiting the emergence of NIMBY phenomena. There is a shared understanding of an acute and growing fragility of operating conditions in human-made systems, the ecosystem itself and its disparity and failure to meet a renewed and – now more than ever – dynamic demand situation; the challenge of contemporary life thus requires an effort to re-design, re-interpret, and define new systems of interrelationships. Society itself, through its specific stakeholders, must achieve this by meeting a personal need while at the same time operating for the collective good. For example, to expand and fully express the concept of the “sharing economy,” it is a matter of connecting processes of physical requalification to services by reinventing long-standing incentivisation models so they are no

longer based on taxes or volume, but are represented by accessibility to public services (public transport, health-care, culture, etc.). This is done while integrating efficiency practices and welfare, where the managerial dimension is enriched with the creative one of design in the real sense of the word. The concept of “smart” is in fact to be developed horizontally, in order to create synergies between different systems, mobility, the integration of renewables¹⁴, the management of resources, and also housing demand, by integrating the public and private spheres. The necessary technologies, ICT and IoT, exist and are rapidly evolving. It is the cultural, regulatory, and institutional context that is entirely inadequate in terms of economic or institutional regulation.

In this sense, the strategic dimension of Technological design outlined thus far might have an additional sphere of ac-

tura. Prima di allora l'insegnamento ascrivibile alla futura area tecnologica, presente nei piani di studi, era Elementi Costruttivi.

² Seminario “La cultura tecnologica nella scuola milanese”. Prima giornata: “Radici e prospettive. Riflessioni sulla Tecnologia dell'Architettura”, 21 marzo 2013; seconda giornata: “La ricerca nell'area della Tecnologia dell'Architettura”, 15 ottobre 2013; terza giornata: “LA didattica nell'area della Tecnologia dell'Architettura”, 27 novembre 2013.

³ Seminario “La progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca”, 16 settembre 2016, Politecnico di Milano, coordinamento scientifico Elena Mussinelli, Laura Daglio, Matteo Gambaro, Dipartimento ABC e SITdA.

⁴ Cfr. Techne, “Urban regeneration”, n. 10, Firenze University Press, Firenze 2015.

⁵ “While data reveals information previously concealed, our peer-to-peer interactions divulge who has what, needs what, when and where. The sharing economy has tapped into temporal ‘waste’, converting excess capacity to value and unearthing massive utility from what we already have. As a global community we have so much, but much of what we have we are not using to its capacity, including talent, goods and services [...] Tighter connections shift our social operating system from an orientation of the individual to the power of peers in collaboration.” (Gansky, 2015).

⁶ <http://www.eti.co.uk/library/building-supply-chains-for-retrofit-projects>.

⁷ <http://www.energiesprong.nl/transitionzero/>.

⁸ Si vedano, ad esempio, le iniziative della piattaforma Rebuild Italia.

⁹ La rigenerazione urbana innescata dal progetto Halle Pajol (F. Jourda, 2014) a Parigi ricorda una riqualificazione di tipo architettonico sociale economico energetico a carattere multidimensionale e multiscale.

¹⁰ La Centrale Mozart per il teleriscaldamento a Bressanone (Modus Architects, 2005) diventa un'attrezzatura sportiva oltre che un *landmark* urbano nel quartiere.

¹¹ Il Solar Strand nel campus dell'Università di Buffalo (W. Hood, 2012) è un'opera di land art oltre che un impianto fotovoltaico che restituisce fruibilità

tion – one that is also historically recognized: that of rethinking the regulatory apparatus as an ongoing design (Benvenuto, 1985), and of plans and policies determined in their sectoral and unilateral dimension, with an attitude prevalently focused on constraints.

Given the characteristics of its methodological approach, its constant attention to the feasibility and constructability of processes, and the specific nature of its instruments, technological design offers broad potentials (Scoccamarro, 2014) from this standpoint, certainly in the area of research and in the exploration of possible models – without, however, disregarding the specific nature of the individual case, but also in teaching, and in transmitting methods and approaches. To this day, there is a persistent positivist attitude that recognizes, even if not in a fully overt way, the primacy of technological scientific innovation in coping

with and solving problems and meeting needs. It is an attitude that generates inevitable specialist concerns and sectoral ghettos – a direction that modern-day academic easily slips into in its competitive organization by scientific/disciplinary sectors. The debate on the European scale is articulated around the need to renew formative arrangements that break with the evolution of society, also and not only in the changing cognitive and learning models characterizing the new generations (Bauman, 1992, Serres, 2014). An approach to design by systems of relationships, through a non-anarchic multidisciplinary dialogue, but with an overarching coordination through the direct, capacity-building involvement of the possible stakeholders: this is perhaps one possible perspective for revisiting didactic models by reclaiming creative and managerial skills that have always been part of an architect's training.

allo spazio aperto con aree coperte ed un percorso pedagogico educativo per illustrarne il funzionamento e le prestazioni agli studenti di tutte le fasce d'età.

¹² Il lavoro dello studio londinese Baca Architects, affronta il tema del potenziali rischio inondazioni per gli insediamenti antropici trasformando l'acqua da una minaccia in una opportunità.

¹³ I progetti e le realizzazioni dell'architetto tedesco Herbert Dreiseitl (Ramboll Studio Dreiseitl) affrontano l'integrazione dei sistemi naturali verdi e blu nel progetto degli spazi pubblici con l'obiettivo di tutela e gestione delle risorse ma anche di valorizzazione funzionale e fruitiva.

¹⁴ Nell'ambito del progetto europeo S3C, la sperimentazione Insero Live Lab vede l'installazione ed integrazione in residenze esistenti di produzione di rinnovabili, mobilità elettrica e accessibilità alla rete con in coinvolgimento attivo e consapevole degli abitanti.

REFERENCES

Bauman, Z. (1992), *La decadenza degli intellettuali. Da legislatori a interpreti*, Bollati Boringhieri, Torino.

Benvenuto, E. (1985), "L'informazione per il recupero: il sistema informativo: norma e progetto", *Recuperare*, n. 19.

Brown, T. (2008), "Design Thinking", *Harvard Business Review*, Vol. 6, pp. 84-92.

Caterina, G. (2016), "Strategie innovative per il recupero delle città storiche", *Techne*, n. 12, pp. 33-35.

Daglio, L. (2015), "Il condominio condiviso. Modelli ed approcci per la riqualificazione del patrimonio residenziale plurifamiliare del secondo dopoguerra", in AA.VV., *Atti delle Giornate Internazionali di Studio "ABITARE IL FUTURO"*, Università di Napoli Federico II Napoli, Clean, Napoli, pp. 658-664.

Gansky, L. (2015), "Interdependence. A Manifesto for Our Urban Future, Together", *Architectural Design*, Special Issue: 2050: *Designing Our Tomorrow*, Vol. 85, pp. 80-83.

NOTES

¹ In 1969, the Codignola Law was to introduce major changes to the university system, and for the first time the list of basic courses in the Architecture Faculty was to include the Technology of Architecture. Before then, the part of the curriculum that would touch on the future technological area was Construction Elements.

² Seminar: "La cultura tecnologica nella scuola milanese" ("Technological culture in the Milanese school"). Day one: "Radici e prospettive. Riflessioni sulla Tecnologia dell'Architettura" ("Roots and perspectives. Reflections on the technology of architecture"), 21 March 2013; day two: "La ricerca nell'area della Tecnologia dell'Architettura" ("Research in the area of the Technology of Architecture"), 15 October 2013; day three: "La didattica nell'area della Tecnologia dell'Architettura" ("Teaching in the area of the Technology of Architecture"), 27 November 2013.

³ Seminar: "La progettazione tecnologica e gli scenari della ricerca" ("Technological design and research scenarios"), 16 September 2016, Politecnico di Milano, scientific coordination: Elena Mussinelli, Laura Daglio, Matteo Gambaro, Department of ABC (Architecture, Built environment and Construction engineering) and SITdA.

⁴ Cf. *Techne*, "Urban regeneration," no. 10, Firenze University Press, Firenze 2015.

⁵ "While data reveals information previously concealed, our peer-to-peer interactions divulge who has what, needs what, when and where. The sharing economy has tapped into temporal 'waste', converting excess capacity to value and unearthing massive utility from what we already have. As a global community we have so much, but much of what we have we are not using to its capacity, including talent, goods and services [...] Tighter connections shift our

Ginelli, E., Daglio, L. (2016), "Le infrastrutture per le energie rinnovabili nel paesaggio. Strumenti di progetto e traiettorie dell'innovazione", *Techne* n. 11, pp. 119-126.

Habraken, N.J. (1972), *Supports: An Alternative to Mass Housing*, Architectural press, London-New York.

Ratti, C. (2014), *Architettura Open Source*, Einaudi, Torino.

Schiaffonati, F. (2014), "Il contesto culturale e la nascita della disciplina", in Coordinamento dei ricercatori di Tecnologia dell'architettura del Politecnico di Milano (Ed.), *La Cultura Tecnologica nella scuola milanese*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna, pp. 17-31.

Schiaffonati, F., Mussinelli, E. and Gambaro, M. (2011), "La tecnologia dell'architettura per la progettazione ambientale", *Techne*, n. 1, pp. 48-53.

Scoccimarro, A. (2014), "Alla ricerca della identità", in Coordinamento dei ricercatori di Tecnologia dell'architettura del Politecnico di Milano (Ed.), *La Cultura Tecnologica nella scuola milanese*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna, pp. 65-81.

Secchi, B. (2013), *La città dei ricchi e la città dei poveri*, Laterza, Roma-Bari.

Selman, P.H. (2010), Learning to Love the Landscapes of Carbon-Neutrality. *Landscape Research*, Vol. 35, No. 2, pp. 157-171.

Serres, M. (2012), *Non è un mondo per vecchi. Perché i ragazzi rivoluzionano il sapere*, Bollati Boringhieri, Torino.

Sunderarajan, A. (2016), intervista di Balestreri G., *R.it - Economia e Finanza*, 24 settembre 2016. http://www.repubblica.it/economia/2016/09/24/news/arun_sunderarajan_la_sharing_economy_e_il_nuovo_capitalismo_-148422392/

Zeleny, M. (1989), "Knowledge as a New Form of Capital. Part 2: Knowledge-based Management Systems", *Human Systems Management*, Vol. 8, pp. 129-143.

social operating system from an orientation of the individual to the power of peers in collaboration." (Gansky, 2015).

⁶ <http://www.eti.co.uk/library/building-supply-chains-for-retrofit-projects>.

⁷ <http://www.energiesprong.nl/transitionzero/>.

⁸ See, for example, the initiatives of the Rebuild Italia platform.

⁹ Urban regeneration triggered by the Halle Pajol project (F. Jourda, 2014) in Paris brings to mind a multidimensional and multi-scale economic, social, energy, and architectural requalification.

¹⁰ The Mozart district heating plant in Bressanone (Modus Architects, 2005) becomes a sports facility in addition to being a neighbourhood urban landmark.

¹¹ The Solar Strand on the campus at the University of Buffalo (W. Hood, 2012) is a work of land art in addition to being a photovoltaic plant that restores usability to the open space, with covered areas

and an educational/teaching itinerary to illustrate its operation and performance for students in all age groups.

(12) The work of the London studio Baca Architects deals with the theme of potential flood risk for manmade settlements, transforming water from a threat to an opportunity.

(13) The designs and constructions of German architect Herbert Dreiseitl (Ramboll Studio Dreiseitl) deal with integrating natural green and blue spaces into the design of public spaces, with the objective of safeguarding and managing resources, while also capitalizing on them in terms of both use and function.

(14) As part of the European S3C project, the Insero Live Lab trial includes the installation, and integration into existing homes, of renewables, electric mobility, and accessibility to the Internet, with the inhabitants' active, aware involvement.

Cambiamenti paralleli: il progetto come modello e l'approccio all'ambiente (interdisciplinarietà)

SAGGI E PUNTI
DI VISTA/
ESSAYS AND
VIEWPOINT

Orio De Paoli,

Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

orio.depaoli@polito.it

Abstract. In un approccio interdisciplinare all'analisi territoriale, può svilupparsi una serie di modelli applicabili sia al settore tecnico sia a quello umanistico. Il tema trattato è una delle idee nate da uno studio riguardante l'analisi dei mulini idraulici come indicatori di risorsa (Candura e De Paoli, 2006) dal quale emerge l'importanza del progetto come modello, data l'evidente applicabilità multi-scalare del progetto stesso.

In sintesi, l'oggetto di studio è l'impatto dell'opera umana sul territorio e l'approccio è costituito dalla congiunta visione architettonica e geografica.

In merito a quanto premesso, ovviamente, il dibattito è ampio e il punto di partenza può ben essere sintetizzato attraverso le osservazioni di Losasso: «In alcuni ambiti disciplinari, fra cui quello tecnologico, acquista risalto la componente delle <ricerche per il progetto>, cioè prodotti di ricerca diversi dal progetto tradizionalmente inteso e sviluppati in termini innovativi ed originali secondo modalità proprie della ricerca universitaria [...]. In altri casi, le ricerche per il progetto riguardano analisi ed elaborazioni sistematiche su questioni, temi e fenomeni dei processi di trasformazione del territorio oppure precisano i 'modi' del progetto, aiutando a capire come fare, come scegliere, come indirizzare» (Losasso, 2011, p. 84). In particolare, l'area della tecnologia dell'Architettura, da sempre coinvolta nei processi di evoluzione del metodo di approccio al progetto deve tener conto del fatto che: «L'irrinunciabile rinnovamento dei processi di progettazione non può che passare attraverso l'enfaticizzazione del ruolo delle tecniche metodologiche ed operative che hanno sempre costituito il bagaglio culturale di pertinenza dell'area tecnologica» (Del Nord, 2013).

Parole chiave: progetto, modello, territorio, architettura, geografia.

Diverse discipline in uno stesso progetto: il background culturale e scientifico

In un approccio interdisciplinare all'analisi territoriale, può svilupparsi una serie di modelli applicabili sia al settore tecnico sia a quello umanistico. Il tema trattato è una delle idee nate da uno studio riguardante l'analisi dei mulini idraulici come indicatori di risorsa (Candura e De Paoli, 2006) dal quale emerge l'importanza del progetto come modello, data l'evidente applicabilità multi-scalare del progetto stesso.

In sintesi, l'oggetto di studio è l'impatto dell'opera umana sul territorio e l'approccio è costituito dalla congiunta visione ar-

chitettonica e geografica. Ne discende l'importanza di progettare anche la transdisciplinarietà (ovvero la creazione di un nuovo *framework* progettuale unitario che va al di là di prospettive disciplinari individuali), essendo già acquisiti i concetti di interdisciplinarietà (integrazione di conoscenze e metodi tra diverse discipline) e multidisciplinarietà (differenti discipline che lavorano insieme, pur mantenendo i propri approcci e metodi).

In merito a quanto premesso, ovviamente, il dibattito è ampio e il punto di partenza può ben essere sintetizzato attraverso le osservazioni di Losasso: «In alcuni ambiti disciplinari, fra cui quello tecnologico, acquista risalto la componente delle <ricerche per il progetto>, cioè prodotti di ricerca diversi dal progetto tradizionalmente inteso e sviluppati in termini innovativi ed originali secondo modalità proprie della ricerca universitaria [...]. In altri casi, le ricerche per il progetto riguardano analisi ed elaborazioni sistematiche su questioni, temi e fenomeni dei processi di trasformazione del territorio oppure precisano i 'modi' del progetto, aiutando a capire come fare, come scegliere, come indirizzare» (Losasso, 2011, p. 84). In particolare, l'area della tecnologia dell'Architettura, da sempre coinvolta nei processi di evoluzione del metodo di approccio al progetto deve tener conto del fatto che: «L'irrinunciabile rinnovamento dei processi di progettazione non può che passare attraverso l'enfaticizzazione del ruolo delle tecniche metodologiche ed operative che hanno sempre costituito il bagaglio culturale di pertinenza dell'area tecnologica.» (Del Nord, 2013, p. 23).

Fra gli esempi più efficaci di strumento utilizzabile da più discipline, vi è un modello geometrico noto come diagramma di Voronoj¹ o poligono di Thiessen che, a dispetto della sua apparenza tecnica, può essere ed è applicato ai più disparati campi. In

Parallel changes: design as a model and approach to the environment (interdisciplinary concept)

Abstract. Different disciplines in one design: cultural and scientific background In an interdisciplinary approach to territorial analysis, a series of models applicable to both the technical and humanistic sectors can be developed. The subject matter is one of the ideas which emerged from a study on the analysis of hydraulic mills as resource indicators (Candura and De Paoli, 2006), which revealed the importance of design as a model, given its evident multi-scalar applicability. In short, the study subject is the impact of human intervention on the territory, and the approach consists of joint architectural and geographic vision. The outcome highlights the importance of designing a transdisciplinary style (i.e.: creating a new single design framework which goes beyond the individual disciplinary prospects), the meanings of the interdisciplinary concept (combining knowledge and methods from different discipline) and multidisciplinary

concept (different disciplines that work together despite maintaining their own approaches and methods) having already been acquired.

Keywords: design, model, territory, architecture, geography.

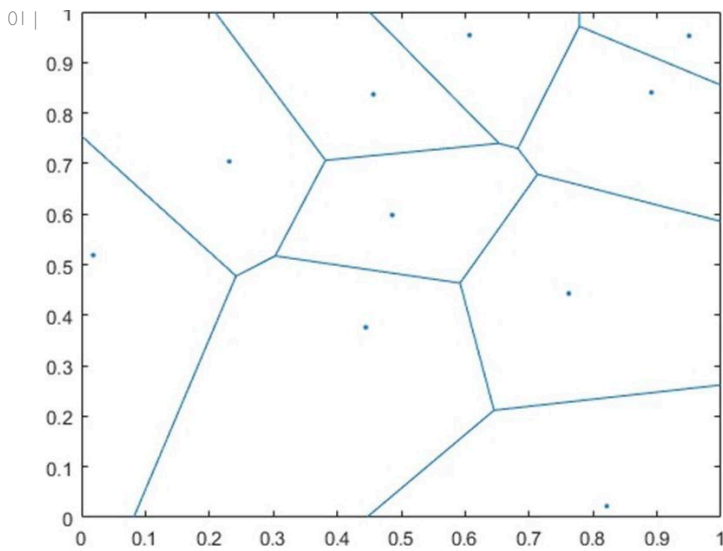
Different disciplines in one design: cultural and scientific background

In an interdisciplinary approach to territorial analysis, a series of models applicable to both the technical and humanistic sectors can be developed. The subject matter is one of the ideas which emerged from a study on the analysis of hydraulic mills as resource indicators (Candura and De Paoli, 2006), which revealed the importance of design as a model, given its evident multi-scalar applicability.

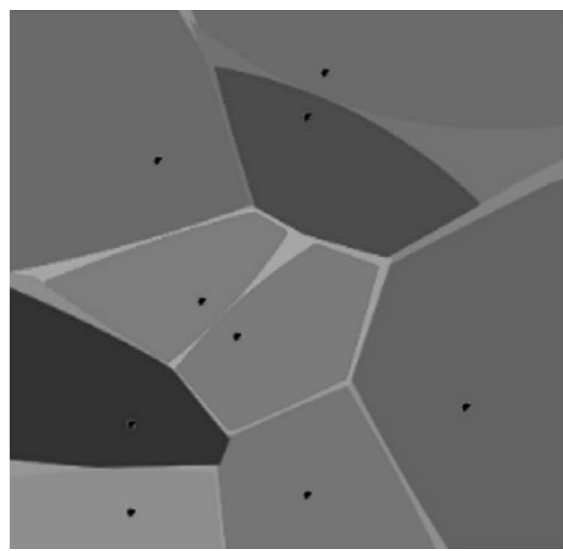
In short, the study subject is the impact of human intervention on the territory, and the approach consists of joint ar-

chitectural and geographic vision. The outcome highlights the importance of designing a transdisciplinary style (i.e.: creating a new single design framework which goes beyond the individual disciplinary prospects), the meanings of the interdisciplinary concept (combining knowledge and methods from different discipline) and multidisciplinary concept (different disciplines that work together despite maintaining their own approaches and methods) having already been acquired.

The debate on this is far-reaching and the starting point can be nicely synthesised by the observations of Losasso: "In certain disciplinary spheres, including technology, the component of "research for design", i.e. products of research that differ from design as traditionally intended and developed in innovative and original terms depend-



01 | Diagramma di Voronoi basato sui vertici dei bordi Voronoi
Voronoi diagram based on vertices of Voronoi edges



02 | Diagramma di Voronoi (nell'intersezione fra i poligoni, i margini sono sfumati)
Voronoi Diagram (in the intersection between the polygons, the margins are blurred)

particolare, va sottolineato come, priva della sua collocazione sul territorio, la genesi del poligono non sia ovvia e quindi non ne consegue automaticamente la sua importanza di progetto come modello previsionale (si pensi, ad esempio, alla sua importante applicazione nelle analisi idrogeologiche).

«Thiessen polygons, also known as Voronoi polygons, are [...] interdisciplinary concept that has been used extensively in many different fields including, but not limited to, archaeology, astrology, cartography, computational geometry, ecology, geography, geology, marketing, meteorology, physics, and urban and regional planning. [...] Because the concept of the Voronoi diagram is fairly simple and has potential use in many applied fields, there is no surprise that it has been discovered independently in different contexts [...]» (Yamada, 2017, p. 350). Specialmente rilevante quest'ultima osservazione di Yamada, poiché la nascita indipendente in differenti contesti di uno stesso modello fa parte della storia tecnica dell'interdisciplinarietà².

ing on the methods that characterise university research becomes interesting [...]. In other cases, research for design implication analyses and systematic elaborations on matters, subjects and phenomena of the processes of transforming the territory, or indicates the "methods" of design, helping understand how to create, choose and direct" (Losasso, 2011, p. 84). In particular, the Architectural technology area, which has always been part of the evolution of the approach to design, has to take into consideration the fact that: "the essential renewal of design processes has to emphasise the role of the methodological and operational techniques that have always made up the cultural foundation of the technological area." (Del Nord, 2013, p. 23).

The most effective examples of tool suitable for use by several disciplines include a geometric model known as

the Voronoi diagram¹ or the Thiessen polygon which, despite its technical appearance, can be and is applied to the most varied fields. It should be noted that, without its placement in the territory, the genesis of the polygon is not obvious, so its design importance and a forecasting models (e.g.: its important application in hydrogeological analysis) is not an automatic consequence). "Thiessen polygons, also known as Voronoi polygons, are [...] interdisciplinary concept that has been used extensively in many different fields including, but not limited to, archaeology, astrology, cartography, computational geometry, ecology, geography, geology, marketing, meteorology, physics, and urban and regional planning. [...] Because the concept of the Voronoi diagram is fairly simple and has potential use in many applied fields, there is no surprise that it has been discovered independently in

L'aspetto analitico che s'intende far risaltare è un effetto macroscopico, nel dialogo fra cultura tecnica e scienze umane: l'analisi degli ambienti fortemente antropizzati³. La relazione fra il progetto, inteso come sistema sperimentale, e l'attuazione dello stesso si può ben spiegare attraverso i casi di studio territoriali. La riflessione epistemologica sulle opere realizzate diviene il terreno di verifica dell'efficienza dei metodi di progettazione contemporanei. Il progetto inteso come modello di studio, realizzabile con i sistemi informatici attuali, diviene nodale per la possibilità di verifica che offre al progettista sin dalle fasi iniziali dell'iter progettuale. (Candura e De Paoli, 2011; De Paoli e Candura, 2011).

Progetto e territorio

Laminazione

delle aree da destinare alla salvaguardia del territorio per l'esonda-

different contexts [...]" (Yamada, 2017, p. 350). This last observation by Yamada is particularly important, because the independent birth in different contexts of the same model is part of the technical history of the interdisciplinary concept².

The analytical aspect we wish to focus on is a macroscopic effect, in the communication between technical culture and human science: the analysis of extensively anthropologically developed environments³. The relationship between design, considered as an experimental system, and its implementation, can be clearly explained by territorial study cases. The epistemological reflection on the works created becomes the basis for examining the efficiency of contemporary design methods. Design considered as a study model, implementable with existing IT systems, becomes central because it offers the

Un esempio di approccio multi-scalare alla progettazione delle risorse idriche può essere individuato nella scelta e collocazione delle aree da destinare alla salvaguardia del territorio per l'esonda-

designer verification possibilities right from the initial phases of the design process. (Candura and De Paoli, 2011; De Paoli and Candura, 2011).

Design and territory Lamination

An example of multi-scalar approach to the design of water resources can be identified in the choice and placement of the areas to be destined to defending the territory against the overflowing of rivers. In particular, the placement of lamination tanks⁴ to contain seasonal rises in the level of watercourses is becoming increasingly important in very built-up area. However, the choices made by local authorities and the acceptance of these designs by residents are not so linear, as proven by the emblematic case of the municipality of Senago, when the design of the lamination tanks has come up against



zione dei fiumi. In particolare, la collocazione delle vasche di laminazione⁴ per contenere le piene stagionali dei corsi d'acqua riveste importanza crescente per le aree fortemente urbanizzate. Non è, tuttavia, così lineare la scelta dei territori, né tantomeno l'accoglimento di tali progetti da parte degli abitanti, come dimostra l'emblematico caso del comune di Senago, ove il progetto delle vasche di laminazione ha incontrato e sta incontrando resistenze⁵. D'altra parte, intorno all'opportunità di dotarsi di vasche di laminazione, interessa certamente il dibattito, ma anche la loro multi-applicabilità, che ne fa dunque ottimi esempi di collaborazione multidisciplinare, come implicitamente sottolineato dalle parole dell'Autorità di Bacino: «Le casse di laminazione sono opere strategiche che consentono la riduzione della portata al colmo della piena transigente a valle attraverso l'invaso di adeguati volumi d'acqua. L'accumulo di grandi volumi d'acqua, [...] deve essere sempre considerato come un potenziale rischio per la pubblica incolumità [...] Sempre più spesso, in conseguenza delle ricorrenti crisi idriche, si prospetta per le casse di laminazione un uso multiplo che prolungherebbe la durata dei periodi di invaso, funzionando la cassa, oltre che come area di laminazione delle piene, anche come area di invaso di riserve idriche da utilizzare nei periodi siccitosi. In considerazione di ciò l'Autorità di bacino del

and continues to face resistance⁵. It has to be said that the utility of installing lamination tanks sparks interesting debate, as does the fact that can be applied to a variety of situation, making them excellent examples of multidisciplinary cooperation, as implicitly highlighted by the words of the River Basin Authority: "Lamination tanks are strategic works which allow the reduction of the flow when the level of the river is at its highest, thanks to the redirection of large volumes of water. The accumulation of large volumes of water, [...] must always be considered as a potential risk for public safety [...] More and more often we are faced with recurring water shortages, and lamination tanks can be put to uses which would prolong the duration of the periods of redirection. The tanks could be used not only as a lamination area when river levels are high, but also as reservoirs for use

during dry periods. With this in mind, the Po River Basin Authority has drawn up a Plan of technical checks for works to support the basins and the barriers of the expansion tanks in the Po River Basin, and for the banks of the River Po itself." (Autorità di Bacino del Fiume Po, s.d., p. 3).

Accumulation

Another example of multi-scalar design can be identified in the construction of works for the production of hydroelectric power. Designers still don't fully exploit all the potential of assisted design.

Examples like artificial canals and huge dams reveal the effects on the territory of hydraulic works. The effects of design are now much more visible in areas that are being increasingly altered by man. While until the beginning of the 20th century, design choices had a

fiume Po ha predisposto un Piano di verifiche tecniche per le opere di ritenuta dei bacini e le arginature delle casse di espansione nel bacino del fiume Po e per le arginature del Fiume Po medesimo.» (Autorità di Bacino del Fiume Po, s.d., p. 3).

Accumulo

Un altro esempio della progettazione multiscale può essere individuato nella realizzazione di opere per la produzione di energia idroelettrica. Ancora oggi, i progettisti non sfruttano a fondo tutte le potenzialità della progettazione assistita.

Esempi come canali artificiali e imponenti dighe dimostrano l'incidenza sul territorio delle opere idrauliche. Attualmente gli effetti della progettazione incidono in maniera molto più visibile in territori sempre più antropizzati. Mentre, sino all'inizio del XX secolo, le scelte progettuali avevano un effetto più limitato sull'ambiente complessivo, attualmente scelte dimensionali e tecniche vanno calibrate con particolare precisione. Detti esempi di progettazione dei canali hanno una identità cartografica che da un lato sottolinea il valore interdisciplinare (tecnico-umanistico), dall'altro rende incontrovertibile il disegno del progetto stesso. Si veda l'esempio della diga Coolidge Dam.

Inaugurata nel 1926 in Arizona, la Coolidge Dam⁶ è emblematica degli'intricati rapporti fra Uomo, territorio, progetto, politica ed economia. È sufficiente considerare la questione dell'intitolazione della diga a Coolidge⁷, per comprendere le saldature potentissime fra questi ambiti: «[...] nel 1924 il Congresso autorizzò la costruzione della Coolidge Dam sul fiume Gila in Arizona [...] sarebbe stata chiamata Coolidge anche una cittadina della zona bonificata durante i lavori della diga.» (Shlaes, 2011, p. 280)⁸.

L'esempio di cui sopra è utile per accostare i concetti di multisca-

much more limited effect on the environment as a whole, today's dimensional and technical choices have to be calibrated with particular precision. These examples of canal design have a mapping identity which highlights the interdisciplinary value (technical and humanistic), while making the design itself incontrovertible. A perfect example is the Coolidge Dam.

Opened in 1926 in Arizona, the Coolidge Dam⁶ is emblematic of the intricate relations between mankind, the territory, design, politics and economics. All you have to do in consider the naming of the dam after Coolidge⁷ to understanding the powerful links between these two spheres: "[...] in 1924, Congress authorised the construction of the Coolidge Dam across the River Gila in Arizona [...] a small town in the area drained during the work on the dam was also to

be named Coolidge." (Shlaes, 2011, p. 280)⁸.

This example helps link the multi-scalar concept (in architecture) and the trans-scalar concept (in geography) (Landini, 1999), leading design towards that innovation which sees it as an informatised mathematical model. This design/model can be of substantial importance to increase the efficient predictivity of choices, The simultaneous observation of the same territorial object on various scales in Geography allows a better understanding of the Man-Territory relationship, while in Architecture it allows a diachronic illustration of the development processes of the anthropic activities designed.

The use of design as a model, in this sense, also becomes a matter of ethics, environmental ethics, to be more specific.

This "model" would be ideal for meet-



larità (in architettura) e trans-scalarità (in geografia) (Landini, 1999), portando il progetto verso quell'innovazione che lo vede come modello matematico informatizzato. Tale progetto/modello può essere sostanziale per aumentare l'efficienza della predittività delle scelte. L'osservazione contemporanea del medesimo oggetto territoriale a varie scale, così come in Geografia consente una migliore comprensione del rapporto Uomo-territorio, in Architettura consente un'illustrazione diacronica dei processi di sviluppo delle attività antropiche progettate.

L'impiego del progetto come modello, in questo senso, diventa anche una questione etica, di etica ambientale, per essere più specifici.

Tale “modello” sarebbe adeguato a rispondere all'esigenza di portare il controllo delle scelte su un piano dinamico, necessario per affrontare sfide globali quali quelle dell'accumulo delle energie da fonti rinnovabili. Il tema dell'accumulo è sempre più nodale per la diffusione delle energie da fonte rinnovabile, il cui punto debole risiede ormai solo nella loro non programmabilità; ciò produce fenomeni di sbilanciamento delle reti distributive e determina perdite di energia. L'ultimo passaggio, quindi, per la definitiva diffusione dei sistemi di produzione da fonte rinnovabile consiste nel disaccoppiare il momento della produzione dell'energia da quello del suo impiego e, quanto più aumenterà la produzione delle rinnovabili, tanto più le esigenze di trovare efficienti sistemi di accumulo saranno maggiori. Uno dei metodi di possibile risposta all'esigenza di differire i momenti di produzio-

ing the need to take the control of choices to a dynamic level, in order to tackle global challenges such as the accumulation of energy from renewable sources. The subject of accumulation is increasingly central to the dissemination of energy from renewable sources, the weak point of which now lies only in the fact that they cannot be programmed; this generates imbalances in the distribution systems and causes losses of energy. The final step, therefore, for the definitive dissemination of systems for production from renewable sources consists in uncoupling the moment in which energy is produced from that in which it is used; an increase of the production of renewable source energy will increase the need to find efficient accumulation systems. One of the possible answers to the need to separate the moments of production and use could be hydroelectric accu-

mulation, pumping water into basins which makes those basins energy storage tanks which make energy available when there is no sun (in the case of photovoltaic power) or no wind (in the case of wind power).

The design of systems of this kind (along with other forms of energy storage) requires complex and committed management, given the dimensions and time-related implications of the economic return of the investments. So much so that, in the last five years, the constant expansion of plants for the production of energy from renewable sources has been accompanied by a drop in investments at hydroelectric level.

Consequently, the design of systems for the management of energy from renewable sources must be placed in a context of such size as to influence macro-regional reflections, such as

ne da quelli dell'impiego può essere individuato nell'accumulo idroelettrico con il pompaggio dell'acqua nei bacini che la rendono i bacini stessi serbatoi energetici disponibili nei momenti di assenza di sole per il fotovoltaico o di vento per l'eolico.

La progettazione di sistemi di questa natura (insieme ad altre forme di stoccaggio dell'energia) richiede una gestione complessa e impegnativa viste le dimensioni e le implicazioni temporali per il rientro economico degli investimenti. Tanto che nell'ultimo quinquennio a fronte di una continua espansione di impianti di produzione da fonti rinnovabili si assiste ad un calo di investimenti sul piano idroelettrico.

Ne discende che il progetto di sistemi per la gestione delle energie da fonti rinnovabili vada collocato in un ambito di tale dimensione da investire riflessioni macro-regionali, quali quelle relative ai temi ambientali.

Tutti abbiamo un pregiudizio che ci porta a ritenere l'Uomo contemporaneo come unico agente modificatore della crosta terrestre⁹, ignorando: «[...] una realtà insospettata di alterazione ambientale nel mondo antico, [...]» (Bevilacqua, 2001, p. 32). È necessario non scordare la storia della tecnologia, soprattutto quando si parla della storia della sua incidenza sull'ambiente naturale. Contributi quali il volume di Weeber (1991) servono a rimarcare l'assurdità di quella sorta di contemporaneo-centrismo (per così definire l'egoismo storico) che non ci fa pensare alla cronologia dei danni ecologici¹⁰.

I Big Data

Sempre in relazione alla tematica ambientale, quindi agli studi a scala planetaria, un ultimo argomento sul quale vale la pena riflettere è costituito dalla possibilità di impiego dei cosiddetti

those relating to environmental matters.

We all have prejudice which leads us to consider contemporary man as the main modifying agent of the terrestrial crust⁹, ignoring: “[...] an unsuspected situation of environmental alteration in the ancient world, [...]” (Bevilacqua, 2001, p. 32). We mustn't forget the history of technology, especially when it comes to the matter of its influence on the natural environment. Contributions such as the volume by Weeber, *Smog über Attika* (1991), reiterate the absurdity of that sort of contemporary-centrism (or historical egoism) which stops us from thinking about the chronology of ecological damage¹⁰.

Big Data

Also in relation to environmental matters, and therefore planetary studies, a last subject worth reflecting upon is the

possible use of so-called Big Data¹¹. As we are effectively reminded by Kitchin (2017), the etymology of Big Data originates at the end of the 20th century, when the syntagma was used to indicate the treatment and analysis of large groups of data, intuitively in opposition to Small Data. In fact, for a long time, data was produced using sampling techniques which limited duration and, above all, size.

Kitchin's contribution was fundamental, thanks to that observed in 2014 in *The Data Revolution*, where, in explaining the difference between Big Data and Open Data (which isn't as simple as you might think), he talks about a revolution in progress and reconstructs the history of databases, highlighting their use in the most diverse sectors (in general, we could say both hard sciences and soft sciences), therefore proving their interdisciplinary

*Big Data*¹¹. Come efficacemente ricorda Kitchin (2017), l'etimologia di *Big Data* si ricostruisce a partire dalla fine del Novecento, quando il sintagma si utilizzava ad intendere il trattamento e l'analisi di grandi insiemi di dati, in contrapposizione intuitiva rispetto a *Small Data*. In effetti, per lungo tempo i dati sono stati prodotti con tecniche di campionamento che limitavano la durata e soprattutto la loro dimensione.

Il contributo di Kitchin è stato fondamentale grazie a quanto osservava già nel 2014 in *The Data Revolution*, ove, nel chiarire la differenza fra *Big Data* e *Open Data* (non così scontata come si potrebbe pensare), parla di una rivoluzione in atto e ricostruisce la storia dei *database*, ne evidenzia l'utilizzo da parte dei più disparati settori (potremmo, generalmente, dire sia le *hard sciences* sia le *soft sciences*), quindi ne dimostra la natura interdisciplinare. Il volume tratteggia, dunque, le implicazioni sociali, tecnologiche ed economiche, fornendo il fondamento a quanto osservato nel contributo del 2017, ove la sintesi della questione tende verso il futuro. Tale contributo trovasi, non a caso, nella *International Encyclopedia of Geography*, ciò che parrebbe sufficiente ad avvalorare l'importanza della riflessione epistemologica intorno alla dimensione interdisciplinare, centrale in questo numero della Rivista.

I progressi nel settore informatico hanno ampliato la portata della produzione e del trattamento dei dati, talché non sia più un problema la conservazione e la diffusione di grandi quantità di dati differenti; il futuro è dunque, ove occorresse ripeterlo, sempre più interdisciplinare (e poco importa se il merito sia di un'applicazione, di uno sviluppatore o di un'idea collettiva). Si fa, altresì, sempre più evidente il rafforzamento della multiscalarità e dell'aggiornamento-aggiornabilità continue dei *data-set*. I due

nary nature. The book outlines the social, technological and economic implications, laying the foundations for that observed in the contribution dated 2017, where the summary of the matter leans towards the future. This contribution is found, not coincidentally, in the *International Encyclopedia of Geography*, and this would seem sufficient to confirm the importance of the epistemological reflection around the interdisciplinary dimension, which is central in this issue of the Journal. Progress in the IT sector has amplified the capacity of production and processing of data, to the point where the storage and dissemination of large quantities of different data is no longer a problem; the future is therefore, should it be necessary to repeat it, increasingly interdisciplinary (and it matters little if this is thanks to an application, a developer or a collective idea). The re-

inforcement of multi-scalarity and the continuous upgrade-upgradability of data-set is also becoming increasingly evident. The two most significant examples reported by Kitchin are that of Walmart (which, in 2012, generated 2.5 petabyte¹² of data relating to over a million transactions by clients every hour) and Facebook which processes 2.5 billion contents, 2.7 billion "likes" and 300 million photographs every day. Those who see the positive aspects of BD insist on emphasising the capacity to generate new forms of knowledge and ground-breaking innovations; one of the main forms of knowledge comes from georeferenced data (BD right from the start) which facilitate new forms of geographic analysis¹³. According to the breakdown proposed by Kitchin, the production of Big Data takes place in three ways: with direct, automatic or voluntary systems. In all

esempi più significativi riportati da Kitchin sono quello di Walmart (che, nel 2012, generò 2,5 petabyte¹² di dati relativi a oltre un milione di transazioni dei clienti ogni ora) e di Facebook che processa 2,5 miliardi di contenuti, 2,7 miliardi di "like" e 300 milioni di fotografie ogni giorno.

Coloro che vedono gli aspetti positivi dei BD, d'altra parte, insistono nel sottolinearne la capacità di generare nuove forme di conoscenza e innovazioni dirompenti; una delle principali forme di conoscenza ci viene dai dati georeferenziati (BD sin dalla loro nascita) che agevolano nuove forme di analisi geografica¹³.

Secondo la suddivisione proposta da Kitchin, i *Big Data* sono prodotti in tre modi principali: con sistemi diretti, automatici o volontari. In tutti questi casi, emerge chiaramente il legame fra Uomo e macchina, la regione ove si forgia il concetto primigenio di progetto e dunque la progettualità. Rispetto alla macchina, l'Uomo ha in più ciò che definiremmo immaginazione, quella capacità, per intendersi, che consente alla nostra specie di intuire i collegamenti, pur saltando qualche algoritmo. Ad esempio, una interessante intuizione ha portato all'ideazione delle ANN (Sucharita, 2017)¹⁴ che sostanzialmente imitano le connessioni neurali umane.

Osservazioni conclusive

Alla luce delle considerazioni fatte sui DB, appare evidente la necessità di impiegare strumenti più evoluti di quelli impiegati sino ad ora. La capacità predittiva del progetto dipenderà sempre più dall'integrazione dei dati stessi all'interno di un'elaborazione. La gestione, ad esempio, di immensi spazi quali i bacini fluviali è fra le migliori argomentazioni in favore di detta integrazione. Un oggetto geografico quale il fiume Colorado, a tal segno sfruttato



06 | Dove finisce il Colorado. Fotografia di Pete McBride, National Geographic
Where Colorado river ends. Photography by Pete McBride for National Geographic

da veder ridotte le dimensioni: «Le acque del Colorado vengono sfruttate così tanto per scopi agricoli, industriali e municipali che di rado raggiunge il suo delta e il Golfo della California. Circa un decimo del corso originario del fiume arriva oggi fino in Messico, ma gran parte di quest'acqua viene utilizzata a sua volta per l'agricoltura e per alimentare le città a sud del confine USA.» (nationalgeographic.it/).

Il lavoro della tecnologia richiede, oggi, ulteriori capacità predittive: «la Tecnologia, in questi quaranta anni, ha sempre svolto una funzione vitale ed essenziale di mediazione interdisciplinare o transdisciplinare fra molti campi di sapere scientifico e l'architettura, recuperando l'ideale eclettico rinascimentale del costruire civile e del suo progetto.» (Matteoli e Peretti, 2013, p. 42). Quanto sinora descritto è, ovviamente, una piccola parte degli esempi possibili di cambiamenti paralleli. Non solo la progettazione assistita da strumentazioni informatiche, ma anche, come si è accennato sopra, la consapevolezza ambientale già presente nell'antichità (Weeber, 1991) possono generare modelli integrati di approccio al territorio, laddove l'integrazione è quella fra tecnologia e scienze umane.

Difficile, pertanto, indicare un solo background culturale, un solo tema od un solo tradizionale approccio metodologico; più ragionevole appare, invece suggerire un punto di vista condiviso, un'architettura geografica del progetto che accolga modelli e dibattiti ed espliciti la propria metodologia attraverso esempi concreti: quelli territoriali.

NOTE

¹ mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html
abitare.it/it/architettura/progetti/2015/08/21/decaarchitecture-voronoi-corrals/?refresh_ce-cp

these cases, the link between man and machine, the region where the first concept of design and therefore designability, emerges clearly. By comparison to machines, man has the advantage of having what we call imagination, that capacity that allows our species to sense links, even while skipping the occasional algorithm. For example, an interesting intuition led to the concept of the ANN (Sucharita, 2017)¹⁴ which substantially imitate human neural connections.

Conclusive observations

In the light of the consideration on DB, it seems evident that there is a need to use more evolved tools than those used up to now. The predictive capacity of design will always depend increasingly on the integration of the data in a process. The management, for example, of immense spaces, such as river basins, is

among the best argumentations in favour of said integration. A geographic object such as the Colorado River, exploited so much that its size has been reduced: "The waters of the Colorado are exploited so much for agricultural, industrial and municipal purposes that they rarely reach the delta and the Gulf of California. About a tenth of the original course of the river now reaches Mexico, but most of this water is used for agriculture and to feed the cities south of the US border." (nationalgeographic.it/).

The technological work requires further predictive capacities: "in the last forty years, Technology has always played a vital and essential role in interdisciplinary or transdisciplinary mediation between numerous fields of scientific knowledge and architecture, recovering the eclectic renaissance ideal of civil construction and its design." (Matteoli and Peretti, 2013, p. 42). That

² Non si può non rammentare, a proposito di diffusione dei modelli, il disegno topografico del *Grid System* statunitense, per il quale si rimanda al contributo di Bellezza (1989).

³ cfr anche quanto osservato dalla Daglio (2014, *passim*).

⁴ «Per vasca di laminazione si intende un'opera idraulica volta alla realizzazione di un ampio bacino scavato in profondità per permettere il contenimento delle acque che, in caso di piena, il fiume non è in grado di contenere nel suo alveo.» (comune.senago.mi.it).

⁵ «[...] già in passato si sono verificati casi di straripamento delle acque del Seveso, tanto che sin dal 1954 venne progettato e successivamente realizzato, il Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO) che parte da Palazzolo Milanese facendo deviare il flusso delle acque del Seveso (con una portata di 30mc/s) fino al deviatore Olona, altra opera idraulica nel territorio di Settimo Milanese. L'urbanizzazione ed il consumo di suolo degli ultimi cinquant'anni, soprattutto nella Brianza e nel Nord Milano, hanno fatto sì che i terreni si impermeabilizzassero, provocando un aumento frequente delle esondazioni [...]. LAIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po) [...] ha presentato, nel giugno del 2011, uno studio di fattibilità che prevede la realizzazione di vasche di laminazione nei Comuni di Senago, Paderno Dugnano, Varedo e Lentate sul Seveso. [...] Da quando la Regione ha fatto la scelta di procedere con la progettazione delle vasche di laminazione, [...] più volte le Amministrazioni senaghesi di ogni colore politico hanno sollevato contrarietà alla scelta tecnico-politica della Regione, fino a sollevare eccezioni di efficienza e di danno ambientale [...] per la contaminazione della falda acquifera che disterebbe pochi metri dall'invaso sul cui fondo ristagnerebbero i residui inquinanti delle acque del Seveso.» (comune.senago.mi.it/pubblicazioni/Informazioni_M/Informazioni_M_Dettaglio.asp?ID_M=560&ID=416)

⁶ Si veda l'interessante documentazione fotografica e filmica al sito: footage.framepool.com/it/shot/993857002-coolidge-dam-gila-river-diga-di-sbarramento-centrale-idroelettrica

⁷ «Coolidge, Calvin - Trentesimo presidente degli USA (Plymouth Notch,

described so far is, obviously, a small part of the possible examples of parallel change. Not only design assisted by IT tools, but also, as mentioned above, the environmental awareness already possessed in ancient times (Weeber, 1991) can generate integrates models of approach to the territory, where integration is that between technology and human science.

It is difficult, therefore, to indicate just one cultural background, just one theme or one traditional methodological approach; it seems more reasonable, instead, to suggest a shared point of view, a geographic architecture of design which collects models and debates and explains its methodology in tangible examples: at territorial level.

NOTES

¹ mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html

abitare.it/it/architettura/progetti/2015/08/21/decaarchitecture-voronoi-corrals/?refresh_ce-cp

² As regards the dissemination of models, it is essential to remember the topographic design of the US *Grid System*, for which reference can be made to the contribution of Bellezza (1989).

³ Cf also that observed by Daglio (2014, *passim*).

⁴ "The lamination tank is a hydraulic element for the creation of a large basin dug deep into the ground to contain water which, in the case of a dramatic rise in level, the river is unable to maintain within its bed." (comune.senago.mi.it).

⁵ «[...] in the past there have been cases in which the waters of the Seveso have overflowed, so much so that, in 1954, the Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO), which runs from Palazzolo Milanese, was designed and subse-

Vermont, 1872 -Northampton, Mass., 1933). (1929)» (treccani.it/enciclopedia/calvin-coolidge/).

⁸ L'Autrice dedica parte della sua narrazione (incentrata sulla storia della Grande Depressione) alla questione dell'intitolazione dei grandi progetti, macroscopica espressione antropologica dei concreti rapporti Uomo-territorio.

⁹ G.S. Candura (1964).

¹⁰ «[...] alcuni già apparsi nelle epoche greca e romana: disboscamenti feroci finalizzati al legname per le flotte o alla creazione di campi agricoli; intense estrazioni minerarie; forme di proto-inquinamento; stragi di animali selvatici negli anfiteatri (ad esempio, gli 11.000 animali sterminati, in soli 123 giorni, per festeggiare la vittoria di Traiano in Dacia)» (Selvaggi, 2002, p. 22).

¹¹ D'ora in poi, BD.

¹² «Un petabyte equivale a un milione di gigabyte» (fastweb.it/internet/le-unita-di-misura-di-internet/).

¹³ Ovviamente, per il suo naturale legame con la cartografia, la Geografia è un ideale incubatrice di BD, specialmente ove compia studi a scala planetaria e ancor più evidentemente nelle presentazioni didattiche dei vari fenomeni, illustrati a partire da un planisfero. Molto comune è anche l'impiego di BD in Geografia fisica, ove è facilmente comprensibile la progettualità con la gestione del territorio ad esempio allo scopo di gestire le catastrofi naturali (Shelton et al., 2014). È, dunque, quello dei BD uno degli ambiti nei quali meglio si possono cogliere e comprendere (leggi catalogare) i profondi legami fra Geografia e Tecnologia dell'Architettura.

¹⁴ «Artificial neural networks (ANN) are computational models inspired by and designed to simulate biological nervous systems that are capable of performing specific information-processing [...] Researchers in a variety of disciplines including engineering, psychology, mathematics, and physics have contributed to the explosive growth in the field that has continued to this day.» (Sucharita, 2017, p. 4).

quently built, deviating the flow of the Seveso (with a capacity of 30m³/s) to the Olona distributary, another hydraulic element in the Settimo Milanese area. Urbanisation and ground use in the last fifty years, especially in Brianza and North Milan, have caused the impermeabilization of the soils and a frequent increase in overflowing [...]. In June 2011, the AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po) [...] presented a feasibility study which envisages the construction of lamination tanks in the municipalities of Senago, Paderno Dugnano, Varedo and Lentate sul Seveso. [...] Since the Regional Authority decided to go ahead with the design of lamination tanks, [...] on several occasions the Administrations of Senago, whatever their political stance, have opposed the Region's technical political decision, even raising objections in relation to efficiency

and environmental damage [...] for the contamination of the water table near the tank, the bottom of which is polluted with stagnating residues from the waters of the Seveso.

(comune.senago.mi.it/publicazioni/Informazioni_M/Informazioni_M_Dettaglio.asp?ID_M=560&ID=416)

⁶ Interesting photographic and filmic documentation can be found at: footage.framepool.com/it/shot/993857002-coolidge-dam-gila-river-diga-di-sbarramento-centrale-idroelettrica

⁷ "Coolidge, Calvin - Thirtieth president of the United States (Plymouth Notch, Vermont, 1872 -Northampton, Mass., 1933). (1929)» (treccani.it/enciclopedia/calvin-coolidge/).

⁸ The Author dedicates part of its narration (centred on the story of the Great Depression) to the question of the titles given to big projects, macroscopic an-

REFERENCES

Autorità di Bacino del Fiume Po (s.d.), *Verifiche tecniche delle vasche di laminazione sugli affluenti del Po*, Progetto SISMA (Stabilità all'Input Sismico dei Manufatti Artigianali).

Bellezza, S. (1989), "Il Grid System degli USA: presupposti storici e conseguenze geografiche", *Semestrale di Studi e ricerche di geografia*, Vol. 1-2, p. 91.

Bevilacqua, P. (2001), *Demetra e Clio: uomini e ambiente nella storia*, Donzelli, Roma.

Candura, A.R., De Paoli, O. (2011), "Classificazione di aree periurbane per interventi ambientali", *Atti 15a Conf. Naz. ASITA*, pp. 581-590.

Candura, A.R., De Paoli, O. (2006), "I mulini idraulici: indicatori di una risorsa", *Atti del Primo Congresso Internazionale Blu+verde. Acqua e vegetazione: risorse per l'ambiente costruito*, Libreria CLUP, Milano, pp. 107-112.

Candura, G.S. (1964), *Lezioni di ecologia attuale*, Edizioni universitarie, Bari, 1964.

Daglio, L. (2014), *Abitare con l'acqua. Soluzioni e strategie per il progetto sostenibile*, Maggioli, Rimini.

Del Nord, R. (2013), "Rinnovare i modelli di processo con la progettazione digitale multidisciplinare", *Techne*, Vol. 6, pp. 22-27.

De Paoli O., Candura, A.R. (2011), "Aree periurbane ed espansione edilizia", *Boll. Ass. It. Cartografia*, Vol. 143, pp. 111-126.

Dick, P.K. (1997), *Formiche elettriche*, Mondadori, Milano.

Francesce, D. (2015), "Water and Mediterranean Construction: How to Build a Soft and Clean Future", *Sustainable Mediterranean Construction*, Vol. 2, pp. 3-4.

Kitchin, R. (2017), "Big Data", in (cit.) *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Wiley, Hoboken, NJ, pp. 1-3.

Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*, SAGE, London.

thropological expression of tangible man-territory relations.

⁹ G.S. Candura (1964).

¹⁰ "[...] some which already appeared in Greek and Roman times: severe deforestation to create timber for ships r create agricultural fields; intense mining and quarrying; forms of proto-pollution; massacres of wild animals in amphitheatres (e.g.: 11,000 animals killed, in just 123 days, to celebrate the victory of Trajan in Dacia)" (Selvaggi, 2002, p. 22).

¹¹ Hereinafter, BD.

¹² "One petabyte equals one million gigabytes" (fastweb.it/internet/le-unita-di-misura-di-internet/).

¹³ Obviously, due to its natural link with mapping, Geography is an ideal incubator for BD, especially where it carries out planetary studies, and even more evidently in the educational presentations of the various phenomena, illus-

trated starting from a planisphere. Also very common is the use of BD in physical geography, where designability is easily understandable, with management of the territory, with the aim, for example, of managing natural disasters (Shelton et al, 2014). Therefore, BD is one of the areas in which it is easiest to grasp and understand (catalogue) the profound links between Geography and the Technology of Architecture.

¹⁴ "Artificial neural networks (ANN) are computational models inspired by and designed to simulate biological nervous systems that are capable of performing specific information-processing [...] Researchers in a variety of disciplines including engineering, psychology, mathematics, and physics have contributed to the explosive growth in the field that has continued to this day." (Sucharita, 2017, p. 4).

- Landini, P. (1999) "Paesaggio e Trans-Scalarità", *Boll. Soc. Geografica It.*, Vol. IV, pp. 319-325.
- Losasso, M. (2011), "Il progetto come prodotto di ricerca scientifica", *Tecnhe*, Vol. 2, pp. 78-58.
- Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione", *Tecnhe*, Vol. 10, pp. 4-5.
- Losasso, M. (2016), "Infrastrutture per la città, il territorio, l'ambiente", *Tecnhe*, Vol. 11, pp. 4-5.
- Matteoli, L., Peretti, G. (2013) "Quaranta anni di attenzione all'ambiente nella Tecnologia dell'Architettura", *Tecnhe*, Vol. 5, pp. 35-43.
- Matteoli, L., Pagani, R. (Eds.) (2009), "Cityfutures", *Atti della conferenza MADE/SITdA*, Hoepli, Milano.
- Matteoli L., Peretti G. et al. (1981), *Energia progetto: compendio per la progettazione energeticamente coerente di edilizia residenziale per i seminari di informazione dell'Unione Piemontese Sviluppo Edilizio*, Celid, Torino.
- Nardi, G. (2003), *Percorsi di un pensiero progettuale*, Clup, Milano.
- Peretti, G. (2011), "Tecnologia dell'Architettura: la disciplina per la definizione futura di un manifesto", *Tecnhe*, Vol. 2, pp 32-43.
- Peretti, G. (1997), *Verso l'ecotecnologia in architettura*, BEMA, Milano.
- Richardson, D. (Editor-in-Chief), Castree, N. (Co-Editor), Goodchild, M. F. (Co-Editor), Kobayashi, A. (Co-Editor), Liu, W. (Co-Editor), Marston, R.A. (Co-Editor), (2017), *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Wiley, Hoboken, NJ.
- Schiaffonati, F., Mussinelli, E. (2008), *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, Maggioli, Rimini.
- Selvaggi, D. (2002), "Bottiglie rotte su Marte L'egoismo della specie umana e la cura ecologica", *Aperture*, Vol. 13, pp. 12-29.
- Shelton, T., Poorthuis, A., Graham, M. and Zook, M. (2014), "Mapping the Data Shadows of Hurricane Sandy: Uncovering the sociospatial dimensions of 'bigdata'", *Geoforum*, Vol. 52, pp. 167-179.
- Shlaes, A. (2011), *Luomo dimenticato. Una nuova storia della Grande Depressione*, Feltrinelli, Milano.
- Sucharita, G. (2017), "Artificial neural networks in geospatial analysis", in (cit.) *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Wiley, Hoboken, NJ, pp. 4-6.
- Weeber, K.W. (1991), *Smog sull'Attica. I problemi ecologici dell'antichità*, Garzanti, Milano.
- Yamada, I. (2017), *Thiessen polygons*, in (cit.) *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Wiley, Hoboken, NJ, pp. 350-359.

Domenico D'Olimpio,

Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura, Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
Italia

domenico.dolimpio@uniroma1.it

Abstract. L'articolo, nell'obiettivo di individuare nuovi "modelli energetici" secondo i quali concepire le future attività di trasformazione e costruzione dell'ambiente, parte dalla descrizione dei modelli energetico-ambientali di attuale riferimento, a cominciare da quelli definiti da Reyner Banham sul finire degli anni '60 (modello conservativo, selettivo, rigenerativo, bioclimatico) per individuare i caratteri di un nuovo modello energetico congruente con le attuali istanze di efficienza energetico-ambientale degli edifici.

Parole chiave: modelli energetici, innovazione tecnologica, innovazione di prodotto, efficienza energetica, sistemi tecnologici per l'efficientamento energetico.

Premessa

A differenza di qualche decennio fa, laddove i pionieri della cultura ambientalista, sin dagli inizi degli anni '70, tracciavano scenari definendo future situazioni e condizioni ambientali che, in larga misura, restavano incomprese (per volontà politica o per effettiva incapacità di rileggere precisi meccanismi di causa-effetto nell'ambito delle modalità di realizzazione delle azioni antropiche), attualmente su alcuni aspetti della questione ambientale vi è un'ampia convergenza di ideologia e di pensiero proveniente da differenti settori: da quello specificamente tecnico-scientifico a quello politico. Nel settore delle attività di trasformazione antropica dell'ambiente costruito, l'emanazione di normative di livello comunitario che inducono e indurranno cambiamenti importanti nelle teorie progettuali da un lato, e nelle prassi tecnico-costruttive dall'altro, ne sono una significativa conferma: basti pensare alle future ricadute, sulle teorie e prassi del progetto di architettura, di normative e direttive quali l'EPBD 2 "Energy Performance of Buildings Directive"¹, che sancisce l'inizio della "nuova era" degli edifici a "energia quasi zero", laddove la terminologia intende individuare edifici ad al-

tissima prestazione energetica, caratterizzati da un fabbisogno energetico molto basso, al limite quasi nullo. Tale scenario obbliga necessariamente ad una riformulazione dei principi e delle strategie di approccio progettuale, nonché delle modalità tecnico-realizzative dell'involucro edilizio e del sistema edificio-impianto. In altri termini occorre definire nuovi "modelli energetici" secondo i quali concepire le future attività di trasformazione e costruzione dell'ambiente, modelli che devono essere in grado di recepire la moltitudine di input proveniente dalle *ecofonti*, laddove il termine "ecofonte"², individua, appunto, le sorgenti di informazione provenienti dall'ambiente (che definiscono fattori e parametri di ordine microclimatico, biofisico, antropico).

La ricerca di un nuovo modello energetico di riferimento nella teoria progettuale

I modelli energetici seguiti finora, che possono essere individuati a partire da quelli definiti da Reyner Banham³ sul finire degli anni '60 (modello conservativo, selettivo, rigenerativo) come specifici paradigmi fra loro alternativi (in quanto realizzati in funzione della specificità delle condizioni climatiche dei luoghi), devono necessariamente trovare una sovrapposizione ed una trasposizione, ai fini della formalizzazione di nuovi modelli che siano al tempo stesso "conservativi", in relazione al mantenimento, all'interno degli ambienti, di adeguate condizioni di comfort ambientale; "selettivi" nei confronti della mutevolezza delle condizioni ambientali e dei loro effetti all'interno degli spazi abitati, ovvero in grado di selezionare i flussi ambientali naturali (radiazione energetica solare, luminosità, ventilazione) funzionali alla qualità del comfort ambien-

Innovative energy and environmental standards for architecture

Abstract. The article, in order to identify new "energy models" according to which to conceive the future transformation and construction of the environment, starts from the description of current energy and environmental models, beginning with those defined by Reyner Banham on End of the 1960s (conservative, selective, regenerative, bioclimatic model) to identify the characteristics of a new energy model consistent with the current energy-environmental efficiency instances of buildings.

Keywords: energy models, technological innovation, product innovation, energy efficiency, technological systems for energy efficiency.

Introduction

With respect to several decades ago, when the forerunners of environmental culture, traced since the early 1970's, the future scenarios and defined the impact of environmental conditions

that have remained largely unacknowledged (due to political reasons or incapacity in interpreting the precise cause and effect mechanisms related to the implementation modalities of anthropic actions); at present there is instead a wide convergence of opinions and ideas concerning several aspects of environmental matters coming from different sectors ranging from the specific technical-scientific areas to those of political competence.

In the field of transformative anthropic intervention in the construction context, the issuing of EC regulations is currently leading towards significant changes both in planning theories and technical-constructive procedures. An important validation of this is represented by the future repercussions on the principles and methods of architectural projects of regulations and directives such as

the EPBD 2 "Energy Performance of Buildings Directive"¹, that represent the start of a "new era" of buildings with "nearly zero-energy". This terminology refers to buildings with a very high energy performance characterized by very low, nearly zero-energy requirements. This context urges a reformulation of the principles and planning strategies as well as the technical-constructive modalities of the building envelope and building-plant system. In other words, it is therefore necessary to define the new "energy models" on which to conceive future activities of transformation and construction of the environment; models that have to be able to comply with a considerable amount of input coming from *eco-sources*, for which the term "eco-source" means identifying the sources of information coming from the environment (that define the mi-

tale indoor; “rigenerativi”, in rapporto alla capacità di auto-generare le condizioni di comfort in funzione dell’integrazione impiantistica. I nuovi modelli energetici di riferimento dovrebbero altresì incorporare funzionalità “adattive”, attualmente implementabili attraverso l’utilizzazione di nuovi materiali, nuovi componenti edilizi ed innovative tecnologie di controllo ambientale in grado di variare autonomamente la risposta prestazionale in funzione dell’entità e del tipo della sollecitazione ambientale (intensità luminosa, livelli di temperatura, ecc.), e funzionalità “bioclimatiche”, in rapporto ad una necessaria ed ormai irrinunciabile attitudine dell’edificio all’utilizzazione delle componenti ambientali naturali (soleggiamento, ventilazione) per la realizzazione di condizioni ambientali, negli spazi confinati, il più possibile governate da principi di funzionamento naturali e a basso input energetico.

Al fine di individuare in maniera specifica i contenuti di un nuovo modello energetico da definire attraverso un improcrastinabile upgrade degli attuali modelli energetici di riferimento, occorre preliminarmente chiarire le caratteristiche funzionali e prestazionali di questi ultimi, evidenziandone la loro trasformazione e ridefinizione nelle configurazioni attuali, nonché specificandone i contenuti tecnologici alla luce delle più recenti innovazioni:

Modello energetico conservativo

È basato tradizionalmente sull’uso di strutture di involucro “massicce”⁴, in grado di assorbire e immagazzinare il calore, e del vetro come “filtro” in grado di trattenere l’energia trasmessa dal sole (effetto serra) garantendo al tempo stesso la trasparenza, secondo un funzionamento definito “conservativo” in riferimento alla “parete conservativa” di

croclimatic, biophysical and anthropic factors and parameters).

The search for a new energy model in reference to theory planning

The energy models employed up till now, that can be identified within those defined by Reyner Banham³ towards the end of the 1960’s (conservative, selective and regenerative models) as definite interchangeable standards (since achieved on the basis of specific climatic conditions of the areas), must necessarily find a superimposition and transposition in order to formalize new models that are simultaneously “conservative”, in relation to the maintenance of adequate conditions of environmental comfort within the interior spaces; “selective”, concerning the changeability of the environmental conditions and their effects within the inhabited spaces, meaning the degree

to select the natural environmental flow (solar energy radiation, brightness, ventilation) that are functional to indoor space comfort; “regenerative”, in relation with the capacity to self-generate comfort conditions depending on the plant design integration. The new reference energy models should also be able to integrate “adaptive” functions that are currently implemented by the means of employing up to date materials, building components and innovative environmental control technologies that can independently modify the performance levels in relation to the extent and type of environmental stress (light intensity, temperature levels, etc.) and “bioclimatic” functions considering the essential fact that buildings should fundamentally display characteristics that take into account natural environmental elements (sunlight exposure, ventilation) in order to create

Chatsworth, realizzata nel 1846 da Sir Joseph Paxton. È divenuto prassi consueta nella cultura tecnico-costruttiva europea. In Italia è stato il primo modello energetico specificamente sostenuto da specifiche normative: la Legge 373 del 1976 e la Legge 10 del 1991 ponevano, come obiettivo fondamentale, la conservazione, all’interno degli ambienti, delle condizioni di comfort ambientale e dell’energia termica nel periodo invernale, perseguita sia in funzione delle caratteristiche fisico-costitutive dell’involucro edilizio (trasmissione delle strutture di involucro), che in funzione delle sue connotazioni morfologiche (rapporto di forma S/V).

Modello energetico selettivo

Ha trovato in passato il suo miglior impiego nei climi umidi e caldi. Le caratteristiche peculiari del modello sono state descritte da James Marston Fitch⁵ attraverso alcuni punti fondamentali riferiti ai caratteri morfologici dell’architettura: ampie coperture leggere per riparare dal sole e dalla pioggia, porticati e balconi per la protezione delle pareti di involucro dai raggi solari e dalla pioggia, soffitti alti per maggior comfort alle elevate temperature, grandi porte e finestre per massimizzare la ventilazione, ecc. Attualmente trova applicazione in differenti contesti climatici, dal momento che si conviene che la problematica energetica e della qualità del comfort ambientale non è esclusivamente quella della conservazione di ottimali condizioni di comfort all’interno dell’edificio ma anche quella di “aprire” l’involucro edilizio all’interazione con i flussi ambientali esterni (di luce, aria, ecc.) e di filtrare gli effetti delle condizioni ambientali outdoor verso gli spazi abitati.

the environmental conditions in the adjoining spaces most possibly directed by natural principles and with low energy input.

To specifically identify and define the requirements of the new energy model, it is imperative to upgrade the current reference energy models and preliminarily clarify the functional and performance elements while also highlighting their transformation and redefinition within the present configuration besides indicating their technological contents in view of the latest innovations.

Conservative energy model

It is traditionally based on the use of “massive”⁴ building envelope structures that are able to absorb and store heat, and the use of glass as “filter” that can retain the sun’s energy (greenhouse effect) guaranteeing at the same time transparency, according to a functionality de-

finied as “conservative” in reference to Chatsworth’s “conservative wall” made in 1846 by Sir Joseph Paxton. It has become a settled practice in the European technical building culture. In Italy, it represented the first energy model specifically supported by a proper legislation (Law 373/1976 and Law 10/1991) with the main purpose of preserving environmental comfort and thermal energy within the interior space during the winter season, attainable both in function of the physical-constructive features of the building envelope (building envelope transmittance) and the morphological characteristics (S/V ratio).

Selective energy model

In the past, it was most efficiently used in humid and hot climates. The distinctive traits of this model have been described by James Marston Fitch (5) by the means of several fundamental points referring

Modello energetico rigenerativo

Si è sviluppato con l'introduzione dell'elettricità per uso domestico (1882) e si basa sull'uso di sistemi impiantistici per il controllo della qualità del comfort ambientale e dei suoi parametri fisico-tecnici (temperatura, umidità dell'aria, ecc.). L'uso esclusivo del modello rigenerativo, ovvero dell'uso delle attrezzature e dei sistemi impiantistici per la realizzazione, all'interno degli ambienti, di ottimali condizioni di comfort a prescindere dalle specificità localizzative e climatiche, attualmente non è più accettabile sotto il profilo tecnico e culturale. In funzione dell'utilizzazione degli impianti per la produzione energetica da fonte rinnovabile, può attualmente essere ridefinito in rapporto all'obiettivo di "rigenerazione" dell'energia metabolicamente utilizzata e consumata dall'edificio e, pertanto, in funzione dell'utilizzazione di sistemi e impianti per la produzione energetica da fonte rinnovabile.

Modello energetico adattivo

Nella cultura del costruire può individuarsi in una sovrapposizione tra il modello conservativo e quello selettivo: l'obiettivo è la realizzazione di edifici in grado di adattarsi alle modificazioni ed alle variazioni climatiche e ambientali determinate dai cicli stagionali. Trova differenti punti di collimazione con il modello bioclimatico. L'attuale scenario dell'innovazione tecnologica sta consentendo, attualmente, lo sviluppo di soluzioni e tecnologie in grado di definire un funzionamento adattivo dell'involucro edilizio, ovvero un autonomo adeguamento prestazionale dei componenti edilizi, dei sistemi impiantistici e della regolazione climatica più in generale, in funzione della specificità della sollecitazione ambientale del momento e

to the morpho typological architectural features: large light roofs used for sun and rain protection, porches and balconies for the protection of the wall envelopes from sun and rain, high ceilings for more comfort in case of high temperatures, large doors and windows to maximise ventilation etc. Its current application can be found in various climate contexts, since it is more convenient that the energy problems and the quality of environmental comfort are not solely ascribable in preserving optimal indoor comfort conditions, but also to "open" the building envelope towards the interaction with the external environmental flow (light, air, etc.) and filter the effects of outdoor environmental conditions towards the inhabited spaces.

Regenerative energy model

It was developed with the introduction of household electricity (1882)

and is based on the use of plant systems for the control of environmental comfort quality and of their physical and technical parameters (temperature, air humidity, etc.). The sole use of the regenerative model along with the equipment and plant systems to create optimal conditions of comfort within the interior space regardless of specific location and climate, is no longer acceptable today under a technical and cultural viewpoint. Depending on how the energy production plants from renewable sources are employed, it can now be redefined in relation to the aim of "regenerating" the energy that is "metabolically" used and consumed in the building, therefore in function of the use in systems and plants for energy production from renewable sources.

Adaptive energy model

In the building culture, there can be

delle condizioni di comfort desiderate e/o programmate.

In tale direzione, la building automation, ad esempio, costituisce una importante frontiera di ricerca e di sviluppo tecnologico e applicativo.

Modello energetico bioclimatico

Utilizza l'azione e gli effetti delle componenti ambientali di livello microclimatico (soleggiamento, ventilazione, umidità dell'aria) per realizzare, attraverso principi di funzionamento naturali, sistemi in grado di provvedere alle esigenze energetiche e di comfort ambientale dell'edificio, sia nel periodo invernale che in quello estivo. Ha trovato specifica formalizzazione grazie all'opera di ricercatori come V.Olgay e, successivamente, di R. Knowles, E. Mazria ed altri. Attualmente trova frequenti interrelazioni, di differente natura, con gli altri modelli energetici, con i quali deve integrarsi per superare le problematiche di regolazione che spesso lo caratterizzano e l'eccessiva dipendenza da specifiche e favorevoli condizioni di attuazione di livello climatico-ambientale (qualità e quantità del soleggiamento diretto, intensità e direzione dei venti, ecc.).


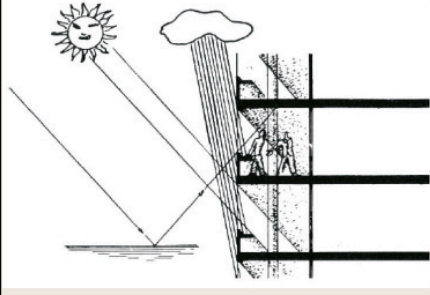
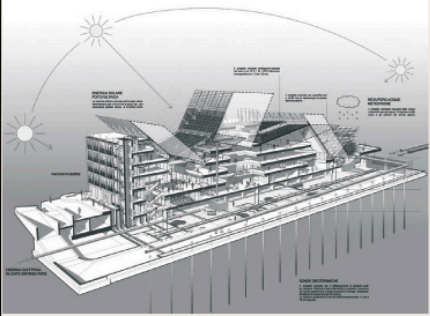
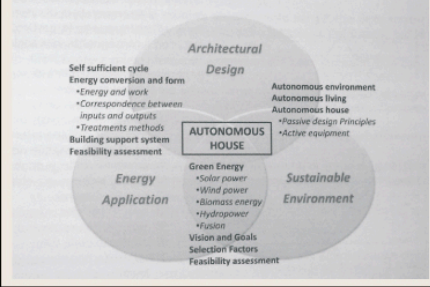
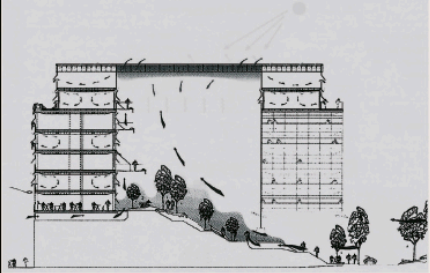
Il raggiungimento dell'obiettivo di realizzazione di edifici ad "energia quasi zero", passa pertanto attraverso la definizione di un nuovo modello energetico caratterizzato dalla mutua interazione delle caratteristiche peculiari dei paradigmi energetico-ambientali declinati, in maniera tale da sopperire ai punti deboli e di inefficienza che tali modelli energetici presentano singolarmente e da poter costituire un supporto teorico-strumentale alla progettazione in grado di condurre alla definizione di organismi edilizi in grado di conservare nel proprio interno adeguate con-

an overlaying of the conservative and selective models; the aim is to construct buildings capable of adapting to climate and environmental changes determined by the seasonal cycles. This model has several points that match the bioclimatic model. Today's scenario in technological innovation is currently allowing the development of solutions and technologies that can define an adaptive functioning of the building envelope, in other words, an independent performance adaption of the building components, plant systems and, generally speaking, climate regulation in function of the specific environmental stress at the present moment and of the planned and/or desired comfort conditions.

For example, under this perspective, building automation represents an important frontier in technological and application research and development.

Bioclimatic energy model

The bioclimatic energy model employs the actions and effects of the environmental elements at a microclimatic level (sunshine, ventilation, air humidity) to achieve systems that can provide for the energy requirements and environmental comfort of buildings according to the principles of natural mechanisms both during the winter and summer seasons. This model has been specifically formalized thanks to the work of researchers such as V. Olgay, and later R. Knowles, E. Mazria and others. At present, it finds frequent correlations and integrations with other energy models of various types, in order to overcome the adjustment problems that often characterize the extreme dependency of specific and favourable implementation conditions of climatic-environmental level (direct sunlight quality and quantity, wind intensity and direction, etc.).

ENERGY MODELS		
TYPE OF FUNCTIONALITY	REFERENCE / EXAMPLE	DEFINITIONS AND SOURCES
Conservative		<p>The Conservative Wall at Chatsworth (1846); Sir Joseph Paxton</p> <p>The structure, m 91 in length, allows the preservation of optimal micro-climatic conditions for the cultivation of figs, peaches, nectarines, apricots and various shrubs, from the unpredictable weather Derbyshire.</p> <p>From: https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Paxton</p>
Selective		<p>Solar lighting of the Quartier La Marine skyscraper; Le Corbusier (1938-1942)</p> <p>Diagrams for the control of solar irradiation conditions</p> <p>From: LC Ouvre Complete; Tome V, 1946-1952</p>
Regenerative		<p>MUSE - Science Museum of Trento (2013); Renzo Piano Building Workshop</p> <p>Regenerative systems provided: Photovoltaic systems for the production of electricity; Geothermal Installations for the production of thermal energy; Trigeneration; Recovery of rainwater</p> <p>From: http://www.promozioneacciaio.it/cms/it5832-muse-museo-delle-scienze-di-trento.asp#prettyPhoto[disegni]/5/</p>
Adaptive		<p>Features of the Autonomous House (Shang-Yuan Chen reworking, 2009)</p> <p>From: Pierucci A., Dell'Osso Guido R. (2013), Building Automation e Sostenibilità in Edilizia, Rimini, Maggioli Editore.</p>
Bioclimatic		<p>Offices and Housing, Postdamer Platz, Berlin (1992); Richard Rogers Partnership</p> <p>Diagram of bioclimatic</p> <p>From: Herzog, T., Kaiser, N., & Volz, M. (1996), Solar energy in architecture and urban planning, Munich, Prestel.</p>

01 | Riepilogo esemplificativo dei modelli energetici tradizionali
 Summary example of traditional energy models

zioni di comfort ambientale, di selezionare e/o stabilire una conveniente sinergia con i flussi climatico-ambientali esterni, di rigenerare la qualità del comfort ambientale indoor attraverso specifici impianti integrati all'edificio stesso e funzionanti con fonti energetiche rinnovabili, di adattarsi ai cambiamenti delle condizioni climatiche generali (di tipo stagionale) e microclimatiche locali (riferite al periodo anche giornaliero) attraverso una variazione della tipologia e dei livelli prestazionali offerti, di utilizzare convenientemente i flussi ambientali naturali (sole e vento essenzialmente) nell'ambito di specifiche funzionalità bioclimatiche finalizzate alla riduzione dei fabbisogni energetici dell'edificio e quindi degli input energetici richiesti.

In altri termini il modello energetico da perseguire ai fini di dare concrete risposte alle attuali istanze normative, ambientali ed energetiche, diviene un modello che rifugge dalle specifiche categorizzazioni funzionali dei modelli energetici tradizionali, un modello "deviante" (dai paradigmi energetici convenzionali) in grado di incorporare multifunzionalità e di fornire quindi risposte efficaci sui differenti livelli ed aspetti, sopra descritti, della problematica energetica: un "modello energetico-ambientale multifunzionale".

Prassi tecnico-realizzative nell'attuazione del futuro modello energetico

Dal punto di vista specificamente operativo, le prassi tecnico-realizzative correlate alla concreta attuazione dei nuovi assetti e delle nuove funzionalità di livello energetico-ambientale, richiedono innovazioni che coinvolgono necessariamente prodotti e processi. Per perseguire tali innovazioni occorrono spinte di tipo *demand pull* e di tipo *research push*, ovvero spinte che nascono da un lato dall'esigenza che si deve soddisfare e che conduco-

Therefore, in achieving the goal of constructing a "nearly zero-energy" building, this implies defining a new energy model characterized by the mutual interaction of specific features and energy-environmental standards as mentioned. This must be done in such way to overcome the weak points and inefficiencies of these energy models individually in order to create a theoretical-instrumental framework for a project planning capable of leading towards the definition of building structures that can preserve internally adequate environmental comfort conditions, select and/or establish convenient synergies with the external climatic-environmental flow, regenerate the indoor environmental comfort by the means of specific plants integrated in the building and functional with renewable energy sources adaptable to the general weather changes (seasonal) and localized mi-

croclimates (referred to a daily period). All this by means of varying the typology and performance levels offered to conveniently employ the natural environmental flow (mainly sun and wind) within the specific bioclimatic functions aimed towards the decrease of the energy requirements of the building and therefore of the energy input demand. The energy model to develop in order to effectively meet the current law, environmental and energy requirements becomes a framework that eludes the specific functional categorization of traditional energy models, in other words it "diverges" from the conventional energy standards in a model that can incorporate multifunctionalities and therefore provide an efficient response on different levels and aspects, as previously mentioned, of the energy problem in the form of a "multifunctional energy-environmental model".

no verso la concezione di nuovi materiali, nuovi prodotti e nuovi processi, e dall'altro dalla ricerca scientifica e dall'applicazione dei risultati della ricerca nell'obiettivo di formalizzare i nuovi materiali, i nuovi prodotti ed i nuovi processi. In questa direzione, differenti sono gli scenari innovativi, nella produzione edilizia, in fase di costante evoluzione: da quello della building automation, attraverso la quale è possibile realizzare un controllo automatico delle condizioni ambientali conferendo al sistema edificio-impianto fondamentali funzionalità di tipo adattivo, a quello delle nanotecnologie per l'edilizia che, intervenendo su scala nanometrica, sta portando alla definizione di nuovi materiali con caratteristiche prestazionali potenziate e multifunzionali; da quello degli impianti di produzione dell'energia, sempre più incentrato su sistemi e tecnologie di produzione energetica da fonte rinnovabile che vanno oramai al di là dei convenzionali sistemi fotovoltaici o solari termici (come dimostra il costante sviluppo avuto recentemente dalle tecnologie microeoliche integrabili agli edifici, dai sistemi piezoelettrici in grado di produrre energia dal movimento, ecc.), a quello della prefabbricazione, che propone costantemente nuovi componenti edilizi in grado di costituire soluzioni di involucro già predefinite, capaci di rispondere alla richieste prestazionali espresse dalla normativa (valori di trasmittanza, di trasmittanza termica periodica, di massa superficiale, di riflettanza, ecc.), nonché spesso caratterizzati da elevate capacità di integrazione con altre tecnologie costruttive.

Volendo tracciare un quadro sinottico dei sistemi tecnologici, dei componenti e dei materiali, esclusivamente riferiti al campo dell'innovazione tecnologica della produzione edilizia, che risultano funzionali a quegli obiettivi dei differenti modelli energetici che possono essere ricollocati in un nuovo modello energetico

Technical-constructive procedures in implementing the future energy model

From a specifically operative perspective, the technical-constructive procedures linked to the effective implementation of a new structure and functionality of the energy-environmental level, require innovations that necessarily concern products and processes. To pursue such innovations, it is necessary to have *demand pull* and *research push* type incentives, in other words incentives that arise from the need to conceive new materials, products and processes on one hand, and on the other the application of the results of scientific research in the objective of formalizing innovative materials, products and processes. There are different innovation scenarios in the construction industry that are constantly evolving in this direction: from building

automation from which it is possible to achieve an automatic control of the environmental conditions conferring an adaptive type functionality to the building-plant system; nanotechnologies for buildings on nanometric scale, leading to the definition of new materials with multifunctional upgraded performance features; energy production plants ever more focused on energy production systems and technologies from renewable sources that by now go beyond the conventional photovoltaic or thermal solar systems (as proved by the recent constant development of building integrated micro wind powered technologies, from piezoelectric systems able to produce kinetic energy, etc.); to prefabrication that continuously offers new building components that can represent standard building envelope solutions that can comply with the performance demands required

**SISTEMI TECNOLOGICI, COMPONENTI E MATERIALI INNOVATIVI
PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI**

TIPOLOGIA DELLA FUNZIONALITÀ'	SISTEMI TECNOLOGICI	COMPONENTI EDILIZI E MATERIALI DI ULTIMA GENERAZIONE
Conservativa	Sistemi di isolamento termico (in parete, copertura, sottofondazione) Sistemi di implementazione della massa termica (frontale, in ambiente) Green roof Cool roof	Componenti per l'involucro edilizio con isolamento integrato (laterizi ed elementi in cls, integrati con perlite espansa, polistirene, polistirolo, ecc.) Pannelli isolanti in aerogel Vacuum insulation panel (VIP) Isolanti sottili multiriflettenti Vernici e coating isolanti Vernici e coating riflettenti
Selettiva	Sistemi di parete ventilata e microventilata Sistemi di copertura ventilata e microventilata Sistemi di protezione e controllo solare esterni (fissi e mobili) Sistemi vetrati a riflessione della luce (sistemi vetrati con schermature solari integrate; con lamelle riflettenti; light shelf, sistemi anidolici)	Vetri selettivi di tipo basso-emissivo Vetri a basso fattore solare Vetri a selettività angolare (vetri prismatici, pannelli a taglio laser) Transparent insulation materials (TIM)
Rigenerativa	Impianti solari FV per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile Impianti solari termici e termodinamici per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile Impianti microeolici integrabili agli edifici per la produzione energetica da fonte rinnovabile Impianti geotermici per la produzione energetica da fonte rinnovabile Impianti a biomassa per la produzione energetica da fonte rinnovabile (caldaie, cogenerazione, pirogassificazione) Sistemi a pompa di calore (elettrica, a gas), per la produzione energetica da fonte rinnovabile. Impianti di ventilazione meccanica controllata	
Adattiva	Sistemi di building automation per il controllo degli impianti e dei sistemi tecnologici in generale Sistemi di schermatura mobili Sistemi di isolamento dinamico	Vetri e dispositivi cromogenici (vetri fotocromici, elettrocromici, gasocromici, termocromici, termotropici, a cristalli liquidi) Frangisole mobili comandati da sensori Materiali a cambiamento di fase (PCM, ecc.)
Bioclimatica	Sistemi solari passivi a guadagno diretto (con vetrate e massa termica interna all'ambiente), indiretto (muri solari, serre solari, ecc.), isolato (collettori solari ad aria integrati in facciata, ecc.) Sistemi passivi per il raffrescamento degli ambienti, diretti (con intervento diretto sulla indoor air quality, raffrescamento evaporativo, ecc.) e indiretti (raffrescamento radiativo, ecc.)	

02 | Quadro sinottico dei sistemi tecnologici, dei componenti e dei materiali innovativi convenientemente utilizzabili per l'efficientamento energetico degli edifici.

Overview of the technological systems, innovative components, and materials opportunely usable to maximize energy in buildings.

by law (transmittance values, periodic thermal transmittance, surface mass, reflectivity, etc.), as well characterized by high integration capacity with other constructive technologies.

For the purpose of outlining an overview of the technological systems, components and materials exclusively referring to the field of building technologi-

cal innovation that result functional to the aims of the different energy models that can be placed again in a new reference energy model, a classification can be attempted on the basis of the effects and functionalities of the correlated conservative, selective, regenerative, adaptive and bioclimatic types according to the following summarized table.

The achievement of a "multifunctional energy-environmental model" implies the coexistence, synergy and interaction of different technological systems, innovative components and materials among those classified (without the pretense of providing here an in-depth classification) as shown in Table 1; systems, components and materials that

can "inform" and direct the project development not only from a technical and technological viewpoint, but also under a more formal and specifically architectural perspective as evidently shown in the current technological research applied in building components aimed in defining an increasing integration of the technological

di riferimento, si può tentare una loro classificazione in ragione degli effetti e delle funzionalità di tipo conservativo, selettivo, rigenerativo, adattivo e bioclimatico, alle quali sono correlati, secondo quanto riepilogato nel seguente quadro sinottico.

Il perseguimento di un *modello energetico-ambientale multifunzionale* comporta la compresenza, la sinergia e l'interazione di differenti sistemi tecnologici, componenti e materiali innovativi, tra quelli classificati (senza la pretesa di esaustività della classificazione) nella tabella illustrata; sistemi, componenti e materiali in grado di "informare" e indirizzare lo sviluppo del progetto non solo dal punto di vista tecnico e tecnologico, ma anche sotto l'aspetto formale e specificamente architettonico, così come risulta evidente nella attuale ricerca tecnologica applicata alla componentistica edilizia, volta alla definizione di una sempre maggiore integrazione dei sistemi e dei componenti tecnologici nel progetto e nel disegno dell'architettura (con particolare riferimento alla costante innovazione tecno-tipo-morfologica dei componenti di involucro, opachi e trasparenti).

Problematiche di attuazione e linee conclusive

Molte delle opzioni tecniche e tecnologiche riportate nella tabella sinottica riepilogativa dei sistemi tecnologici, dei componenti e dei materiali innovativi convenientemente utilizzabili per l'efficientamento energetico degli edifici, risultano attualmente caratterizzate da un basso livello di utilizzazione, correlato a diversificate problematiche, di ordine culturale, economico, di disponibilità dei prodotti sul mercato, di una non omogenea preparazione tecnica, tra gli operatori del settore, per una loro adeguata utilizzazione e realizzazione. Ciò rientra in quella problematica di

component systems of the project and architectural design (with special reference to the constant technological and morphological type of innovation in the opaque and transparent structure components).

Implementation issues and conclusions

Many of the technical and technological options described in the summarized overview (Table 1) of the technological systems, innovative components and materials opportunely usable to maximize energy in buildings, are characterized today by a low level of use and implementation in connection with the various types of difficulties concerning cultural and economic aspects, availability of products on the market, unequal technical preparation among the specialized personnel. These are factors that are part

of the cultural inertia and technical-procedural problems, that distinguish the construction industry sector, where product and process innovations slowly permeate the technical-constructive practice in building production. A relevant problem concerns the fact that the new EC legislation, however transposed in Italy with the issuing of several laws⁶, requires the capacity of the production system within the building industry to rapidly elaborate new reference theories and models that can overcome the technical-procedural constraints and rapidly respond to the diffusion of the technical-constructive procedures, technical and technological solutions congruent with the new law and planning requirements. At this stage this represents a problem of no small matter: the obligation to plan and construct "nearly zero-energy" buildings by the end of 2018 for pub-

lic constructions and by the start of 2021 for the private ones, and the low degree of use and implementation of the more functional technical devices and systems in achieving the "nearly zero-energy" objective constitutes an important indicator respect to the specific sector to positively, efficiently and promptly respond to requests of the issued legislation. Now it is not sufficient anymore the diffusion of some plant systems for energy production from renewable sources (mainly solar technologies, and in lesser degree biomass energy production) and building envelope technical-constructive solutions, even though sustained by strong incentive policies in economic terms concerning energy production technologies (special rates, green certificates, etc.) and building envelope cubature bonuses (often granted in regional and municipal legislations) that

inerzia culturale e tecnico-procedurale, propria del settore dell'edilizia, per la quale l'innovazione, sia di prodotto che di processo, permea lentamente nelle prassi tecnico-costruttive riferite alla produzione edilizia. Il problema, di fondamentale rilevanza, è costituito dal fatto che le nuove normative comunitarie, già peraltro recepite nel nostro Paese con differenti emanazioni legislative⁶, richiedono al sistema produttivo del settore edile la capacità di elaborare velocemente le nuove teorie e i nuovi modelli di riferimento in risposta ai nuovi vincoli tecnico-progettuali e di fornire una risposta più veloce ancora in merito alla diffusione delle procedure tecnico-realizzative, soluzioni tecniche e tecnologiche, congruenti le nuove istanze normative e progettuali. Allo stato attuale ciò costituisce una problematica non di poco conto: l'obbligo di progettare e realizzare edifici a "energia quasi zero" è previsto per fine 2018 per gli edifici pubblici e per l'inizio del 2021 per gli edifici privati, e il basso gradiente di utilizzazione e realizzazione dei dispositivi e delle soluzioni tecniche maggiormente funzionali all'attuazione dell'obiettivo "energia quasi zero", costituisce un importante indicatore rispetto la capacità dello specifico settore produttivo di rispondere positivamente, con tempismo ed efficacia, alla richiesta posta dalle emanazioni normative. Attualmente la sola diffusione di alcune soluzioni impiantistiche preposte alla produzione energetica da fonte rinnovabile (trattasi essenzialmente di tecnologie solari e, in quantità minore, di tecnologie di produzione energetica da biomassa), e di alcune soluzioni tecnico-costruttive per l'involucro edilizio, peraltro favorite da una rilevante politica di incentivazione, in termini economici per quel che riguarda le tecnologie di produzione energetica (tariffe incentivanti, certificati verdi, ecc.) e in termini di "premi di cubatura" (spesso concessi nell'ambito di normative di livello comunale e

are therefore not fundamentally linked to an essential technical-cultural transformation. Conceptually such cubature deduction, among other things, is the result of a traditional (massive) approach of the building envelope that in order to expand the energy efficiency, it must resort to increasing the thickness of its constructive and basic elements. This assumption runs counter respect to the indications of the leader European countries with high eco-efficiency building technology development such as Germany and Switzerland, which direct applied research of universities, research centres, production industries towards building envelope systems and technologies that can combine reduced thickness and weight of the building components with high energy performances, featuring an excellent performance degree especially of the thermohygro-metric and sound levels.

regionale) per quel che concerne le soluzioni di involucro, e pertanto non fondamentalmente legate ad un cambiamento tecnico-culturale di fondo, non può essere sufficiente. Tra l'altro, concettualmente, tali scomparti di cubatura risultano legati ad una concezione tradizionale (massiva) dell'involucro edilizio, per la quale ai fini di aumentare la sua efficienza energetica è necessario ricorrere ad aumenti degli spessori dei suoi elementi costruttivi e costitutivi: Tale presupposto va nella direzione opposta rispetto a quella indicata dai Paesi europei leader nello sviluppo di tecnologie edilizie ad elevata ecoefficienza, come ad esempio la Germania e la Svizzera, che indirizzano la ricerca applicata svolta da università, centri di ricerca e industrie produttive, verso sistemi e tecnologie di involucro in grado di associare spessori e pesi ridotti dei componenti edilizi ad elevate *energy performances*, caratterizzate da eccellenti livelli prestazionali di ordine termo-igrometrico e acustico in particolare.

È quindi necessario un cambiamento di tendenza che comporti una più rapida diffusione delle opzioni tecnico-realizzative funzionali all'ottenimento di prestazioni energetiche, degli edifici, particolarmente performanti. Ciò può essere favorito da un cambiamento culturale in grado di sovvertire le priorità in ordine tra gli obiettivi delle committenze, pubbliche e private, imprese di costruzione, progettisti. Cambiamento culturale per il quale il fattore economico non può più costituire, nell'immediato, il principale fattore di scelta e selezione dei criteri tecnico-procedurali degli interventi edilizi, ed andrebbe piuttosto riletto in prospettiva, attraverso la valutazione del beneficio economico, certamente rilevante nel tempo, che la realizzazione di edifici ad "energia quasi zero" comporta.

A change of trend that implies a more widespread diffusion of the technical-constructive options is therefore necessary and functional to the energy efficiency especially in high performance buildings. This can be promoted by a cultural shift that is able to modify the order of priorities in the objectives of public and private commissions, building companies and planners. The economic factor cannot, in the short term, represent the main factor of choice and selection of the technical-procedural criteria of building interventions in this cultural shift, but rather should be re-interpreted in view of an evaluation of the economic benefits, certainly significant in time, that the construction of "nearly zero-energy" buildings can implicate.

NOTES

¹ The EU Directive "Energy Performance of Buildings Directive" (2010/31/

UE) establishes that from January 1, 2021 all newly constructed buildings must be "nearly zero-energy" (for public buildings from December 31, 2018). It abrogates and substitutes the previous Directive 2002/91/CE that was transposed in Italy with the Decree Law n.63 of June 4, 2013 that modifies the Legislative Decree n. 192/2005 that incorporated the previous EPBD 2002/91/CE.

² The epistemological concept of "ecosource" is a term coined within the anthropological culture and transposed here by the author.

³ Reyner B., (1969), "The Architecture of the Well-Tempered Environment", Architectural Press, London, 1969", Italian translation (1978), "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna", Bari, Laterza.

⁴ The term is taken from the text "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna" (Italian translation of "The Architecture of the Well-Tempered Environ-

NOTE

¹ La Direttiva europea EPBD 2 "Energy Performance of Buildings Directive" (2010/31/UE) stabilisce che dal 1° gennaio 2021 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a "energia quasi zero" (dal 31 dicembre 2018 per gli edifici pubblici). Va ad abrogare ed a sostituire la precedente Direttiva 2002/91/CE ed è stata recepita in Italia con il Decreto legge n.63 del 4 giugno 2013 che va a modificare il Dlgs n.192/2005 con il quale era stata recepita la precedente EPBD 2002/91/CE.

² Il concetto epistemologico di "Ecofonte" è stato coniato nell'ambito dalla cultura antropologica e qui trasposto dall'autore.

³ Reyner B., (1969), "The Architecture of the Well-Tempered Environment", Architectural Press, London, 1969", trad. it. (1978), "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna", Bari, Laterza.

⁴ Il termine è tratto dal testo "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna" (trad.it. del "The Architecture of the Well-Tempered Environment"; R.Banham, 1969): «...La parola "massiccio" merita di essere sottolineata. Nella tradizione mediterranea, dalla quale discende direttamente la maggior parte dell'architettura occidentale, alla richiesta della società di rendere permanente il riparo - o almeno durevole - la risposta di solito è stata quella di renderlo massiccio...»

⁵ Nel saggio "The Uses of History, in Architecture and the Esthetics of Plenty", in Fitch J.M. (1961) "Architecture and the Esthetics of Plenty", New York, Columbia University Press.

⁶ La direttiva Europea EPBD 2 "Energy Performance of Buildings Directive" che va ad abrogare ed a sostituire la precedente Direttiva 2002/91/CE, è stata recepita con il Decreto legge n.63 del 4 giugno 2013 che va a modificare il Dlgs n.192/2005 con il quale era stata recepita la precedente EPBD 2002/91/CE.

ment"; R.Banham, 1969): «...the word "massive" deserves to be underlined. In the Mediterranean tradition, from which most part of Western architecture directly derives, on society's demand of rendering a shelter permanent or at least lasting - the usual response was to make it massive ... »

⁵ In the essay "The Uses of History, in Architecture and the Aesthetics of Plenty", in Fitch J.M. (1961) "Architecture and the Aesthetics of Plenty", New York, Columbia University Press.

⁶ The European Directive EPBD 2 "Energy Performance of Buildings Directive" abrogates and substitutes the previous Directive 2002/91/CE, that was acknowledged with the Decree Law n.63 of June 4, 2013 modifying the Decree Law n.192/2005 incorporated in the previous EPBD 2002/91/CE.

REFERENCES

- Banham, R. (1969), *The Architecture of the Well-Tempered Environment*, Architectural Press, London, trad. it. (1978), *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna*, Laterza, Bari.
- D'Olimpio, D. (2014), "La normativa Europea EPBD2 ed edifici ad energia quasi zero: aspetti progettuali ed esempi di best practice", *Quaderni di Legislazione Tecnica*, n. 1, Roma, Legislazione Tecnica, pp. 43-47
- Fitch, J.M. (1961), *Architecture and the Esthetics of Plenty*, Columbia University Press, New York.
- Olgay, V. (1981), *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova.
- Rossi, P. (2008), *Architettura vs ambiente*, FrancoAngeli, Milano.
- Sinopoli, N., Tatano, V. (2002), *Sulle tracce dell'innovazione*, FrancoAngeli, Milano.
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea (2013), *Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings*.

Antonella Falotico,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

antonella.falotico@unina.it

Abstract. Sulla scorta delle sfide e delle opportunità messe in campo dalla cultura digitale, si rende più che mai necessario indagare sul ruolo dei nuovi strumenti informatici con l'obiettivo di comprendere come si siano modificati alcuni scenari propri delle prassi progettuali e della cultura industriale e costruttiva. Il contributo si inserisce nell'ambito delle questioni relative alla costruibilità del progetto in relazione all'utilizzo di metodologie di tipo digitale che, favorendo azioni di tipo collaborativo, di controllo e di previsione, sembrerebbero accorciare in maniera significativa le distanze che separano il progetto dalla costruzione.

Parole chiave: processo integrato, cultura digitale, condivisione, costruibilità.

La complessità della cultura progettuale contemporanea ci pone di fronte a condizioni e sfide che modificano radicalmente i modi di pensare al futuro, di definire i bisogni, le abitudini e le attività degli uomini, costringendoci alla ricerca di un processo di cambiamento che sappia reinterpretare e costruire, in termini innovativi, le trasformazioni dell'habitat futuro. "Costruire è un atto istintivo espressione e arte della volontà naturale dell'uomo dal momento in cui inizia ad abitare la terra e a riconoscere le sue esigenze primordiali e indispensabili. L'opera costruita va intesa come sintesi tra due componenti primarie: una componente fisica, risultato di un lavoro sulla materia e una componente teorica, esito di attività intellettuali e artistiche (Faroldi, 2014)". In questa definizione dell'atto costruttivo sono rintracciabili due componenti fondamentali del processo progettuale, quella immateriale che si lega al sapere teorico e quella materiale, propria dei contenuti del 'fare'. Nell'attuale scenario di cambiamento dei processi che caratterizzano la cultura del costruire non solo edifici, ma anche città e territori, è necessario un serio ripensamento delle pratiche tradizionali di progetto e del rapporto tra teorie e prassi, forse uno dei temi più discussi negli ultimi due secoli di cultura architettonica. Oggi tali temi ruotano

intorno a questioni che riguardano modelli aperti, evolutivi, collaborativi e inclusivi che aggiungono nuove importanti variabili al quadro già complesso delle attività di governo del progetto e degli obiettivi di qualità degli interventi di trasformazione. Tale ricerca della qualità "si intreccia con la possibilità, da parte delle persone di soddisfare i propri bisogni, tangibili e intangibili e di raggiungere la felicità (Lauria 2014)". Sono ormai note le direzioni entro cui è più che mai necessario operare: ci troviamo di fronte a una realtà che non ammette sprechi, che alla individualità contrappone la molteplicità delle relazioni, che richiede dialogo multidisciplinare e partecipazione attiva. In questo quadro l'architetto è chiamato a ripensare al progetto come elemento in continua evoluzione che si occupa dell'ambiente, dello spazio ma anche delle persone e dei loro bisogni quotidiani, con l'obiettivo prioritario di tornare a 'progettare per il mondo reale'¹ e per quella 'pubblica felicità'² di cui parla Ludovico Muratori sin dai tempi della piena fioritura dell'illuminismo italiano. Un concetto che ha radici antiche ma che si collega a una più attuale aspirazione al benessere e alla cura, a obiettivi di tutela delle risorse e dei patrimoni, di prevenzione dei rischi, di salvaguardia della cultura materiale dei luoghi e al coinvolgimento della comunità nelle azioni di programma. Da tempo si è capito quanto gli indicatori oggettivi di benessere non siano più sufficienti ad esprimere lo star bene della gente, che dipende sempre più da elementi non monetari quali la qualità dell'ambiente naturale e delle relazioni sociali. Gli indicatori più recenti, esprimono nell'urban joy index la misura della 'gioia di vivere urbana', una misura che non conta le teste (dunque le questioni pro-capite) ma che si fonda sulle caratteristiche dei paesaggi, delle culture, dei flussi, delle energie e che dunque coinvolge il progetto ambientale e sociale, dando luogo a una rinnovata utopia di vita, quella che

The culture of designing
and the culture of doing.
The digital approach as
the innovative dimension
of process

Abstract. Due to the challenges and opportunities offered by the digital culture, it is necessary to study the role of the new information tools to understand how some of the scenarios belonging to the design practices and industrial and building culture have changed. This paper deals with the issues about the design constructability, with reference to the use of digital methodologies that encouraging collaborations, control and provisions, seem to shorten significantly the distances between design and construction.

Keywords: integrated process, digital culture, sharing, constructability.

The complexity of the contemporary design culture confronts us with conditions and challenges that radically change the ways we think the future, define needs, habits and men's activities, forcing us to search for a process

of change that can interpret and build the transformations of the future habitat innovatively. "Building is an instinctive action which is expression and art of the man's natural will from the moment he starts living the world and recognizing his primordial and essential needs. The built work is a synthesis of two primary components: the physical component, the result of working the matter and a theoretical component, the result of intellectual and artistic activities (Faroldi, 2014)". In this definition of the act of constructing there are two fundamental components of the design process, the immaterial one that is linked to the theoretical knowledge and the material one that belongs to the contents of 'doing'. In the current scenario of process change that characterizes the culture of constructing buildings as well as cities and lands, it is necessary to seriously rethink the traditional design

practices and of relationship between theory and practice that is probably one of the most discussed themes in the last two centuries of architectural culture. Today these themes revolve around issues that refer to models that are open, evolving, collaborative and inclusive and that add new important variables to the already complex picture of design governance activities and of the quality objectives of transformation works. Such a search for quality "is intertwined with the individuals' possibility to fulfil their own needs, tangible and intangible, and to reach happiness (Lauria 2014)". It is common knowledge the direction we need to go to: we face a reality that doesn't allow waste, that sets multiplicity of relationships against individuality, that requires multidisciplinary dialogue and active participation. In this picture, the architect is called to rethink the design as a con-

immagina Eduardo Vittoria quando afferma: “L’utopia che a me piace considerare ... è un’utopia anticonformista, che ridà spazio al piacere della vita; la restituzione di questa gioia sensoriale, rientra nei grandi compiti... dell’architetto (Vittoria, 1987)”. Il valore della qualità allora, e dunque il risultato del progetto, si traduce in un processo complesso, multidisciplinare e multilivello, in cui gioca un ruolo fondamentale anche l’uomo, l’abitante, colui che può contribuire ad alimentare quel bagaglio di conoscenze, di esperienze e di idee che nascono dalla sua appartenenza al luogo. “I grandi prodotti dell’architettura”, affermava Victor Hugo, “sono piuttosto opere sociali che opere individuali, piuttosto parto di un popolo in doglia che getti degli uomini di genio; è il sedimento che lascia una nazione, lo strato che formano i secoli, il residuo delle evaporazioni successive della società umana; è in una parola una specie di ‘formazione geologica’ (Hugo, 1904)”. Le grandi cattedrali sono lo sforzo congiunto di migliaia di uomini che condividevano tecniche, organizzazione, fatica ma anche specchio di una società. Le tensioni che riusciamo a leggere attraverso l’organico alternarsi degli archi strutturali, altro non è che la tensione millenaria di un popolo verso l’avanzamento tecnico, la testimonianza della presenza di tutte le figure rappresentanti di uno stato, chiesa, governo, maestranze, popolo e, in ultimo, un modello culturale. La comunicazione fra un così grande team di maestranze era assicurata dalla condivisione di un bagaglio di conoscenze comuni e da convenzioni che si erano stabilite nel tempo tra la gente del mestiere: “è come se tutti sapessero già cosa devono fare. Ogni successiva realizzazione si presenta come una variazione sul tema: la tecnologia convenzionale non ammette salti bruschi, la sua evoluzione è quasi organica, non ci sono grandi invenzioni, ma continui adattamenti del materiale (fisico e conoscitivo) dato. Però, proprio

perché si basa sul lavoro di gente che ‘sa cosa deve fare’, il suo modello non è rigido, la specificità (del luogo, del committente, dei materiali disponibili) può sempre essere tenuta in conto e portare, all’interno del campo di possibilità ammissibile, a delle appropriate variazioni (Dupire, Hamburger et al., 1985)”. Oggi, la cultura digitale, nuovo ‘strumento’ a disposizione dell’architetto, può essere l’occasione per tornare a concepire opere condivise, a patto che se ne comprendano potenzialità e limiti. Una tale possibilità deve basarsi necessariamente su strategie di governo della complessità, sulla capacità di coordinamento e di dialogo delle molteplici figure del processo, sulla partecipazione e sulla valorizzazione del capitale umano. Si prospetta una condizione nuova ben descritta, in maniera provocatoria, da Eduardo Vittoria: “Supponiamo di non costruire più meccanicamente una casa dopo l’altra e di non predeterminare a tutti i costi il paesaggio abitabile nei suoi aspetti più comunemente noti: strade, piazze, edifici, quartieri; tentiamo di sostituire gli accoppiamenti astratti di categorie urbanistiche, tipi, destinazioni, standards e di formulare un’altra serie di rapporti tra contesto costruito e vita individuale e collettiva. Immaginiamo lo spazio vuoto dell’habitat, cose, nomi, concetti, immagini, che si intersecano e si estrinsecano in processi costruttivi reali differenti, contraddittori; processi sostenuti dal senso creativo della comunità che continuamente li mette in discussione, oltre il mito di una tradizione che ha pietrificato l’architettura in modi di costruire assoluti, in formule divenute oramai simbolo di pregiudizi, convenzioni, abitudini. Un’architettura che è il contrario dell’architettura, dove l’oggettivo, le possibilità tecnologiche, e il soggettivo, la qualità della vita, si affrontano per armonizzarsi in un equilibrio in ogni istante minacciato (Vittoria, 1994)”. Costruire è dunque un’‘impresa collettiva’, come affermava Han-

stantly evolving element that cares of the environment, the space as well as of individuals and their daily needs with the priority objective of getting back to ‘design for the real world’¹ and for that ‘common happiness’² Ludovico Muratori speaks of since the time of the Italian Enlightenment. The concept has ancient roots but is linked to the current search for welfare and care, to resources and heritage protection objectives, risk prevention, preservation of the material culture of places and to the community engagement in programme actions. We’ve known for a long time how much the objective welfare indicators can’t express sufficiently people’s well-being that increasingly depends on non-monetary factors such as the quality of natural environment and social relationships. The latest indicators express the urban joy index that doesn’t count heads (per-capita issues) but

focuses on the features of landscapes, cultures, flows, energies and therefore involves the environmental and social design, generating a renewed utopia of life, the one that Eduardo Vittoria imagines when stating: “The utopia I love to consider... is a nonconformist utopia that gives back space to life; gaining back the sensorial joy belongs to the great tasks... of an architect (Vittoria, 1987)”. The value of quality, and consequently the design result, becomes a complex process, which is multidisciplinary and multilevel and where man also, the inhabitant, plays an essential role, as he is the one that can fuel the stock of knowledge, experiences and ideas that generate from his belonging to the place. “The big products of architecture” Victor Hugo stated, “are social works rather than individual works, the delivery of a population in labour producing men of genius; it is the sediment

of a nation, the layers forming the centuries, the residue left by the subsequent evaporation of human society; in one word, it is a sort of ‘geological formation’ (Hugo, 1904)”. The big cathedrals are the joint effort of thousands of men that shared techniques, organization and fatigue and also the mirror of society. The tensions that we see through the organic alternation of the structural arches is nothing more than the millenary tension of a population towards the technical progress, the proof of the presence of all the figures representing state, church, government, workforce, population and finally a cultural model. The communication in such a big team of workforce was ensured by sharing a common stock of knowledge and uses that had been set out over time among technicians: “it is like everybody knows what to do. Each work that followed is a variation on the theme: conventio-

nal technology doesn’t allow sudden moves, its evolution is almost organic, there are ongoing adaptations of given materials (physical and exploratory) rather than big inventions. However, just because it is based on the work of people who know ‘what to do’, its model is not rigid, the specificity (of place, contractor and available materials) can be taken into account and lead to suitable variations within the field of eligible possibilities (Dupire, Hamburger, et al., 1985)”. Today digital culture, a new ‘tool’ available to the architect, can be the opportunity to go back to conceive shared works, provided that we understand potential and limits. Such opportunity should be based necessarily on strategies to govern the complexity, on the coordination and dialogue abilities of the various process actors, on the participation and optimisation of human capital. A new condition is

nes Meyer e l'architetto diventa 'corale' (Claudel, Ratti, 2014). Il suo ruolo, storicamente individuato, assume oggi connotati ancora diversi su cui è necessario fare una riflessione ulteriore: l'architetto contemporaneo è infatti "continuamente obbligato a essere qualcos'altro da sé stesso, costretto a diventare sociologo, politologo, psicologo, antropologo, semiologo, costretto a trovare modi che mettano in forma sistemi di esigenze su cui non ha potere (Eco, 2015)". La professione amplia sempre più i suoi confini disciplinari, si confronta con la ricchezza culturale di operatori sempre più diversificati, diventa, una 'fatica culturale', come ci ricorda Quaroni, che si misura con un costruire sempre più proiettato nella globalizzazione. "Il carattere ricorsivo dell'attività progettuale tende a coincidere con il confronto in tempo reale delle diverse competenze delineando una cultura di progetto che ha come punto di forza il riferimento a ciò che nella ricerca sociologica e antropologica è stata recentemente definita come intelligenza collettiva (Campioli, 2005)" che assume i connotati della connessione potenzialmente infinita tra saperi e informazioni diverse³. Si delinea una concezione dell'informazione come 'bene pubblico' il cui valore sta nell'accessibilità e nella condivisione e l'idea di uno "spazio virtuale delle possibilità: uno spazio dove, relativamente con poca fatica e poco prezzo, tutto è possibile (Manzini, 1990)".

Virtuale e/è reale

L'architettura dei modelli-quantità è un fatto creativo complesso, valido sia sul piano della forma che su quello della produzione industriale. Come tale non prevede due categorie di attività, la bella e la brutta, la casuale e la progettata (...). L'architettura oggettiva, mezzo per creare il nuovo paesaggio architetto-

shaping up that has been described by Eduardo Vittoria provokingly: "Let's assume that we aren't building anymore a house after the other mechanically and that we are not predetermining, no matter what, the living landscape in its most common aspects: roads, squares, buildings, districts; let's try to replace the abstract couplings of urban planning categories, types, zonings, standards and to develop another series of relationships between the built context and the individual collective life. Let's imagine the habitat's empty space, things, names, concepts, images that intersect and express themselves in constructive processes that are real, different and contradictory; processes that are supported by the creative sense of the community that challenges them over and over again, beyond the myth of the tradition that has petrified architecture into absolute ways of building,

into formulae that have now become the symbol of prejudice, conventions and habits. An architecture that is the contrary of architecture, where what's objective, the possibilities of technology and what's subjective, the quality of life, face each other to harmonize in a balance that is threatened any minute (Vittoria, 1994)".

Building is a 'collective enterprise', as Hannes Meyer stated and architects become 'choral' (Claudel, Ratti, 2014). Today their historically determined role becomes something different, deserving a further thought: the contemporary architect is "continuously forced to be someone else, forced to be sociologist, political scientist, psychologist, anthropologist, semiologist, forced to find ways to shape systems of needs he can't control (Eco, 2015)". The profession keeps widening its disciplinary boundaries, confront the

nicò e non più simbolo, non è concepibile che su un unico livello, quello della produzione di quantità elementari con determinati caratteri generali e particolari altamente qualificati. Per ottenere ciò è indispensabile avere la possibilità non solo di progettare, ma di modificare, formare, provare, eseguire il modello considerato prototipo, scala, dimensione base di una più ampia struttura spaziale (Vittoria, 1966)". L'architettura da sempre si è servita di modelli sia per la verifica di un oggetto reale che per la sua riproduzione, come nel caso dello standard. In quest'ultimo caso il modello non è un oggetto fisico, ma piuttosto la ricerca di modalità atte a costruire materialmente il prodotto riproducibile. Ritroviamo tracce di una tale concezione per esempio nella cultura costruttiva gotica che aveva trovato nella similitudine geometrica il proprio modello: i segni tracciati sui muri o sui pavimenti delle cattedrali costituiranno, per esempio, la guida per tagliare i conci che conformeranno l'arco. Altro ben noto esempio emblematico è quello di Brunelleschi, che non potendo costruire una centinata per la costruzione della sua cupola, fece ricorso a un modello concettuale che ha permesso di mettere in opera i conci senza il diretto riferimento ad una impalcatura fisica. Il ponteggio diventa *reference frame* senza il quale la cupola non si sarebbe potuta costruire. Le parole di Eduardo Vittoria e gli esempi proposti, ci fanno comprendere quanto da sempre la conoscenza teorica e la possibilità di immaginare, componenti immateriali del progetto, abbiano costituito il fondamentale presupposto alla realizzazione di oggetti reali (infrastrutture, edifici, sistemi costruttivi, prodotti) e l'importanza, nel progetto, di attività di previsione e di controllo. Quello che cambia oggi, non sono tanto le necessità quanto gli strumenti che supportano le dette attività. La cultura digitale mette in campo enormi potenzialità in que-

cultural richness of operators that are increasingly diversified and becomes a 'cultural fatigue', as Quaroni reminds us, that contends with a way of building that is more and more projected into globalization. "The recurring character of the design activity tends to coincide with the real-time comparison of the different skills thus defining a design culture whose strength is referring to what the sociological and anthropological research has defined common intelligence (Campioli, 2005)" that becomes a potentially endless connection between knowledge and different information³. The concept of information as 'public asset' is arising and its value is accessibility and sharing, the idea of a "virtual space of possibilities: a space where everything is possible with relatively small effort and price (Manzini, 1990)".

Virtual and real - Virtual is real

"The architecture of models-quantity is a complex creative fact, which is true both as form and as industrial production. As the last one, it doesn't involve two categories of activities, the beautiful one and the ugly one, the casual one and the designed one (...). The objective architecture, no more a symbol but the means to create the new architectural landscape, can't be meant but at a unique level, the one to produce elementary quantities with defined general characters and highly qualified details. To get this, it is necessary to have the possibility of designing and amending, forming, testing, executing the model considered prototype, scale, basic dimension of a wider spatial structure (Vittoria, 1966)". Architecture has always used models both for testing real objects and reproducing them, as to set the standard. Here the model is

sta direzione, modificando in maniera rivoluzionaria l'ambito operativo del progetto di architettura, gli scenari organizzativi e di comunicazione fra gli operatori del processo, dei luoghi e della struttura di tale comunicazione, dei modi di trasmettere e di utilizzare la conoscenza. In tale tipo di cultura si sostituisce al termine immateriale il termine virtuale, cioè l'ambiente operativo creato dal computer, uno spazio intermedio tra le idee e la materia in cui sono possibili nuovi livelli di sperimentazione, dove la quantità (di conoscenza, di dati, di calcoli, di controllo, di possibilità di modifica in tempo reale), diventa la qualità del progetto e dove il tempo (la velocizzazione del calcolo) ne diventa parametro determinante. Le tecniche di simulazione bim, per esempio, stanno sostituendo già da tempo le modalità di modellizzazione dal vero, introducendo, nelle pratiche di progetto, il concetto di simulazione che più dei sistemi tradizionali si presta alla rappresentazione e al governo della complessità dei processi progettuali contemporanei. Il termine simulazione discende dal termine latino *similis* e ha il significato di 'rendere simile', ovvero, nel caso dell'uso di applicativi digitali, creare un ambiente artificiale riferito a una realtà. Il problema di un tale modo di 'rappresentare' la realtà, sta nella capacità dei diversi operatori che collaborano al processo di definizione del modello di "generare una conoscenza di tipo operativo (Argiolas et al., 2015)". Le tecnologie bim, nascono infatti con la duplice finalità di favorire la collaborazione e l'integrazione multidisciplinare e consentire una progettazione in cui l'edificio viene costruito prima della sua costruzione entro un ambiente virtuale (Fig.1). Questa fondamentale caratteristica di previsione consente di accorciare (azzerare?) le distanze che separano la fase di ideazione da quella della costruzione e di risolvere molte delle inefficienze della fase

cantieristica. Si apre una relazione nuova tra progetto e prassi realizzative ovvero tra operare teorico e operare pratico, in una sintesi che non vede più scollegato il momento di formulazione delle idee da quello in cui si materializzano ma che, al contrario, determina un concerto reale tra chi 'disegna' l'opera e chi guida l'attrezzo per costruirla. In un tale scenario diventano fondamentali le organizzazioni di processo che, a differenza di quelle legate ai modelli tradizionali, sono caratterizzate da interoperabilità e da modelli aperti.

Verso un'architettura open source

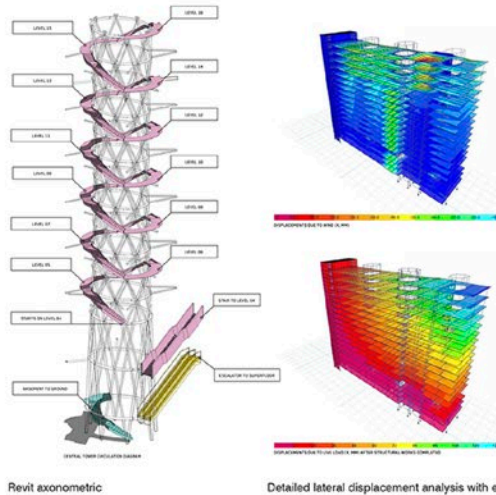
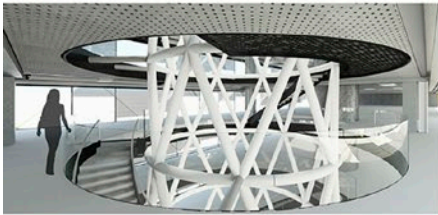
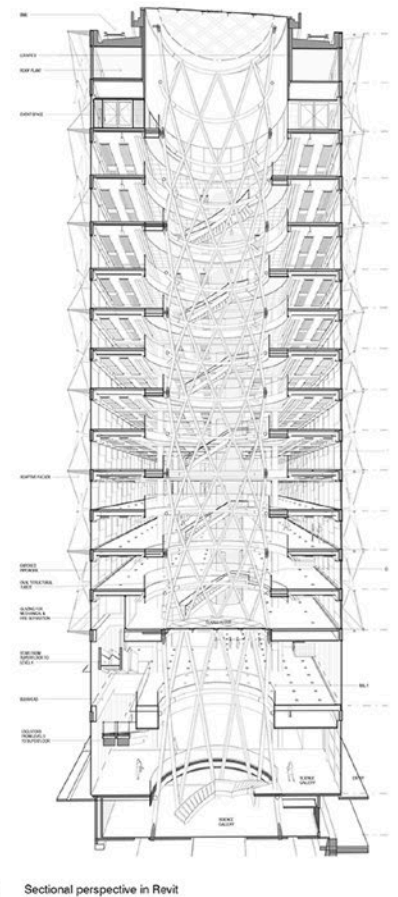
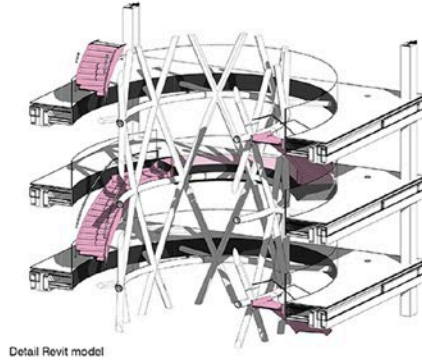
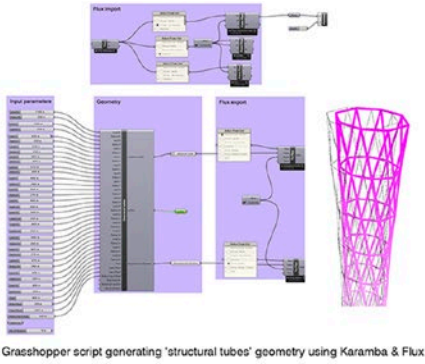
Nel 1923 Le Corbusier pubblica *Vers une architecture*, un libro 'manifesto' che fonda le basi di una nova architettura. È già l'idea di una architettura liberata dal protagonismo dell'architetto a favore di una architettura condivisa e più vicina ai bisogni della collettività, una architettura che, quarant'anni più tardi, porterà ancora Eduardo Vittoria ad affermare: "... l'aver trasformato un ipotetico patrimonio di pochi in un possibile patrimonio collettivo, rappresenta uno dei più originali avvenimenti della società nella quale viviamo e operiamo (Vittoria, 1966)". La strada sembra tracciata e l'architettura si avvia verso il progetto open source, una piattaforma di collaborazione aperta mai sperimentata prima, ma che, nella sostanza, fonda le basi sulla nascita del teamwork ad opera di Walter Gropius che assegna all'architetto il ruolo complesso di *coordinator by vocation*. Per Gropius il lavoro di gruppo, nella pratica dell'architettura, ha un valore sociale e rispecchia gli ideali di una società democratica: spirito di collaborazione, assenza di competizione, riconoscibilità dei contributi pur nell'ambito della discussione collettiva dei progetti. È la nuova visione operativa che,

not a physical object but the research of modalities suitable for materially constructing the reproducible product. We find traces of this concept for instance in the Gothic building culture that found its model in the geometrical similitude: the signs drawn on the walls or floors of cathedrals are the track to cut ashlars to shape the arch. Another well-known emblematic example is Brunelleschi when he couldn't build a centering to shape his dome and used a conceptual model that allowed him to place ashlar without referring to a physical scaffolding. The scaffold is a *reference frame* without which the dome could not be built. Eduardo Vittoria's words and the examples mentioned tell us how much theoretical knowledge and imagination, the immaterial components of designing, have always been the fundamental prerequisite for the making of real objects

(infrastructures, buildings, construction systems, products) and the importance of forecasting and monitoring activities in designing. What's changing today are the tools supporting the above activities rather than the necessities. Digital culture provides huge potential along this line, changing in a revolutionary way the scope of architectural design, the scenarios of organization and communication among process operators, of the places and structure of such a communication, of the ways of transmitting and using knowledge. This kind of culture replaces the term immaterial with the term virtual, i.e. the operating environment created by computers, a space in between ideas and matter where new levels of experimentation are possible, where quantity (of knowledge, data, calculations, test, possibility of real-time amendments) becomes the quality of design and

where time (the speeding-up of calculation) becomes the decisive parameter. The BIM simulation techniques, for instance, have been replacing real modelling by introducing the concept of simulation into the design practices that lends itself to the representation and the governance of the complexity of contemporary design processes much better than traditional systems. The term simulation comes from the Latin word *similis* and means 'to make similar', that referred to the use of digital applications means to create an artificial environment of a reality. The issue with such a way of 'representing' reality is the ability of the different operators cooperating in the process to define the model of "generating operational knowledge (Argiolas et al., 2015)". BIM technologies developed with the twofold purpose of fostering multidisciplinary cooperation and integration and

allowing a way of designing in which the building is constructed in a virtual environment before being constructed in the reality (Fig. 1). This essential prevision feature allows to shorten (reach zero?) the distances between the design stage and the construction one and overcome most of the inefficiencies of the construction site stage. A new relationship arises between design and operational practice, that is between working on theory and working on practice that merge into a synthesis where the moment of the formulation of ideas is no more detached from the one when ideas materialize and thus determining a real concert between who 'draws' the work and who drives the tool to build it. In such a scenario, the ways of organizing the process are crucial and are characterized by interoperability and open models, unlike those ways linked to traditional models.



01 | Cultura digitale e visione integrata del processo di progettazione: dall'informazione alle simulazioni, BVN, Carlton Connect project, RTC BIM Awards 2016
 Digital culture and integrated vision of the design process: from information to simulations, BVN, Carlton Connect project, RTC BIM Awards 2016

più tardi, Arup ci consegnerà attraverso l'ormai noto Key Speech pronunciato agli inizi degli Anni Settanta (Arup, 1970). L'open source si basa su processi modificabili e dinamici, su network e sistemi informatici. "I suoi sostenitori riconoscono una chiara dominanza del codice sulla materia, dei sistemi relazionali sulla composizione architettonica, dei network sulle griglie strutturali,

Towards open source architecture

In 1923 Le Corbusier publishes *Vers une architecture*, a book which is the manifesto of a new architecture. It is already an idea of architecture free from the leading role played by the architect in favour of a shared architecture which is closer to the community's needs, an idea of architecture that forty years later leads Eduardo Vittoria to state: "... having transformed the hypothetical heritage of a minority into a possible collective heritage, is one of the most original event of the society that we live and work in (Vittoria, 1966)". The course is clear and architecture moves towards open source design, a platform for open collaboration that has never been experimented before and that is based essentially on the teamwork idea by Walter Gropius who appoints the architect with the complex role of *co-ordinator by vocation*. Gropius believes

that teamwork in the practice of architecture has a social value and reflects the ideals of a democratic society: spirit of cooperation, no competition, recognition of the contributions within the collective discussion of designs. This is the new operational vision that later Arup shares in the well-known Key Speech that he made at the beginning of the '70s (Arup, 1970). Open source is based on dynamic and modifiable processes, on networks and information systems. "Its supporters acknowledge a clear dominance of code over matter, of relational systems over architectural composition, of networks over structural grids, of adaptation ability over statics, of living over planning. Its purpose is transforming architecture from an immutable top-down production mechanism, into a transparent and ecological system that is inclusive and down-top (Grima, Ratti et al., 2011)",

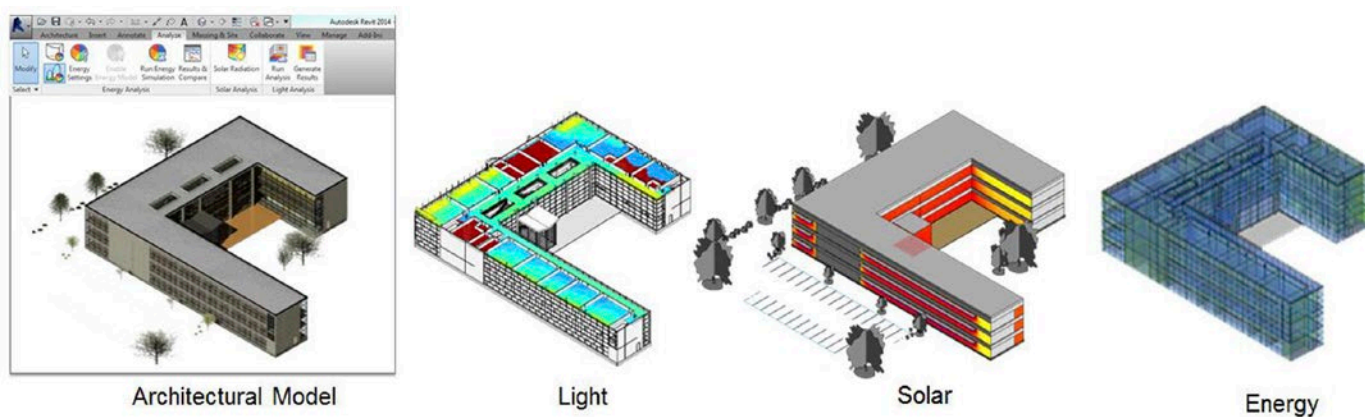
revolutionising every form of traditional process by focusing the interest on strategies and abilities of design governance and switching from a finished idea to the idea of a possible design (Fig. 2). Within this operational philosophy, the representation of the design at different scales, from the general one to the construction one, becomes an integral heritage of the building's life and every future transformation finds in that heritage the potential for regenerating and transforming; therefore, the building becomes 'evolutive', transformable, manageable. We're facing a new idea of process in which the operators can increase in number endlessly, linked through IT platforms, the new tool that allows the dialogue to magnify. We wonder whether we are risking another Tower of Babel and whether these momentous changes will challenge again the culture of constructing that histo-

rically moves along the double-track of innovation that runs fast and of tradition that inevitably resists change. 'Internet doesn't suit architecture' warns Renato De Fusco. "The idea that digital technology is something of such a great importance to change economy, labour, social relationships, customs, our way of thinking, is universally accepted and diffused. (...) We should oppose those who refuse constructing, those who see a threat to the existing environment in every new building, those who see the building market only as the expression of property speculation, those city planners who reduce the architectural issue to an index ratio, those statisticians who believe that there is a surplus of built rooms compared to the number of inhabitants, all conservatives at any level. If to these ideological political administrative and bureaucratic difficulties that oppose constructing,

della capacità di adattarsi sulla statica, della vita stessa rispetto alla pianificazione. Il suo fine è di trasformare l'architettura da un meccanismo produttivo immutabile, dall'alto verso il basso, in un sistema trasparente ed ecologico, inclusivo, dal basso verso l'alto (Grima, Ratti et al., 2011)” rivoluzionando ogni forma di processo tradizionale, fondando l'interesse sulle strategie e sulla capacità di governo del progetto passando da un'idea conclusa all'idea di un progetto possibile (Fig. 2). In questa filosofia operativa la rappresentazione del progetto alle diverse scale, dalla generale fino a quella della costruzione, diventa patrimonio integrante della vita dell'edificio e ogni futura trasformazione avrà in quel patrimonio il suo potenziale rigenerativo e di trasformazione: l'edificio diventa così 'evolutivo', trasformabile, gestibile. Siamo di fronte a una nuova idea di processo in cui gli operatori possono moltiplicarsi all'infinito uniti da piattaforme informatiche, il nuovo mezzo capace di consentire l'amplificarsi del dialogo. Ci chiediamo allora se ci troviamo di fronte al rischio di una nuova Babele e se questi cambiamenti epocali metteranno ancora una volta a dura prova la cultura del costruire che da sempre si muove sul doppio binario dell'innovazione che avanza veloce e della tradizione che oppone inesorabilmente resistenza ai cambiamenti. 'Internet non si addice all'architettura' ci avverte Renato De Fusco. "Che la tecnologia digitale sia cosa di grande rilievo, tale da modificare l'economia, il lavoro, i rapporti sociali, il costume, il nostro stesso modo di pensare, è idea universalmente diffusa e accettata. (...) Bisogna contrapporsi a chi si oppone al costruire, a chi vede in ogni nuovo edificio una minaccia per l'ambiente preesistente, a chi vede nel mercato delle costruzioni solo l'espressione della speculazione edilizia, a quegli urbanisti che riducono tutto il problema dell'architettura a un rapporto di indici, a quegli statistici

che sostengono, in fatto di residenza, che i vani costruiti sono in esubero rispetto al numero degli abitanti, a tutti i conservatori di vario ordine e grado. Se a queste difficoltà ideologiche, politiche, amministrative, burocratiche che sono contro il costruire aggiungiamo le teorie di questi utopisti dell'anti-spazio, della virtualità, dell'immaterialità, ecc., diamo sostegno alla politica del non-fare, peraltro avallato da una tecnologia che in altri campi sta dando prove meravigliose. Ecco perché riteniamo che Internet, assunta come l'emblema dell'apparato informatico, sia fenomeno di enorme rilievo, ma che ciononostante non s'addica all'architettura (De Fusco, 2001)". Quanto l'architettura open source saprà entrare a giusta ragione nel novero delle buone pratiche del progetto lo vedremo nel tempo, sappiamo però sin d'ora che occorrerà percorrere una difficile strada e agli architetti occorrerà essere ricettivi, prensili, agili, rapidi nell'immaginare, fulminei nel trasformare un sintomo, come raccomandava De Carlo. Sicuramente una cosa positiva la vicenda di Babele ce la insegna: il peccato più grande è l'ambizione e il narcisismo, il desiderio autorigenerativo di un solo popolo, una sola lingua, un solo edificio, la soppressione delle differenze, la massificazione e l'omologazione. L'architettura oggi ci impone di pensare a un modello culturale e operativo in cui si riscoprono le diversità pur nella piena consapevolezza della validità di riferimento a un campo allargato di possibilità cui attingere, a strumenti di governo prima non pensabili, un modello che sappia fare propri i caratteri dei luoghi, dell'ambiente, delle società e delle culture secondo un programma austero che guardi alle risorse come un patrimonio finito e di cui avere cura, e che guardi all'edificio come un oggetto resiliente, trasformabile, rigenerabile. Ciò che rende possibile una tale pratica è l'idea che il progetto sia espressione di una coerente realizzabilità tecnica e

02 |



02 | Il modello e il controllo delle performance ambientali, Autodesk Revit
The model and the control of environmental performance, Autodesk Revit

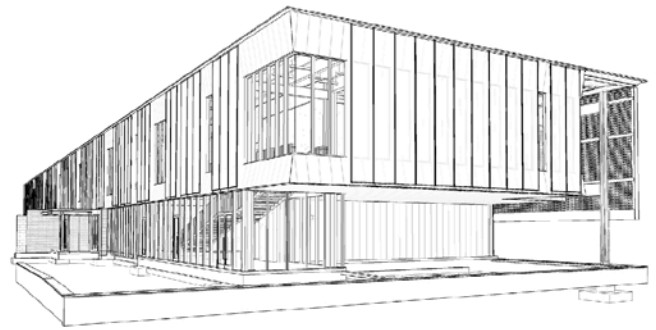
che non dimentichi gli originari caratteri dell'attività costruttiva espressi in maniera mirabile nella *métis* dei Greci: "Avvisato dalla *métis* che lo pervade di tutto ciò che si prepara per lui di buono e di cattivo, Zeus non conosce più distanze tra progetto e realizzazione: distanze dalle quali sorgono, nella vita degli altri Dei e delle creature mortali, i tranelli dell'imprevisto (Dupire, et al., 1981)". La cultura digitale attribuisce un valore trasformativo profondo all'attività progettuale facilitando il governo dei processi decisionali, dinamici e complessi, che la caratterizzano e riducendo le di-

stanze che separano la pratica del costruire dai fondamenti teorici che stanno alla radice del progetto. La necessaria anticipazione di molti contenuti del progetto, dal livello definitivo a quello della fattibilità tecnico-economica, è resa possibile proprio dall'evoluzione degli strumenti di modellazione informativa tradizionali verso strumenti in grado di offrire simulazioni che coinvolgono sin dall'inizio tutti gli operatori del processo, compresi i potenziali utenti. Un approccio innovativo che si lega ai concetti di previsione, collaborazione, coordinazione, integrazione, dialogo,

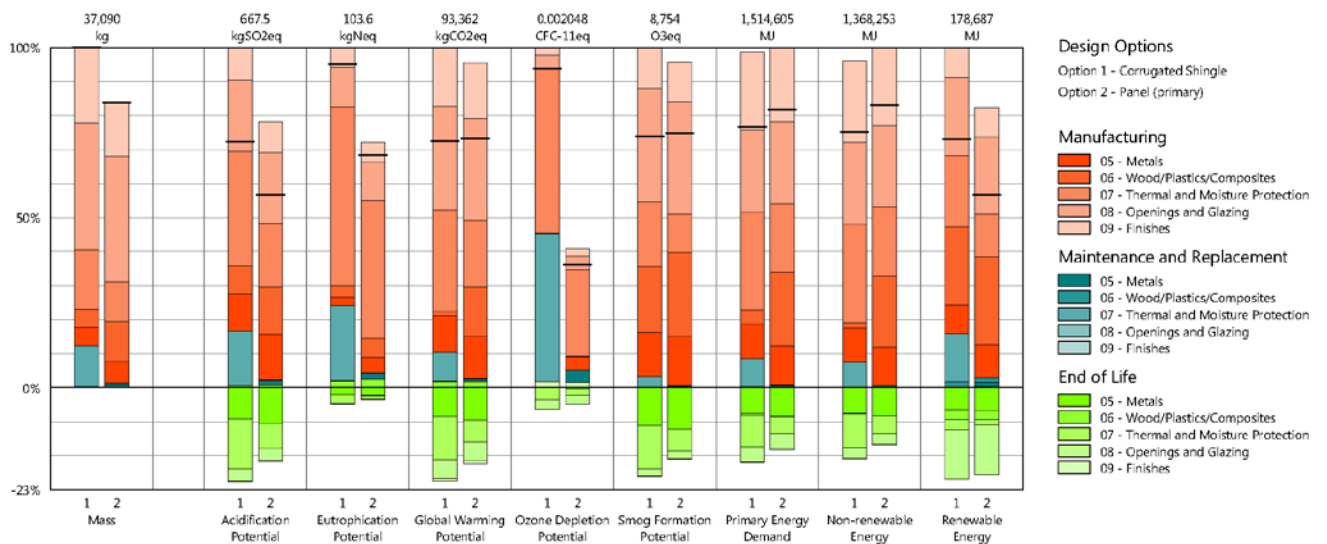
Tally™ can be used to compare design options.



Option 1 - Corrugated Shingle Cladding



Option 2 - Translucent Panel Cladding (Selected)



Results Per Life Cycle Stage, Itemized by CSI Division

03 | Software per la valutazione delle alternative tecnico-prestazionali del progetto di involucro, Applicativo Tally di KT Innovation per l'analisi LCA in ambiente BIM
Software for the evaluation of technical alternatives for building envelop project, Tally application of KT Innovation for LCA in BIM

partecipazione, che possono essere assunti come nuovi paradigmi del costruire contemporaneo, un costruire che deve affrontare in termini culturali nuovi le sfide poste ai progettisti: razionalizzare i processi, ridurre gli sprechi, ottimizzare le risorse (Fig. 3).

NOTE

¹ Cfr. Papanek V. (1973), *Progettare per il mondo reale*, Mondadori, Milano.

² Si fa riferimento al saggio *Della pubblica felicità*, scritto da Ludovico Muratori nel 1749.

³ Cfr. Derrick De Kerckhove, Università di Toronto, <http://www.utoronto.ca/mcluhan>.

REFERENCES

Argiolas, C., Prenza R. and Quaquero E. (2015), *Bim 3.0. Dal disegno alla simulazione*, Gangemi, Roma.

Botson, R., Rogers R. (2010), *What's Mine is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, HarperCollins, New York.

Campoli, A. (2005), "Idea, progetto, dettaglio", in Losasso, M. (Ed.), *Progetto e innovazione*, Clean, Napoli, pp. 78-91.

Canepro, L. (2012), *Fabbricazione digitale dell'architettura. Il divenire della cultura tecnologica del progettare e del costruire*, Angeli, Milano.

De Fusco, R (2001), "Internet non si addice all'architettura", *Op. Cit.*, n. 112.

Dupire, A., Hamburger, B., Paul J.C., Savignat, J.M. and Thiebaut, A. (1981), *L'architettura e la complessità del costruire*, Clup, Milano.

Eco, U. (2015), *La struttura assente. La ricerca semiotica e il metodo strutturale*, Bompiani, Milano.

Emery, N. (2011), *Distruzione e progetto. L'architettura promessa*, Marinotti, Milano.

Faroldi, E. (2014), "Ideazione, progettazione, costruzione, gestione: l'archi-

tettura del progetto. Sette note costruite", in Claudi De Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologie e progetto per la ricerca in architettura*, Clean, Napoli, pp. 85-102.

Gauntlett, D. (2011), *Making is connecting*, tr. it. Marsilio, Venezia, 2013.

Grima, J., Ratti C. et al. (2011), "Open Source Architecture (OSArc)", *Domus web, Domus*, n. 948.

Hugo, V. (1904), *Notre Dame de Paris*, Ollendorff, Paris.

Lauria, A. (2014), "Approccio esigenziale-prestazionale e qualità dell'abitare", in Claudi de Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in Architettura*, Clean, Napoli

Manzini, E. (1990), *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Domus Academy, 1989.

Micelli, S. (2011), *Futuro artigiano*, Marsilio, Venezia.

Ratti, C. (2014), *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Einaudi, Torino.

Vittoria, E. (1966), "Modelli quantità e struttura architettonica del paesaggio: appunti su una ricerca di architettura", *Zodiac*, n. 16, p. 27.

Vittoria, E. (1987), "Le tecnologie devianti per la progettazione ambientale", in Gangemi, V., Ranzo, P., *Il governo del progetto*, Luigi Parma, Bologna, pp. 62-71.

Vittoria, E. (1994), "Lo spazio vuoto dell'habitat", in La Creta, R., Truppi, C. (Eds.), *L'architetto tra tecnologia e progetto*, Angeli, Milano, pp. 116-124.

<http://ilmanifesto.info/larchitetto-meglio-corale/>

<http://www.domusweb.it/it/opinioni/2011/06/15/open-source-architecture-osarc-.html>

<http://www.utoronto.ca/mcluhan>

<http://www.arup.com>

we add the theories of the utopians of anti-space, virtuality and immateriality etc., we support the policy of not doing, which is nonetheless endorsed by a technology that has been proving fantastic in other fields. Therefore, we believe that Internet, as the emblem of the IT system, is an extremely relevant phenomenon that however doesn't suit architecture (De Fusco, 2001)". Time will tell us to what extent open space architecture is quite rightly part of the design's good practices, however we already know that the way a head is difficult and architects must be responsive, prehensile, agile, quick in imagining, meteoric in transforming a symptom, as De Carlo recommended. The story of Babel teaches this for sure: the worst sins are ambition and narcissism, the auto-regenerative desire of a single population, one language and one building, the deletion of differences, stan-

dardization and homologation. Today architecture makes it our responsibility to think of a cultural and operational model to rediscover diversities being fully aware of the validity of referring to a wide field of possibilities to draw from, of governance tools that were previously unthinkable, of a model that can adopt the characters of places, environment, societies and culture following an austere programme that considers resources as a limited heritage to care for and that looks at the building as a resilient, transformable and renewable object. What makes such a practice possible is the idea that design is the expression of a consistent technical feasibility that doesn't forget the original characters of the construction activity that have been wonderfully conveyed by the *métis* of the Greeks: "Warned by the *métis* that pervades him of all good and bad things in store for him, Zeus

doesn't know any distance between design and implementation: distance from which the traps of the unexpected arise in the lives of other Gods and mortal creatures (Dupire, et al., 1981)". Digital culture assigns to the project a deep transformative value. It facilitates the processes of decision-making and reduces the distances between the theory and the practice in the project. The necessary anticipation of many contents of the project is made possible exactly by the evolution of the traditional information modeling tools towards tools that offer simulations that involve operators from the beginning, including potential users. This innovative approach is linked to the concepts of prediction, cooperation, coordination, integration, dialogue and participation that can be adopted as new paradigms of contemporary building: a building able to face the new challenges

in order to make processes more efficient, reduce waste, optimize resource (Fig.3).

NOTES

¹ Cfr. Papanek V. (1973), *Design for the Real World*

² Referring to the essay *Della pubblica felicità*, written by Ludovico Antonio Muratori in 1749.

³ Cfr. Derrick De Kerckhove, Università di Toronto, <http://www.utoronto.ca/mcluhan>.

Daniele Fanzini, Irina Rotaru, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

Isabella Bergamini, Facultad de Ingeniería, Universidad Panamericana, Zapopan, Jalisco, México

daniele.fanzini@polimi.it
inarot@gmail.com
ibergamini@up.edu.mx

Abstract. Il contributo indaga il rapporto fra teoria e prassi in architettura, a partire dalla particolare similitudine tra la ricerca scientifica e quella progettuale, con l'obiettivo di alimentare il dibattito attorno a possibili evoluzioni degli strumenti disciplinari della Tecnologia dell'Architettura.

I contenuti sono così organizzati:

Il primo paragrafo analizza le affinità che hanno contribuito a formare l'apparato metodologico e strumentale della cultura tecnologica del progetto.

Il secondo introduce il rapporto tra cultura tecnologica del progetto e scienze post normali come possibile risposta alle condizioni di complessità ed incertezza del momento.

Il terzo evidenzia l'analogia fra i temi della sostenibilità ambientale, lo studio dei futuri e la progettazione tecnologica e ambientale, come base di partenza per ulteriori approfondimenti.

Parole chiave: progettazione ambientale, scienza post-normale, visioning process, design sustainability approach, project anticipation.

Teoria e prassi nel rapporto tra scienze normali e ricerca progettuale

mento euristico di una teoria - bensì in modo generativo e fondativo rispetto all'Arché, ovvero al principio unificatore donatore di ordine, senso e verità al mondo, alla città e all'uomo (Bucarelli, 2009). Il modo in cui la tecnologia dell'architettura ha interpretato questo rapporto sostenendo l'inscindibilità fra il pensiero teorico e i suoi esiti concreti, si è sviluppato nel tempo come una «storia fatta da una miriade di esempi di cosiddetta innovazione che, se analizzati a fondo, rivelano radicamento e tradizione» (Bertoldini, 2010, p. 188), piuttosto che rottura e totale discontinuità. Un percorso che negli anni si è mosso dai temi della fisicità dell'edificio a quelli dell'immaterialità dei pro-

Nel mondo antico il rapporto tra teoria e prassi era interpretato non in modo funzionale o strumentale - teoria in funzione della prassi o prassi come stru-

Theory and practice in environmental design: post normal sciences and visioning process oriented design for sustainability

Abstract. This contribution contains an analysis of the relationship between theory and practice in architecture, started from the particular similarity between scientific and design research and intended to nurture the debate around the possible evolution of the disciplinary tools of Architectural Technology.

The contents are organized as follows:

In the first section, there are investigated the affinities that supported the constitution of the methodological and instrumental apparatus of the technological culture of design.

The second part is introducing the relationship between technological culture of design and post-normal sciences as a possible answer to the particular conditions of complexity and uncertainty of the moment.

The third section is emphasizing the analogy between the instrumentations of several research areas that operate between environmental sustainability, futures stud-

cessi, contribuendo a sottrarre il progetto di architettura all'aura artistica, accrescendone la scientificità (Chiapponi, 1990; Torricelli, 2010). Ma se da una parte il rapporto con il mondo scientifico ha contribuito a migliorare qualità, efficacia ed efficienza dei processi produttivi, dall'altra ha creato le condizioni per l'affermarsi di quello che Chiapponi (1990, p. 55) definisce «fetichismo dei metodi», ossia la fiducia incondizionata nella possibilità di operare attraverso meccanismi e criteri standard, come per esempio l'uso surrogato del sistema normativo invece di una consapevole e appropriata attività di progettazione. A garanzia dei rischi di un tale atteggiamento, Andrea Branzi già negli anni '60 proponeva una nuova filosofia del progetto, al centro del quale non ci sono le discipline, bensì il destino dell'uomo di fronte alla complessità delle sfide della società postindustriale. Scrive Rattazzi (1997, p. 12): «per Branzi la ricerca progettuale è paragonabile alla ricerca scientifica: in entrambi i casi l'assenza di risultati immediati visibili è condizione necessaria per l'ottenimento di risultati futuri tangibili, concretamente realizzabili». La similitudine tra ricerca scientifica e progettazione ricorre spesso quando si affronta il rapporto tra teoria e prassi, tra agire fisico e riflessivo. A tal riguardo Gioeni (2011) propone un'interessante metodologia di ricerca riferibile al progetto di architettura, che pone al centro il ruolo della cultura del progetto e la figura dell'architetto quale suo principale fautore. Partendo dal contributo di Sinopoli, Gioeni analizza alcuni modelli filosofici, tra cui il «falsificazionismo ingenuo» di Karl Popper, la «critica alla struttura delle rivoluzioni scientifiche» di Thomas Kuhn e il «falsificazionismo metodologico sofisticato» di Imre Lakatos, per svelare le caratteristiche che il progetto di architettura condivide con la struttura della ricerca scientifica:

ies and technological and environmental design as a starting point for further operational insights.

Keywords: environmental design, post-normal science, visioning process, design sustainability approach, project anticipation.

Theory and practice in the relationship between normal sciences and design research

In the Antiquity, the relationship between theory and practice was not interpreted in a functional or instrumental way - theory as a function of practice or practice as a heuristic tool of a theory - but according to the generative and foundational mode of Arché, or rather to the unifying principle, assuring order, sense and truth for the world, city and people (Bucarelli, 2009). The interpretation adopted by the Architectural Techno-

logy that supports the inseparability between the theoretical thought and its tangible outcomes, has been advanced over time as a «history made of a myriad of examples of so-called innovation that, if analysed in depth, reveal radicalism and tradition» (Bertoldini, 2010, p. 188) rather than split-up and decisive discontinuity. Along the years, this endeavor moved from the themes of building's physicality to the ones of processes' immateriality, strengthening the scientific character of the architectural design and thus contributing to the superseding of its artistic aura (Chiapponi, 1990; Torricelli, 2010). If on the one hand the relationship with the scientific world has helped to improve the quality, effectiveness and efficiency of the production processes, on the other hand, it has created the conditions for the emergence of what Chiapponi (1990,

- l'andamento zigzagante, che trae le proprie predizioni - da sottoporre a verifica ed eventualmente a falsificazione - dalla rete congetturale delle ipotesi;
- la compresenza di teoria e pratica, al centro delle quali vi è la figura dell'architetto quale solutore del rompicapo;
- la necessità di comunicare e condividere il programma di ricerca con tutti gli operatori attraverso il progetto in quanto forma logica del processo decisionale.

Tali caratteristiche sono in seguito utilizzate da Gioeni (2011) per descrivere le condizioni di una corretta metodologia progettuale:

- il mantenimento di una elevata carica utopica, ideale e speculativa;
- la considerazione di entrambe le componenti della ricerca scientifica individuate da Lakatos, ossia la componente filosofica e quella normale;
- la condivisione e la giusta considerazione degli obiettivi e delle strategie di tutti gli attori coinvolti.

Le tre sottolineature fanno quindi emergere secondo Gioeni (2011) un rapporto non dogmatico tra teoria e prassi, ben distante dai rassicuranti modelli normo-quantitativi da una parte, o autoreferenziali dall'altra; un rapporto che Chiapponi (1990) definisce «sequenza ordinata di ipotesi, tecniche ed azioni orientate ad uno scopo». Il concetto di scopo emerge quindi quale elemento ordinatore del rapporto tra teoria e prassi nell'attività di progettazione, un concetto che, nel campo della cultura tecnologica del progetto, ha assunto connotazioni scientificamente verificabili attraverso i principi di adeguatezza e appropriatezza tecnologica (Gangemi, 1991). Il rapporto tra ricerca progettuale e scienze normali ha contribuito a supportare l'apparato metodologico e strumentale della tecnologia dell'architettura, nella piena consapevolezza del

p. 55) calls "the fetishism of methods", namely the unconditioned reliance on the possibility of operating through standard mechanisms and criteria, such as the surrogate use of regulatory system instead of a conscious and appropriate design activity. As an insurance of the risks of such an attitude, already in the 60s, Andrea Branzi proposed a new philosophy of the project, to the core of which there are no disciplines, but the fate of the man in front of the complexity of the challenges of post-industrial society. Rattazzi (1997, p. 12) writes that «For Branzi design research is comparable to scientific research: in both cases, the absence of immediate visible results is a necessary condition for obtaining future tangible results».

The resemblance of scientific research to design is often used when considering the relationship between theory

and practice, between physical and reflective action. Gioeni (2011) provides an interesting interpretation meant to define a research methodology applicable to the architectural design and focusing on the role of design culture and on the architect as main carrier of this culture. Starting from the contribution of Sinopoli, she is analysing some philosophical models, among which the "naive" falsification of Karl Popper, the criticism of the structure of scientific revolutions by Thomas Kuhn and the sophisticated methodological falsification of Imre Lakatos, to uncover the characteristics that the architectural design has in common with the structure of scientific research:

- the zigzag pattern: that draws its predictions - to be tested and possibly also submitted to the falsification process - from the speculative network of hypotheses;

ruolo dell'architetto, il quale, facendo leva sulle proprie conoscenze, supporta un percorso strategico individuale ispirato da immaginazione e creatività (Gangemi, 1992, citato in Rattazzi, 1997, p. 21). Nardi (2001) introduce il concetto di euristica del progetto per esprimere la particolarità di una ricerca che, pur non avendo ancora chiara la propria destinazione finale, possiede già, nell'individuazione del problema posto, le potenzialità per fornire la risposta corretta. Nulla quindi di riconducibile a un percorso oggettivabile, ma un processo continuo di significazione e risignificazione, che nutrendosi delle evidenze del sapere tecnico scientifico orienta e riorienta l'apporto creativo in funzione degli obiettivi e dei condizionamenti del contesto. In questo senso il rapporto tra teoria e prassi nella cultura tecnologica del progetto assume i connotati di un percorso circolare di tipo "do ut des", che cogliendo le anomalie le traduce coerentemente in progressivi slittamenti del progetto, con un metodo di indagine non dissimile da quello propriamente scientifico (Nardi, 2001).

Teoria e prassi nel rapporto tra scienze post-normali e ricerca progettuale

del progetto e dei suoi sofisticati apparati metodologico-strumentali, è oggi messo a dura prova dal portato di complessità e incertezza dei cambiamenti in atto. Gregory (2016) evidenzia efficacemente le caratteristiche di tale cambiamento a partire dalla nostra stessa visione del mondo, che alterando l'orizzonte di senso al quale riconduciamo le teorie, favorisce la pluralizzazione e

Il consapevole e coerente rapporto tra teoria e prassi, tra progetto pensato e realizzato, tra utopia e realtà, che garantisce la solidità della cultura tecnologica

- the coexistence of theory and practice: in between which there is the architect as a puzzle solver;
- the need to communicate and share the research program with all stakeholders through the project as a logical form of decision-making process.

These features are then used by Gioeni (2011) to describe the conditions of an appropriate design methodology:

- the perpetuation of a high level of utopia, idealism and speculation;
- the consideration of both scientific research components identified by Lakatos, namely the philosophical component and the normal one;
- the sharing and appropriate considerations of the objectives and strategies of all the actors involved.

According to Gioeni (2011), these three points reveal a non-dogmatic connexion between theory and practice,

far away from the reassuring normo-quantitative models on one side or self-referential ones on the other; a relationship that Chiapponi (1990) defines as an «ordered sequence of hypotheses, techniques and actions oriented towards a purpose». The concept of purpose emerges thus as an element ordering the relationship between theory and practice in design, a concept that, in the technological culture of the project, has got scientifically verifiable connotations through the principles of technological adequacy and appropriateness (Gangemi, 1985).

The rapport between design research and normal sciences has supported the methodological and instrumental apparatus of the architectural technology, in the conditions of full awareness of the role of the architect, who, by relying on his own knowledge, sustains an individual strategic path inspired by

diffusione di significati e valori. Per dirla con Rullani (2014), invece di un approccio basato sul rischio calcolato, acquista maggior risalto la possibilità di istituire una visione creativa del mondo al fine di porsi nuove domande: dove andiamo? Con chi? Per che cosa? È come se la modernità, impantanata nella complessità creata dalla sua stessa crescita, avesse compromesso il funzionamento degli automatismi di efficienza basati sul calcolo impersonale, e chiedesse aiuto alle persone e alla loro innata capacità di fronteggiare creativamente la complessità per dare senso all'azione nel presente (Rullani, 2014).

Il "senso" assume un significato particolare nella nuova visione del mondo e diviene argomento ricorrente delle politiche e delle strategie di azione. Ampliando il concetto di "scopo", esso modifica il rapporto tra teoria e prassi del progetto, definendo l'orizzonte al quale guardare per orientare l'azione nel presente. Senso e scopo sono parole che hanno un significato analogo, ma una differenza sostanziale: la prima assume toni più sfumati e ampi, che chiamano in causa la capacità di leggere in modo anticipante la realtà. Di fronte a un tale cambiamento gli apparati metodologico strumentali del progetto, tra cui quelli proposti dalla Tecnologia dell'Architettura, manifestano i propri limiti: se produrre valore attraverso la generazione creativa di senso (Rullani 2014) può rappresentare una strategia per superare le difficoltà del momento, come è possibile collegare tale strategia all'azione? Scrivono Angelucci, Cellucci, Di Sivo e Ladiana (2015, p. 70): «Le previsioni di lungo periodo, non sempre attuabili, necessitano di interfacce di definizione proiettiva, decisionale e gestionale che permettano di configurare e sviluppare azioni alternative». Questa particolare dimensione del progetto, a cavallo tra teoria generativa di nuove idee e loro traduzione in pratica attraverso

adeguate prassi progettuali, può rappresentare l'ambito nel quale riaffermare il ruolo fondamentale e trainante della disciplina. Un ruolo conteso da altri settori scientifico disciplinari, quale per esempio quello della pianificazione urbanistica e territoriale, che da semplice strumento di contrattazione del regime dei suoli (Scaglione, 2014), si propone oggi come disciplina di progetto, ricomponendo lo strappo tra teoria e prassi e affermando il ruolo dell'urbanista quale principale artefice degli interventi di trasformazione del territorio (Ricci, 2014).

Le ricerche scientifiche concernenti teoria del caos, postmodernismo e scienza postnormale¹ (S. O. Funtowicz e Ravetz, 1993) offrono metodi diversi per affrontare i fatti che non possono essere spiegati attraverso i paradigmi esatti della scienza e delle discipline tradizionali, in particolare quando i medesimi sono incerti, i valori in discussione sono elevati e le decisioni urgenti. Questo approccio, una volta riferito alla ricerca progettuale, si traduce nella "logica fuzzy" della "front end innovation" (Celi, 2010) nelle sue declinazioni riferite al progetto di architettura e urbano (Fanzini, Casoni, Bergamini, e Rotaru, 2014). In questa logica i progettisti rielaborano la conoscenza scientifica per materializzare manufatti, servizi ed esperienze al fine di rispondere ai bisogni del sistema di produzione e della società civile chiamata a collaborare. Il loro "stare nel mezzo", tra il sistema di produzione della conoscenza da una parte e gli ambiti della sua applicazione dall'altra, li pone nelle condizioni di utilizzare la conoscenza e gli strumenti scientifici esistenti ritarandoli allo scopo. Nel rapporto tra la verità assoluta di una teoria scientifica e il verosimile, i progettisti contemporanei si collocano più vicino al verosimile, giustificando le proprie scelte non solo attraverso i precetti delle scienze esatte, ma anche attraverso il filtro valo-

imagination and creativity (Gangemi, 1992 quoted in Rattazzi 1997, p. 21). Nardi (2001) introduces the concept of project heuristic to express the particularity of a research that, while not having a clear final goal yet, already has in the identification of the problem the potential to provide the correct answer. Therefore, there is nothing leading to an undertaking possible to objectify, but a continuous process of signification and re-signification that based on the evidence of the technical and scientific knowledge, orients and reorients the creative input depending on the objectives and constraints of the context. In this sense, at the level of the technological culture of design, the relationship between theory and practice takes the form of a "do ut des" circular course that exploits the anomalies by coherently translating them in progressive project sliding, with a research me-

thod similar to the properly scientific one (Nardi 2001).

Theory and practice in the relationship between post-normal sciences and design research

The mindful and consistent relationship between theory and practice, between imagined and implemented project, between utopia and reality, which guarantees the robustness of the technological culture of design and of its sophisticated methodological and instrumental equipment, is now challenged by the complexity and uncertainty of the changes in progress. Gregory (2010) effectively emphasises the features of such a change starting from our own vision of the world that promotes the pluralisation and dissemination of senses and values by altering the horizon of meaning to which people relate theories. With Rullani (2014) the appro-

ach based on an estimated risk lets the place to the possibility of establishing a creative vision of the world in order to ask new questions: where are we going? With whom? Why? It is as if the modernity mired in the complexity created by its own growth, would compromise the functioning of efficiency automatisms based on impersonal calculation and would ask for help from people and their innate ability to creatively approach complexity to make the present action meaningful (Rullani, 2014). In the new vision of the world, the "meaning" assumes a particular significance and becomes a recurrent issue of the policies and strategies of action. Widening the concept of "purpose", it modifies the relationship between theory and project practice, defining the horizon to look at in order to guide present action. Meaning and purpose are words having a similar sense, but a major dif-

ference: the first one integrates wider and more nuanced tones that refer to the ability to interpret the reality in an anticipatory manner. Faced with such a change, the instrumental methodological apparatus of the project, including those proposed by the Architectural Technology, show their own limits: if producing value through the creative generation of meaning (Rullani, 2014) might be a strategy to overcome the actual difficulties, how is it possible to connect such a strategy to action? According to Angelucci, Cellucci, Di Sivo and Ladiana (2015, p. 70): «being not always feasible, long-term forecasts (objectives and values) require (instrumental, procedural and technical) interfaces for the projective, decision-making and management definition that allow the configuration and development of alternative actions». This particular dimension of the project, po-

riale incerto e dinamico del sistema studiato (Celaschi, 2016). Il problema è quindi quello di orientare questi riferimenti teorici al mondo della progettazione, definendo per esempio le interfacce sfruttabili dell'innovazione valoriale e prefigurando nuovi quadri di riferimento contestuali, processuali e metodologico/strumentali capaci di orientare l'azione nell'incertezza del presente. Un importante aspetto valoriale secondo il punto di vista ecologico è senza dubbio quello che fa riferimento al principio della vivibilità dell'ambiente, un tema estremamente complesso rispetto al quale si stanno compiendo interessanti sperimentazioni a cavallo tra discipline della progettazione, scienze umane, scienze post normali e orientamento al futuro.

Teoria e prassi nella progettazione ambientale: visioning process oriented design per la sostenibilità

dello sviluppo sostenibile e della nostra responsabilità nei confronti delle generazioni a venire sorgono infatti da un atteggiamento volontaristico di fronte al futuro (Godet e Durance, 2011), le cui implicazioni comportano la soluzione di problemi 'post-normali', nel significato visto in precedenza. Scrive Puglisi (2001, p. 440):

«New planning debates on sustainability require new ways of thinking about the future, and call planners, decision makers and governments for producing a deeper and more explicit knowledge of existing relations between present and future actions. [...] the recognised and shared distrust in the power of the science and the debates on chaos theory, post-modernism and post-normal science suggest that a new approach to the future is

Gli studi in campo ecologico e ambientale forniscono un'interessante interpretazione del rapporto tra progetto e scienze post normali in chiave futura: la questione

sitioned between the theory generating new ideas and their translation into practice through appropriate design practices, may represent the area in which to reaffirm the fundamental and leading role of the discipline. Today, this role is disputed by other scientific areas, such as, for example, that of planning, which from simple regulator of land regimes (Scaglione, 2014), tries to impose as a design discipline filling the gap between theory and practice and affirming the role of the urban planner as main director of the territorial transformation interventions (Ricci 2014). Scientific research on chaos theory, post-modernism and post-normal science¹ (S. O. Funtowicz and Ravetz, 1993) provide different methods to face facts that cannot be explained through the exact paradigms of science and traditional disciplines, particularly when facts are uncertain, discussed va-

lues are high and decisions are urgent. Once referred to the design research, this approach is translated into the "fuzzy logic" of "front end innovation" (Celi, 2010) in its variations related to the architectural and urban design (Fanzini, Casoni, Bergamini, and Rotaru, 2014). Compliant with this logic, designers re-elaborate scientific knowledge to materialize products, services and experiences in order to meet the needs of the production system and civil society called to collaborate. Their intermediary position between the knowledge production system on one side, and the fields of its application on the other, enables them to use the available knowledge and scientific instruments readjusting them to the goal. Between the absolute truth of a scientific theory and the plausible, the contemporary designers are placed closer to the plausible (reality), ju-

required in order to deal with global complexity and uncertainty. This new approach would emphasise the fact that the future is deeply uncertain and options are variable, that the future is not a given dimension, but it is our responsibility to build goals and make choices and actions to reach them».

Puglisi offre una overview piuttosto estesa e approfondita delle metodologie per lo studio dei futuri nel campo delle discipline ambientali e dell'agricoltura, ma anche altri campi del sapere propongono studi ed esperienze altrettanto interessanti. Nel campo delle policy urbane, per esempio, la pianificazione strategica è interpretata come una vera e propria tecnologia per tradurre la teoria del *Long Term Thinking* nella pratica urbanistica (Cerreta, Concilio, e Monno, 2010; Ermacora e Bullivant, 2016). Tale approccio ha portato alla revisione dei modelli di spatial planning, che attraverso la *Multi Criteria Evaluation* guardano a nuove forme di coinvolgimento attivo dei portatori d'interesse per ricongiungere teoria e pratica all'interno del cosiddetto "post normal approach" (S. Funtowicz e Ravetz, 2003). Forme simili sono praticate in altri settori: - nel campo della progettazione architettonica, urbana e territoriale, la scenaristica ed i processi di visioning partecipati sono assunti quali strumenti per superare la logica del masterplan, e introdurre il fattore tempo nella processualità delle strategie di rigenerazione urbana (Ciorra, Garofalo e Rossi, 2015; Viganó, 2008); - nel campo del design del territorio, i metodi di lavoro mutuati dalla ricerca antropologica generano nuovi approcci progettuali basati sui concetti di "innovazione territoriale" e di "ricerca-azione" (Villari, 2012).

In generale è possibile affermare che, sebbene già a partire dal 1960 - ovvero da quando cominciarono a diffondersi le metodologie per lo studio dei futuri - diverse discipline abbiano pro-

stifying their choices not only through the rigid principles of the exact sciences, but also through the dynamic and uncertain value filter of the studied system (Celaschi, 2016). Therefore, the issue is to adapt these theoretical references to the design world, by defining, for example, the exploitable interfaces of value innovation and foreshadowing new (contextual, procedural and methodological/instrumental) reference framework, able to direct the action in the present conditions of uncertainty. According to the ecological point of view, this is an important aspect of value and, undoubtedly, the one that refers the principle of environment's liveability, extremely complex theme on which there are being made interesting experiments positioned between design disciplines, human sciences, post-normal sciences and orientation to the future.

Theory and practice in environmental design: visioning process oriented design for sustainability

The ecological and environmental studies provide an interesting future oriented interpretation of the relationship between design and post normal sciences: the sustainable development and our responsibility towards the generations to come [...] arise in fact from a proactive attitude to the future (Godet and Durance, 2011), the implications of which involve solving 'post-normal' problems, as previously explained. According to Puglisi (2001):

«New planning debates on sustainability require new ways of thinking about the future, and call planners, decision makers and governments for producing a deeper and more explicit knowledge of existing relations between present and future actions. [...] the recognised and shared distrust in the power of the

dotto avanzamenti interessanti nel campo del rapporto tra progetto, scienze post normali e studio di futuri, molto resti ancora da fare per riportare questi possibili sviluppi al presente, delineando le necessarie strategie di transizione (Amara, 1974 citato in Khakee, 2010, p. 201). L'ambito è certamente quello in cui la Tecnologia dell'Architettura ha dato e può continuare a dare il maggiore contributo. Come sottolinea Torricelli (2010, p. 151) «la cultura tecnologica dell'architettura al suo affermarsi come disciplina del progetto contemporaneo verso la metà degli anni '50 [...] si propose come dibattito sul metodo e sulle teorie del progetto», un atteggiamento che da sempre riconduce la nozione di progetto all'invenzione di possibili futuri (Perriccioli, 2012). Grazie all'intuito e alle straordinarie doti teorico-pratiche di figure quali Edoardo Vittoria, Marco Zanuso, Pierluigi Spadolini, Giuseppe Ciribini, la predisposizione al progetto come atto anticipante della disciplina si è tradotta in metodologie e strumenti codificati che hanno informato la ricerca teorica e progettuale di intere generazioni di studiosi.

Il salto quantico derivante dall'estensione del progetto tecnologico ai temi ambientali richiede oggi l'aggiornamento di questo importante patrimonio di conoscenza, risalendo, come ha proposto Giuffrè (citato in Antonini, 2013, p. 44), alle radici della stessa capacità di anticipazione evocata da Sinopoli, e praticata da Ciribini, attraverso la naturale «inclinazione alla trasgressione, all'andare oltre le cose che sembrano acclamate o divenute ormai punto fermo, per trovarne altre, ai confini della disciplina che si pratica». Una capacità di trasgressione però sempre attenta alle esigenze del reale, così come altre importanti figure precursori della disciplina, quali Richard Buckminster Fuller e Victor Papanek, hanno insegnato.

science and the debates on chaos theory, post-modernism and post-normal science suggest that a new approach to the future is required in order to deal with global complexity and uncertainty. This new approach would emphasise the fact that the future is deeply uncertain and options are variable, that the future is not a given dimension, but it is our responsibility to build goals and make choices and actions to reach them. » Puglisi provides a rather extensive and in-depth overview of the methodologies for the study of the future in environmental disciplines and agriculture, but other fields of knowledge offer equally interesting studies and experiences. In the field of urban policies, for example, strategic planning is seen as an authentic technology used to apply the Long Term Thinking theory in the urban planning practice (Cerreta, Concilio, and Monno, 2010; Ermacora

and Bullivant, 2016). This attitude has led to the revision of the spatial planning models that through the Multi Criteria Evaluation consider new forms of active involvement of stakeholders so that to reconnect theory and practice in the post-normal approach (S. Funtowicz and Ravetz, 2003). Similar forms are applied in other sectors: - in architecture and in urban and territorial design, scenarios building and participative visioning processes are employed as tools to overcome the masterplan logic, and introduce the time factor in the processes of urban regeneration strategies (Ciorra, Garofalo, and Rossi, 2015; Viganó, 2008); - in the field of territorial design, work methods borrowed from the anthropological research generate new project approaches based on the concepts of territorial innovation and research-action (Villari, 2012).

Il rapporto con le discipline dell'anticipazione e lo studio dei futuri appare in questo senso promettente. In letteratura è possibile identificare due tendenze imperanti: quelle basate su metodi riferibili al “Design Sustainability Approach”, e quelle che fanno maggiore riferimento ai modelli procedurali di tipo sistemico per i sistemi organizzativi. Mentre le prime si concentrano sugli aspetti di coerenza interna al processo di visioning per dare forma a stati futuri desiderati (in una logica simile a quella delle metodologie di gestione per la qualità), le seconde considerano prioritariamente gli aspetti gestionali mediante i quali produrre i contenuti della vision. Fanno per esempio parte della prima categoria alcuni recenti ed interessanti studi in tema di futuro delle città basati su set di criteri essenziali per la sostenibilità (Ortegon-Sanchez e Tyler, 2016; Wiek e Iwaniec, 2014). Rientrano invece nella seconda categoria i modelli di visioning process che, a partire dalla teoria cibernetica della “Law of request variety”, stabiliscono approcci più o meno aperti e partecipati alla produzione di nuova conoscenza attraverso la pratica del foresight (Dufva, 2015; Hayward, 2004; Iwaniec, 2013; Kim e Oki, 2011; Voros, 2003). Entrambe le categorie mostrano spiccate analogie con la strumentazione dell'approccio sistemico ed esigenza-prestazionale della Tecnologia dell'Architettura, e con la natura stessa della Progettazione ambientale così come descritta da Giuffrè (2014), ossia un processo dialettico perseverante di continuità/discontinuità:

- che si fonda sui concetti di adeguazione alle condizioni di sostenibilità del contesto e di corrispondenza ai parametri di riferimento delle azioni;
- che procede con fare metodologico di falsificazione e di confutazione, simile a certe analisi di fattibilità che la tecnologia

Generally, it can be said that already since 1960 (when the methodologies for the study of the future started to spread), various disciplines produced interesting advances regarding the relationship between design, post-normal sciences and the study of the future. However, much remains to be done to refer these possible developments to the present, outlining the necessary transition strategies (Amara, 1974 quoted in Khakee p. 201). This is for sure the field to which the Architectural Technology has been and can continue to be the major contributor. As pointed out by Torricelli (2010, p. 151) «since its inception in the '50s, the Architectural Technology has assumed an inclusive and anticipatory attitude in creative design», an approach that is always leading the notion of project to the invention of possible futures (Perriccioli, 2010). Thanks to the intu-

ition and extraordinary theoretical and practical skills of scholars such as Edoardo Vittoria, Marco Zanuso, Pierluigi Spadolini, Giuseppe Ciribini, the predisposition for the project as anticipatory act of the discipline has been translated in established methodologies and tools that have informed the theoretical and practical research of several generations of scholars.

The quantum shift resulting from the extension of the technological project to environmental issues, requires now the updating of this important knowledge capital, going back, as proposed Giuffrè (quoted in Antonini, 2013, p. 44), to the roots of the same anticipation capacity evoked by Sinopoli and practiced by Ciribini, through the natural «inclination to transgression, to going beyond known or established things, in order to identify some others at the borders of the considered disci-

dell'Architettura ha mutuato da altre discipline, ma con maggiore attenzione agli aspetti immateriali;

- che prefigura il “progettare come anti vedere” e la progettazione ambientale come un processo di eventi discorsivi e governati di conoscenza e di comunicazione.

A livello globale assistiamo a un proliferare di sperimentazioni atte a definire e condividere teorizzazioni, protocolli e best practice (si pensi per esempio alla *Sustainable, Development Knowledge Platform*), ma poche sono quelle in grado di raggiungere un adeguato standard di operabilità. Tra queste è utile senz'altro ricordare il *Conceptual model for transformative urban planning* dell'University College di Londra che può aprire alla definizione di nuove categorie esigenti per la progettazione di interventi di trasformazione dell'ambiente costruito a scala urbana (Ortegon-Sanchez e Tyler, 2016).

I destini delle Progettazione Tecnologica e Ambientale e quelli delle cosiddette discipline dell'anticipazione sembrano quindi incrociarsi, non solo in quanto convergenti rispetto ad alcune posizioni teoriche riferite ai temi della post modernità, ma anche perché sollecitate dalle esigenze del mondo reale e da alcune importanti riforme che si profilano all'orizzonte: in primis quella del codice degli appalti pubblici, che attribuisce agli studi di fattibilità il compito fondamentale di garantire la salvaguardia degli interessi futuri della collettività. In questo senso la scenaristica quale metodologia esplorativa di possibili futuri rappresenta un interessantissimo strumento dalla duplice valenza: se usato in senso non predittivo, ma cognitivo ed euristico, può sollecitare l'immaginario collettivo e migliorare la risposta degli operatori all'azione orientativa delle politiche pubbliche (Fanfani, 2007); se usato in chiave valutativa, può essere assunto quale strumento di

plene». This is nevertheless a transgression capacity constantly attentive to the real demands, as taught by other important researchers in the field like Richard Buckminster Fuller and Victor Papanek.

In this sense, the connection with the disciplines of anticipation and future studies looks promising. A literature review allows the identification of two prevailing trends: those based on methods related to Design Sustainability Approach, and those that refer essentially to systemic procedural models for organizational systems. While the former ones focus on the internal coherence of the visioning process so that to define desired future states (according to a logics similar to the one of the Quality Management methodologies), the latter are giving priority to the management aspects allowing to produce the content of a vision. The first category includes,

for instance, some recent interesting studies on the future of the cities, based on a set of sustainability criteria (Tyler, 2015; Weik and Iwaniec, 2014). The second category contains instead the visioning process models that, starting from the “Law of request variety” cybernetic theory, establish more or less open and participatory approaches for the production of new knowledge through the foresight practice (Hayward, 2004; Voros, 2003; Kim and Oki, 2010; Dufva, 2015, Iwaniec, 2015). Both categories display clear analogies with the instrumentation of the systemic and performance-demand approach of the Architectural Technology and with the very nature of the Environmental Design as described by Giuffrè (2014), namely a persevering dialectical process of continuity/discontinuity:

- founded on the concepts of adaptability to the context's sustainability

riduzione della conflittualità attraverso il riconoscimento delle sfere valoriali in gioco (Adobati et al., 2007). Nel primo caso lo scenario si costituisce come anticipazione progettuale da tradurre successivamente in strategia. Nel secondo caso come lo strumento di valutazione quali-quantitativa per gestire gli incontri collegiali di discussione nei processi di public engagement, quale il *debat publique*.

Conclusioni

Il rapporto tra teoria e prassi che garantisce la solidità della cultura tecnologica del progetto, e dei suoi sofisticati apparati metodologico-strumentali, è oggi messo a dura prova dal portato di complessità e incertezza dei cambiamenti in atto. Il “senso” dell'azione progettuale, ampliando il concetto di “scopo” quale elemento ordinatore del rapporto tra teoria e prassi nell'attività di progettazione, pone il problema di imprimere un'accelerazione a quel lento processo di lento avanzamento della disciplina fatto da una miriade di progressivi miglioramenti improntati a radicamento e tradizione di cui parla Bertoldini (2010). L'accelerazione è data dalla necessità di superare il tradizionale e rassicurante approccio normativo al progetto, adottando pratiche orientate all'esplorazione creativa dell'inedito, e alla reinterpretazione del rapporto fra teoria e prassi.

Il dibattito su teoria del caos, post-modernismo e scienza post-normale, soprattutto in campo ambientale, aprono il campo a nuove tecnologie per stimolare la creatività, legittimare la qualità delle decisioni e quindi gestire la complessità dei processi decisionali: «the gap between sustainability rhetoric and sustainability practices can be reconceptualised through the practice of science as post-normal and through developing the notion

conditions and of correspondence to the reference parameters of the actions;

- that has a falsification and confutation methodology similar to certain feasibility analysis that Architectural Technology has borrowed from other disciplines, but with increased attention to intangible aspects;
- that prefigures the “design as anticipatory vision” and the environmental design as a process of discursive events governed by knowledge and communication.

At general level, it is to be noticed a proliferation of experiments meant to define and share theories, protocols and best practices (for example the Sustainable Development Knowledge Platform), but few are able to achieve an adequate standard of operability. Among these, it is certainly useful to recall the “Conceptual model for tran-

sformative urban planning” of University College London that can lead to the definition of new demand categories for the design of interventions of built environment transformation at urban scale (Tyler, 2016).

The destinies of Technological and Environmental Design and those of the so-called anticipation disciplines seem to cross, not only because convergent regarding some theoretic positions on post-modernity, but also because they are solicited by the needs of the real world and by some important looming reforms: primarily that one of the public procurement code, which attaches to the feasibility studies the fundamental task of ensuring the preservation of the future interests of the community. In this sense, scenarios-building, as a methodology of exploring possible futures, is a very interesting tool with double meaning. If used in a non-

of post-normal sustainability technologies» (Frame e Brown, 2008, p. 225). In questa logica la Tecnologia dell'Architettura, lavorando al confine tra creazione e uso della conoscenza, può rafforzare ulteriormente il proprio ruolo di disciplina del fare consapevole.

NOTE

¹ Per la definizione di "scienza post normale" si veda: Funtowicz, S. and Ravetz, J. (2003), "Post-normal science", International Society for Ecological Economics and Online Encyclopedia of Ecological Economics, available at: <http://isecoeco.org/pdf/pstnormsc.pdf> (accessed 6 December 2016)

REFERENCES

Angelucci, F., Cellucci, C., Di Sivo, M., and Ladiana, D. (2015), "The Measurable and the Real Quality of Life in the City. Urban regeneration as a technological correlation of resources, spaces and inhabitants", *Techne*, n. 10, pp. 67-76.

Antonini, E. (2013), "Memory of the future: round table discussion about Giuseppe Ciribini", *Techne*, n. 6, pp. 43-47.

Bertoldini, M. (2010), "Cultura tecnologica della progettazione: un percorso della conoscenza", in Perriccioli, M., Orlandi F. (Eds.), *L'officina del pensiero tecnologico*, Alinea, Firenze, pp. 183-214.

Bucarelli, M. (2009), "Teoria e prassi nel pensiero occidentale", available at: www.uniroma2.it/didattica/IF/deposito/Teoria_e_Prassi_nel_pensiero_occidentale.doc (accessed 6 december 2016).

Bullivant, L., Ermacora, T. (2016), *Recorded city. Co-creating urban futures*, Routledge, London.

Celi, M. (2010), "Prolegomi allo studio dell'advanced design", in Celi, M. (Ed.), *AdvanceDesign: visioni, percorsi e strumenti per predisporre all'innovazione continua*, McGraw-Hill, Milano, pp. 47-63.

predictive, but cognitive and heuristic sense, it may solicit the collective imagination and improve the reaction of the operators to the orienting action of public policies (Fanfani, 2007). If used in evaluation key, it can be taken as an instrument of conflict reduction through the recognition of the value spheres at stake (Adobati et al., 2007). In the first case, the scenario is constituted as design anticipation useful for detailing the strategy and translating it into objectives and operational decisions. In the second case, the scenario may be an instrument to manage the collegial discussion meetings in the processes of public engagement, like the public debate.

Conclusions

The relationship between theory and practice ensuring the soundness of the technological culture of design and of

its sophisticated methodological and instrumental equipment is now challenged by the degree of complexity and uncertainty of the changes underway. While widening the concept of "goal" as an element ordering the relationship between design theory and practice, the "sense" of the design action raises the problem of accelerating the slow process of advancement of the discipline made of a myriad of progressive enhancements marked by the rootedness and tradition mentioned by Bertoldini (2010). The acceleration is given by the need to overcome the traditional and reassuring normative approach of the project through practices oriented to the creative exploration of novelty, and to the reinterpretation of the relationship between theory and practice. In this respect, the debate on chaos theory, post-modernism and post-normal science, especially in the environmental

Celaschi, F. (2016). *Non industrial design: contributi al discorso progettuale*, Luca Sossella Editore, Bologna.

Cerreta, M., Concilio, G. and Monno, V. (2010), *Making Strategies in Spatial Planning: Knowledge and Values*, Springer Netherlands.

Chiapponi, M. (1990), *Ambiente: gestione e strategia: un contributo alla teoria della progettazione ambientale* (2nd ed.), Feltrinelli, Milano.

Ciorra, P., Garofalo, F. and Rossi, P.O. (Eds.) (2015). *Roma 20-25: nuovi cicli di vita della metropoli = new life cycles for the metropolis*, MAXXI Quodlibet, Macerata.

Dufva, M. (2015), *Knowledge creation in foresight: A practice- and systems-oriented view* (Publication Series Doctoral dissertation), Aalto University, available at: <https://aaltodoc.aalto.fi:443/handle/123456789/19322>.

Ermacora, T., Bullivant, L. (2016), *Recorded city: co-creating urban futures*, Routledge, New York, NY.

Fanzini, D., Casoni, Bergamini, I. and Rotaru, I. (2014), "Advance Design for Territorial Innovation and Development", *Proceeding of the 5th International Forum of Design as a Process*, Guadalajara, MX, pp. 157-165.

Frame, B., Brown, J. (2008), "Developing post-normal technologies for sustainability", *Ecological Economics*, Vol. 65, No. 2, pp. 225-241.

Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R. (1993), "Science for the post-normal age", *Futures*, Vol. 25, No. 7, pp. 739-755.

Funtowicz, S., Ravetz, J. (2003), "Post-normal science", *International Society for Ecological Economics and Online Encyclopedia of Ecological Economics*, available at: <http://isecoeco.org/pdf/pstnormsc.pdf> (accessed 6 December 2016).

Gangemi, V. (Ed.), (1991), *Architettura e tecnologia appropriata* (3. ed), Franco Angeli, Milano.

Gioeni, L. (2011), "Metodologia e gestione del processo progettuale", *'ANANKE*, No. 69, pp. 24-33.

Giuffrè, R. (2014), "La progettazione ambientale, una disciplina umanistica, non un mestiere tecnico", in A. Claudi de Saint Mihiel (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in architettura*, CLEAN, Napoli, pp. 39-51.

field, allows the implementation of new technologies to stimulate creativity and legitimize the quality of decisions, thus managing the complexity of decisional processes: «the gap between sustainability rhetoric and sustainability practices can be reconceptualised through the practice of science as post-normal and through developing the notion of post-normal sustainability technologies» (Frame and Brown, 2008, p. 225). Working at the border between the creation and use of knowledge, the Architectural Technology can thus further strengthen its own role of conscious making discipline.

NOTES

¹ The term 'post-normal' provides a contrast to two sorts of 'normality'. One is the picture of research science as 'normally' consisting of puzzle solving within the framework of an unquestio-

ned and unquestionable 'paradigm', in the theory of Kuhn. Another is the assumption that the policy context is still 'normal', in that such routine puzzle solving by experts provides an adequate knowledge base for decision-making. [...] Whatever its causes, we can no longer assume the presence of this sort of 'normality' of the policy processes of the environment and sustainability» (Funtowicz e Ravetz, 2003).

- Godet, M., Durance, P. (2011), "Strategic foresight for corporate and regional development", DUNOD-UNESCO-Fondation Prospective et Innovation, Paris, available at: <http://en.lapropective.fr/books/10-strategic-foresight-for-corporate-and-regional-development.html>
- Gregory, P. (2010), "Teorie dell'architettura. XXI secolo", available at: [http://www.treccani.it/enciclopedia/teorie-dell-architettura_\(XXI-Secolo\)](http://www.treccani.it/enciclopedia/teorie-dell-architettura_(XXI-Secolo)) (accessed 6 December 2016)
- Hayward, P. (2004), "Facilitating foresight: where the foresight function is placed in organisations", *Foresight*, Vol. 6, No. 1, pp. 19-30.
- Khakee, A. (2010), "Futures Studies and Strategic Planning", in Cerreta, M., Concilio, G. and Monno, V. (Eds.), *Making Strategies in Spatial Planning*, Springer Netherlands, pp. 209-219.
- Kim, J., Oki, T. (2011), "Visioneering: an essential framework in sustainability science", *Sustainability Science*, Vol. 6, No. 2, pp. 247-251.
- Iwaniec, D. (2013), *Crafting Sustainability Visions-Integrating Visioning Practice, Research, and Education* (Doctoral dissertation), Arizona State University, available at: https://repository.asu.edu/attachments/125938/content/Iwaniec_asu_0010E_13487.pdf
- Nardi, G. (2001), *Tecnologie dell'architettura: teorie e storia*, Libreria CLUP, Milano.
- Ortegon-Sanchez, A., Tyler, N. (2016), "Constructing a Vision for an 'Ideal' Future City: A Conceptual Model for Transformative Urban Planning", *Transportation Research Procedia*, No. 13, pp. 6-17.
- Perriccioli, M. (Ed.), (2012), *Incontri dell'Annunziata: giornate di studio sull'innovazione tecnologica, 8. edizione: ricerca tecnologica per progettare nel contesto post-industriale*, Gangemi, Roma.
- Puglisi, M. (2001), "The study of the futures: an overview of futures studies methodologies", in D. Camarda and L. Grassini (Eds.), *Interdependency between agriculture and urbanization: conflicts on sustainable use of soil and water*, CIHEAM, Bari, pp. 439-463.
- Rattazzi, C. (1997), *Andrea Branzi: militanza tra teoria e prassi*, Franco Angeli, Milano.
- Ricci, M. (2014), "Nuovi paradigmi", in Franceschini A. (Ed.), *Sulla città futura, verso un progetto ecologico*, List Lab, Trento, pp. 70-80.
- Rullani, E. (Ed.) (2014), *Sense-making: la nuova economia del valore*, Franco Angeli, Milano.
- Scaglione, P. (2014), "Premessa", in Franceschini A. (Ed.), *Sulla città futura, verso un progetto ecologico*, List Lab, Trento, pp. 3-7.
- Tyler, N. (2015), "Constructing a vision for an ideal future city: a conceptual model for transformative urban planning", *Proceedings of the 2015 European Transport Conference*, Frankfurt, Germany, pp. 6-17.
- Torricelli, M.C. (2010), "Breve storia del futuro dell'approccio sistemico nella ricerca progettuale in architettura", in Perriccioli, M., Orlandi, F. (Eds.), *L'officina del pensiero tecnologico*, Alinea, Firenze, pp. 151-156.
- Viganó, P. (2008), "Scenari: il progetto come produzione di conoscenza", in Bozzuto, P., Costa, A., Fabian, L. and Pellegrini, P. (Eds.), *Storie del futuro, gli scenari nella progettazione del territorio*, Officina edizioni, Venezia, pp. 10-17.
- Villari, B. (2012), *Design per il territorio: un approccio community centred*, Franco Angeli, Milano.
- Voros, J. (2003), "A generic foresight process framework", *Foresight*, Vol. 5 No. 3, pp. 10-21.
- Wiek, A., Iwaniec, D. (2014), "Quality criteria for visions and visioning in sustainability science", *Sustainability Science*, Vol. 9 No. 4, pp. 497-512.

La dimensione della conoscenza nell'intervento sul costruito. L'evoluzione dei modelli di analisi prestazionale tra teorie e prassi

SAGGI E PUNTI
DI VISTA/
ESSAYS AND
VIEWPOINT

Maria Fianchini,

Dipartimento di Architettura e Studi Urbani, Politecnico di Milano, Italia

maria.fianchini@polimi.it

Abstract. L'articolo affronta il tema del trasferimento dell'approccio esigenziale-prestazionale dalla progettazione del nuovo all'analisi del costruito, come riferimento metodologico per l'osservazione e l'interpretazione di sistemi edilizi esistenti; confrontando le condizioni applicative sugli edifici dismessi, rispetto a quelle sugli edifici in uso. Si ricostruisce, quindi, il percorso evolutivo a scala internazionale delle metodologie di post occupancy evaluation, operando poi un confronto con lo scenario nazionale. In conclusione, si apre una riflessione sui limiti delle metodologie di analisi prestazionale rispetto a obiettivi di conoscenza appropriata in presenza di edifici con caratteristiche particolari, nonché su possibili linee di ricerca da esplorare per superarli.

Parole chiave: analisi prestazionale, post occupancy evaluation, feedback, riuso, metodologie di valutazione.

La qualità delle costruzioni Sono trascorsi oltre 50 anni da quando Blachère poneva – tra i primi – i fondamenti del concetto di “qualità nelle costruzioni”, intesa come soddisfazione dei bisogni delle persone; obiettivo da perseguire in una fase di profonda trasformazione dei sistemi costruttivi e dei modi di “abitare”, nella quale le “regole dell’arte” non sarebbero state più adeguate a garantire il successo della costruzione.

Diviene, così, necessario trovare il modo di determinare con precisione i requisiti richiesti ad una costruzione e, in particolare, ad uno spazio abitabile; di promuovere, quindi, «studi approfonditi, spesso a base statistica», per definire le esigenze funzionali «ancora molto incomplete e su parecchi punti arbitrarie» e quelle “sociali”, ovvero «le considerazioni di adattamento dell’ambiente alla vita che vi si deve svolgere» (Blachère, 1965).

Si apre, quindi, la strada allo sviluppo di strumenti per il supporto all’elaborazione e alla valutazione del progetto di nuova costruzione in chiave prestazionale. Tuttavia, mentre la definizione dei

requisiti tecnologici procede abbastanza rapidamente e in Italia viene recepita nella norma Uni 8290 del 1980; per quanto riguarda, invece, l’ambito relativo al sistema ambientale degli edifici, il lavoro risulta molto più complesso, richiedendo sviluppi distinti in rapporto alle differenti destinazioni funzionali. I primi studi si focalizzano, quindi, sull’edilizia residenziale, con l’elaborazione di metodi finalizzati alla verificare della qualità prestazionale nei progetti per nuovi insediamenti di edilizia residenziale pubblica, come il Qualitel (Francia 1973-74) e il WBS (Svizzera 1974-1986). In Italia, a partire dagli studi di Mario Zaffagnini (1981), che individua e definisce le classi di requisiti tipologici in ambito abitativo, si svilupperà un nuovo modello di Norme Tecniche per l’edilizia residenziale pubblica, applicato dalla regione Liguria, dalla regione Emilia Romagna e del CRIACP della Toscana, che abbandona l’approccio descrittivo, per definire dettagliate specifiche prestazionali in ordine ai requisiti di ogni unità ambientale. Parallelamente, vengono prodotti studi sugli standard funzionali e tecnologici per il sistema scolastico (AIRE / Maggi, 1977)

Il progressivo spostamento delle attività del settore edilizio verso gli interventi di recupero e riuso del costruito, nel corso degli anni ’90 (Di Battista, 2006), fa nascere l’esigenza di trasferire l’approccio prestazionale anche in questo ambito, mediante un processo non più orientato alla definizione di requisiti di progetto, ma di criteri di lettura e valutazione delle prestazioni esistenti. Tale passaggio sembra, però, mettere in crisi l’approccio prestazionale classico, che si fonda sulla definizione “a priori” dei criteri di verifica. Questa opzione, infatti, oltre ad essere difficilmente praticabile, implicherebbe l’assunzione di un modello funzionale predefinito, come univoco riferimento di adeguatezza prestazionale per ogni possibile condizione reale; modello, peraltro, a

The dimension of knowledge on built environment interventions.

The evolution of performance analysis models between theories and practice

Abstract. This paper deals with the building performance evaluation, as a methodological approach to the analysis of existing building systems, aimed at supporting the decision-making process for rehabilitation and / or adaptive reuse. It presents a critical review of national and international studies and enlightens the different conditions and ways of application, in the case of empty buildings compared to those in use. In conclusion, it introduces some limits of such methodologies with respect to appropriate knowledge objectives when applied to buildings with particular or magnificent characters, as well as some possible research lines to be explored so to overcome them.

Keywords: performance analysis, post occupancy evaluation, feedback, reuse, existing buildings.

The quality in building construction

More than 50 years have gone by since Blachère – one of the first – set the bases of the concept of “quality in building construction,” defined as the “satisfaction of people’s needs.” And that in a period of such deep changes in building systems and ways of living that “good practices” were no longer adequate to ensure the success of the construction.

Therefore, it became necessary to find a way to accurately determine the requirements of a building and, in particular, a living space; thus, to promote “in-depth studies, often based on statistical” in order to define functional needs “still very incomplete and on several arbitrary points,” as well as the “social” ones concerning “the considerations about adapting the environment to living needs” (Blachère, 1965).

This paved the way for the produc-

tion of tools aimed at supporting the development and evaluation of a new construction project based on the performance approach. The definition of technological requirements continued quite rapidly and in Italy they were implemented in the UNI standard No. 8290/1980. Whereas, the work was much more complex for the spatial system of buildings, because it had to be developed in different ways according to various functional destinations. The first studies focused on residential buildings by developing methods aimed at assessing performances in projects for new settlements of public housing, such as Qualitel (France 1973-74) and WBS (Switzerland 1974-1986). In Italy, Mario Zaffagnini (1981) selected and stated the definitions of the typological requirements for housing. Starting from these, a new model of technical rules was developed for

rapida obsolescenza, a fronte di modi d'uso e di organizzazione delle attività tendenzialmente mutevoli e in continua evoluzione. Per superare il rischio di assumere modelli funzionali predeterminati, nei processi di valutazione degli edifici dismessi, orientati alla definizione di opzioni di riuso e allo sviluppo dei relativi progetti, l'approccio prestazionale è stato coniugato con il criterio della "compatibilità", da verificare sulla base di requisiti standard o regolamentari (dalla scala urbana a quella edilizia), in maniera diretta a fronte di ipotesi funzionali predefinite o indiretta (per esclusione) in assenza di queste. (Di Battista et al., 1995)

Tuttavia, l'assunzione dei soli riferimenti standard o requisiti cogenti, come parametri di controllo funzionale, si configura come un'ipotesi riduttiva, rispetto agli iniziali obiettivi di qualità "person centred". Questa, infatti, lascerebbe scoperti diversi ambiti prestazionali e, per quelli valutati, ammetterebbe solo due alternative (positiva/negativa). Ciò esclude, di conseguenza, ogni possibilità di interpretare le prestazioni in maniera maggiormente coerente con la specificità dell'oggetto o di esprimere il giudizio, in rapporto a diversi livelli di soddisfazione.

La valutazione degli edifici in uso

Per quanto riguarda le costruzioni in uso, la soluzione a questa impasse arriva dalla cultura anglosassone, che, nella migliore tradizione empirista, attraverso una serie di studi e applicazioni sperimentali, giunge a riconoscere la necessità di porre la relazione reale e contingente tra edifici e occupanti al centro dei processi e delle attività di valutazione. Ciò porta alla definizione, tra gli anni '70-'80, di un innovativo approccio metodologico multicriterio e multistrumentale, denominato Post-Occupancy Evaluation o, più semplicemente,

Per quanto riguarda le costruzioni in uso, la soluzione a questa impasse arriva dalla cultura

public housing (implemented by the Regions of Liguria and Emilia Romagna, as well as by the Tuscany Regional Consortium of Public Housing). The descriptive model was overcome, in order to define detailed performance parameters as to the requirements of each spatial unit. In the meantime, research studies were published on functional and technological standards for schools, as well (AIRE / Maggi, 1977). In the '90s, the main field of work in the construction sector gradually shifted from the production of new buildings to retrofitting and / or reuse activities (Di Battista, 2006). As a consequence, it also became necessary to transfer the performance approach, so as to define criteria for reading and evaluating the performances of existing buildings. However, this step seems to undermine the traditional performance approach, which is based on predefined assess-

ment criteria. Indeed this option, apart from difficulties in being developed, would imply the assumption of a predefined functional model as sole reference of performance adequacy for each possible real condition. Moreover, this model would probably become rapidly outdated, compared to constantly changing ways of use and organization of activities.

For this reason, in the transfer to the evaluation process (aimed at selecting the reuse options and at developing design briefs), the performance concept was linked to the "compatibility" criterion. Where "compatibility" depends on the compliance of building performances with standard requirements or local rules and regulations to be applied to predefined new functions (Di Battista et al. Ed, 1995).

However, it seems that referring only to standard or regulatory requirements,

"POE" (Preiser et al., 1988; Baird et al., 1995), in cui convergono contributi teorico-disciplinari differenti, provenienti tanto dal settore edilizio, quanto dalla psicologia ambientale.

La POE, pur nella varietà di sviluppi e applicazioni, si connota attraverso alcuni principi fondamentali, quali il coinvolgimento nella valutazione degli utenti degli edifici, il fare feedback (come possibilità di apportare miglioramenti, attraverso l'apprendimento dall'esperienza pregressa), la necessità di integrare tra loro valutazioni tecniche, funzionali e comportamentali, ecc..

In una prima fase, soprattutto enti e amministrazioni di servizi pubblici hanno utilizzato metodologie e procedure POE per valutare e monitorare il proprio patrimonio, in funzione di successivi programmi o interventi di riqualificazione o, in alternativa, per perseguire un miglioramento della qualità dei progetti e dei processi per nuovi interventi, sulla base delle "lessons learned". Tra questi si possono citare l'U.S. Department of Army, nel 1976 (Shibley, 1985); il Public Works Department in Canada, nel 1979 (Preiser et al., 1988); il Ministry of Work and Development in Nuova Zelanda, nel 1979 (Daish et al, 1983); il Commonwealth Dp.of Housing & Construction in Australia nel 1983-85 (Boyd et al, 1988); l'U.S. Postal Service, nel 1990 (Farbstein et al., 1989); l' U.S. Dep. Of States of Foreign Office Building, nel 1995 (Zimring, 1996).

Dagli anni '90, parallelamente al trasferimento delle teorie della qualità dal prodotto al processo edilizio, i principi della POE sono stati riproposti e assorbiti nel più ampio ciclo aperto e continuo delle Building Performance Evaluation (BPE), che prevedono attività di valutazione a valle di ciascuna fase (dal brief, al progetto, all'esecuzione, all'uso), allo scopo di recuperare informazioni (making feedback...), per introdurre cambiamenti nei processi decisionali, nell'assetto fisico e in quello organizzativo,

such as functional parameters, is a limiting hypothesis compared to the initial "person centred" quality objectives. In fact, this leaves various performance areas untreated, while only two alternatives are admitted (positive / negative) for those evaluated. This excludes, consequently, any possibility to interpret the performance in a manner more consistent with the specificity of the object or to express an opinion in relation to different levels of satisfaction.

The evaluation of buildings in use

As for the buildings in use, the solution to this impasse comes from Countries with a more empirical culture, such as the U.S.A. and the U.K.. Through studies and experimental applications, said Countries have recognized the need to focus the evaluation processes on the actual relationship between buildings and occupants. Owing to the join-

ing of different theoretical contributions - coming from the construction industry, as well as from scholars of environmental psychology and other fields between the '70s and '80s - an innovative multi-criteria methodology was developed, called Post-Occupancy Evaluation or simply "POE" (Preiser et al., 1988; Baird et al., 1995).

Despite the variety of its developments and applications, the POE is always based on plain principles, such as the users' involvement in the assessment of buildings, the concept of "feedback" (as a possibility for making improvements by learning from past experiences), the integration of technical, functional and behavioural assessments, etc ..

In the beginning, the use of POE methods and procedures was promoted especially by institutions of public services with the aim to evaluate and monitor their assets, so as to develop

che apportino miglioramenti nel futuro (...for feedforward). Questo passaggio si riflette nelle tipologie di lavori e di obiettivi perseguiti, come nel caso del progetto PROBE - Post-Occupancy Review of Buildings and their Engineering (1995-1999), una metodologia di verifica prestazionale di edifici di recente realizzazione del governo britannico (Cohen et al., 2001); o analogamente nel programma pilota del Ministry of Education neozelandese di applicazione di POE su un significativo campione di edifici scolastici, per verificare l'efficacia del brief di progetto, il livello di corrispondenza della costruzione al progetto e le relazioni tra buona qualità edilizia e esiti educativi (Watson, 2003). Anche il Department for Education and Skills britannico ha inserito l'applicazione obbligatoria di metodologie POE, nel programma di investimento per l'edilizia scolastica Building Schools for the Future promosso sempre nel 2003; a seguito del quale il CABE (Commission for Architecture and the Built Environment) ha valutato con metodologie POE un campione di 52 scuole superiori costruite tra il 2000 e il 2005, per determinare i benchmark per i successivi progetti da finanziare (CABE, 2006). Nel 2006, lo Higher Education Funding Council for England pubblica una guida operativa alla POE per l'edilizia universitaria frutto di un lavoro di ricerca dell'AUDE (Association of University Directors of Estate) insieme con l'University of Westminster; anche lo Scottish Further and Higher Education Funding Council pubblica nel 2007 una guida POE e ne impone l'applicazione per tutti i progetti finanziati con un costo totale superiore a 3 milioni di sterline e suggerendone l'utilizzo per tutti gli altri casi. Sempre in ambito educativo, l'Organisation for Economic Cooperation and Development OECD fonda nel 2005 il Centre for Effective Learning Environment (CELE), che si occupa fino al 2012 di valutare la qualità degli spazi di apprendimento, grazie al

following building rehabilitation programs. Moreover, referring to the "lessons learned" concept, they used POE to improve quality in building development programs. This was carried out for the U.S. Department of Army, in 1976 (Shibley, 1985); the Public Works Department in Canada, in 1979 (Preiser et al., 1988); the Ministry of Work and Development in New Zealand, in 1979 (Daish et al., 1983); the Commonwealth Dpt. of Housing & Construction in Australia in 1983-85 (Boyd et al., 1988); the U.S. Postal Service, in 1990 (Farbstein et al., 1989); the U.S. Dep. of States of Foreign Office Building, in 1995 (Zimring, 1996). Since the '90s - when the quality issue moved from products to (building) processes - the POE methodology has been integrated in a whole process model, with a continuous cycle of Building Performance Evaluations

(BPE). In this model, each stage of the building process (i.e. plan, program, design, construction, occupancy) is followed by an evaluation step, in order to get a continuous feedback on the basis of which the decision-making can be adapted with reference to stated plans, organizational frames, building features, and so on. This new course clearly emerges in subsequent evaluation programs, activities and pursued goals such as, for example, in the PROBE project, - Post-Occupancy Review of Buildings and their Engineering (1995-1999), a performance evaluation methodology of the buildings newly developed by the British government (Cohen et al., 2001). The same was done in the pilot program for the POE application on a large sample of school buildings promoted by New Zealand's Ministry of Education, with the aim to verify the effectiveness of

coinvolgimento diretto della comunità scolastica e delle persone che possono intervenire a supporto e a miglioramento dei sistemi educativi.

Il settore del terziario, invece, si apre alle POE, a partire dalla metà degli anni '80, per perseguire obiettivi di miglioramento dell'immagine complessiva e delle condizioni operative, ottimizzare l'uso degli spazi e ridurre i costi di esercizio (Strelitz, 1992), per monitorare le condizioni di qualità degli ambienti interni (Choia, 2012). La diffusione e la rilevanza di questa attività nel Regno Unito ha spinto il *British Council for Offices* a promuovere nel 2007 la pubblicazione di una guida alla post-occupancy evaluation degli uffici (Oseland, Hayden, 2007).

Infine, anche importanti associazioni professionali riconoscono formalmente l'utilità delle attività di POE/BPE. Tra queste, emergono l'*US National Council of Architectural Registration Boards* (NCARB), che ha commissionato una guida POE, nel 2001, con l'obiettivo di inserire la pratica della Post Occupancy Evaluation nelle prove di abilitazione professionale (Preiser, 2003) e il *RIBA Royal Institute of British Architects*, che ha inserito da tempo le attività di POE nel suo Plan of Work.

A fronte di una vasta e articolata trattazione scientifica, di molteplici applicazioni sperimentali e di un ampio riconoscimento dei potenziali benefici, la diffusione sistematica delle attività di feedback in edilizia si scontra con una molteplicità di ostacoli, anche nei paesi in cui si è originariamente sviluppata. Ciò è evidenziato da uno studio sulla difficoltà di diffusione dei programmi POE, condotto nel 2000 dal *Federal Facilities Council* (FFC, 2001), in cui si individuano alcuni fattori di criticità, quali:

- la riluttanza da parte di organizzazioni e professionisti ad accettare e /o partecipare ad attività volte a far emergere le

the design briefs, the matching level of projects and constructions, the relationship between building quality and educational outcomes (Watson, 2003). Also the British Department for Education and Skills stated the mandatory application of the POE methodology in the new school funding program "Building Schools for the Future," launched in 2003; following which, CABE (Commission for Architecture and the Built Environment) carried out POE applications on a sample of 52 schools built between 2000 and 2005, to determine benchmarks for funding future projects (CABE, 2006). In 2006, the Higher Education Funding Council for England published a POE guide for university buildings as the outcome of a research carried out by Aude (Association of University Directors of Estate) in collaboration with the University of Westminster. In

2007, the Scottish Further and Higher Education Funding Council published a POE guide, to be applied to all projects funded with a total cost over £ 3 million, suggesting its use for all other cases.

Still in the education sector, in 2005 the OECD founded the Centre for Effective Learning Environment (CELE) aimed at assessing (until 2012) the quality of learning spaces, through on field research projects, with the direct involvement of the school community and of other stakeholders involved in supporting and improving the educational system.

However, the tertiary sector opened up to POE starting in mid-1980s, in order to pursue the enhancement of its overall image and operating conditions, as well as to optimize the use of space and reduce costs (Strelitz, 1992) and to monitor the quality of indoor environ-

- loro criticità o errori e la rigidità nei confronti dei possibili cambiamenti;
- la difficoltà a rendere tangibili e quantificabili i benefici, così da giustificare investimenti di tempo e risorse economiche;
 - il timore a sollecitare un riscontro dagli occupanti, perché implicherebbe possibili cambiamenti costosi dei servizi o degli edifici o una mancanza di partecipazione degli utenti degli edifici;
 - la scarsa propensione a spendere in consulenze esterne e, in parallelo, la mancanza di competenze interne adeguate allo sviluppo delle POE.

Anche nel Regno Unito, il gruppo di ricerca che si era impegnato nel progetto PROBE (Cooper, 2001; Eley, 2001) ha tracciato una sintesi sulle difficoltà a introdurre nella prassi corrente le attività di feedback, che rimanda all'incapacità di assorbimento da parte del mercato di pratiche sviluppate prevalentemente in maniera sperimentale e con finanziamenti pubblici (sempre meno disponibili).

La situazione italiana

Anche in Italia, le attività di valutazione post occupativa, di cui sono stati pubblicati gli esiti, ricadono sempre nell'ambito delle ricerche sperimentali.

Al settore residenziale fanno riferimento i primi lavori riconducibili a queste metodologie: da quello sulla *qualità dell'alloggio in relazione ai suoi termini d'uso e di funzionalità* condotta da R. Scaioli, presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Milano nel 1981-82 (Baldini, 1988); all'*Indagine sugli interventi di recupero pubblico a Torino*, del 1983 (Belforte e Pavesi, 1985); alle prime applicazioni esplicite di valutazione post-occupativa,

ments (Choia, 2012). In the UK, this activity reached such dissemination and relevance that in 2007 the British Council for Offices promoted the publication of a guide for Post-Occupancy Evaluation (Oseland, Hayden, 2007). Finally, important professional associations formally recognized the benefits of POE / BPE activities, among which: US *National Council of Architectural Registration Boards* (NCARB), which commissioned a POE guide, in 2001, with the aim to introduce the practice of the Post Occupancy Evaluation in professional qualification tests (Preiser, 2003), and RIBA *Royal Institute of British Architects*, which enriched its Plan of Work with POE activities long ago. Despite various and detailed theoretical studies, as well as many experimental applications and evident potential benefits, the systematic dissemination of feedback activities in the building

sector crashes against a variety of barriers, even in those countries where it was originally developed. This was highlighted by a specific study on the difficulties met in spreading POE programs - developed in 2000 by the *Federal Facilities Council* (FFC, 2001), identifying several critical factors:

- The unwillingness of institutions and professionals to accept and take part in activities aimed at bringing out their problems or failures, as well as their hardness in accepting changes;
- The difficulty in making the benefits tangible and quantifiable, so as to justify the expenditure of time and money;
- The fear of requiring feedback from the occupants, because it would imply possible expensive changes to the services or buildings, or a lack of participation of the users of the buildings;

condotte su complessi di Edilizia Residenziale Pubblica, a Sesto Fiorentino (Esposito, 1989) e in Veneto (Mucelli, 1995).

Il secondo filone di studio riguarda invece gli ambienti della formazione, che si apre con la valutazione della biblioteca universitaria della Facoltà di Architettura, sviluppata al Politecnico di Torino (Pavesi, 1997), cui sono seguiti una serie di applicazioni, sia in ambito scolastico che universitario portate avanti al Politecnico di Milano (Fianchini, 2001, 2007, 2015; Dessi, Fianchini, 2013). Sempre nel campo dei servizi pubblici, una nuova importante linea di approfondimento è stata aperta sul tema della qualità percepita nell'“abitare speciale”, con i lavori sugli hospice (Ferrante, 2013).

Oltre a ciò, sempre più frequentemente si riscontrano applicazioni di post occupancy evaluation all'interno di tesi di laurea e di dottorato, a testimonianza dell'ormai diffuso riconoscimento del loro valore scientifico ed utilità pratica da parte del mondo accademico italiano.

Tuttavia, la difficoltà a promuovere la cultura e la prassi delle valutazioni post occupative al di fuori delle attività di ricerca denota chiaramente uno scarso interesse nei loro confronti - tanto da parte della potenziale committenza (pubblica e privata) quanto dalle associazioni professionali - che non ne favorisce l'evoluzione verso modelli standardizzati e il passaggio a pratica corrente. Nel settore pubblico, infatti, sebbene la vigente legislazione persegua obiettivi di qualità, di fatto prevede soltanto attività di “verifica del progetto preliminare”, di “validazione del progetto esecutivo” e di “collaudo amministrativo e tecnico dei lavori”¹, con valenza sul singolo intervento e prettamente finalizzate a impedire successive controversie tra i soggetti coinvolti. Il feedback

- The unwillingness to spend for external advice and, in parallel, the lack of adequate in-house skills and expertise for conducting POEs.

Even in the UK, the research team of the PROBE project (Cooper, 2001; Eley, 2001) wrote a summary of the difficulties involved in introducing feedback activities to common use, which referred to a market that seems unable to acquire practices mainly developed in an experimental way and with public funding (increasingly less available).

The Italian situation

Even in Italy, the POE activities (whose results have been published) fall within the experimental research. The first works referring to these methods concerned the residential sector: a study on the quality of flats in relation to use and functionality, developed by R. Scaioli, at the Faculty of Archi-

itecture of the Politecnico di Milano in 1982 (Baldini, 1988); a survey on public rehabilitation works in Turin, 1983 (Belforte and Pavesi, 1985); the first explicit application of post-occupancy evaluation, carried out on a public housing complex, in Sesto Fiorentino (Esposito, 1989) and in Veneto (Mucelli, 1995).

The second POE research field in Italy concerned the education environments. This started with the evaluation of the university library in the Faculty of Architecture of Politecnico di Torino (Pavesi ed., 1997), and kept growing with several applications carried out in Milan, both in schools and university buildings (Fianchini, 2001, 2007, 2015; Dessi and Fianchini, 2013).

Still in the public services area, a major new line of investigation was opened on the theme of quality perceived in “

finalizzato al miglioramento dei processi, e/o attuato a partire da verifiche post intervento, non è invece richiesto, non è previsto dalla normativa vigente, non è, quindi, finanziato, né promosso o supportato. Peraltro, la contingente crisi economica degli ultimi anni ha talmente contratto le possibilità degli enti di intervenire sul proprio patrimonio, da annullare ogni potenziale beneficio o esigenza di valutazione orientata ad azioni di miglioramento futuro a medio e lungo termine.

Conclusioni

La ricerca sperimentale sui metodi di valutazione prestazionale degli edifici in uso ha raggiunto livelli avanzati, anche se lo scenario del settore edilizio in Italia non sembra ancora pronto per un rapido trasferimento nella pratica operativa.

La conoscenza e la pratica di questo tipo di metodologie ha contribuito anche a generare una nuova consapevolezza nei valutatori e nei progettisti sulla relazione tra persone ed edifici o luoghi. Tuttavia, le opportunità offerte restano confinate all'ambito degli ambienti in uso, dal momento che le valutazioni prestazionali sugli edifici dismessi sono rimaste ancorate ai modelli di "compatibilità".

È ancora poco praticato, infatti, lo studio di procedure e strumenti di valutazione orientati a fare emergere quei caratteri prestazionali peculiari dei singoli luoghi (come quelli che intercettano il campo sensoriale), in grado di esprimere potenzialità / opportunità, che potrebbero essere assunte e valorizzate nella definizione del nuovo programma funzionale e nel successivo progetto di riuso. Siamo, ad esempio, in grado di misurare e spesso anche simulare i comportamenti luminosi, sonori, ecc. nelle variazioni giornaliere e stagionali, ma non siamo in grado di va-

special housing," with work on hospices (Ferrante, 2013).

In addition, POE applications are carried out even more frequently within degree and doctoral works, as evidence that their scientific value and effectiveness are currently acknowledged by Italian academics.

However, the difficulty in promoting the practice of post occupancy evaluations, except in the research field, clearly indicates a lack of interest - both of potential clients (public and private) and of professional associations - and this surely does not help their evolution to standardized models or their diffusion to current practices.

In fact, although the current legislation seems to pursue quality objectives, the rules in force for public works only require the verification of a preliminary design, the validation of the project and the administrative and technical check

of the construction works (1); and these must be applied on the single intervention and with the only goal to prevent further disputes between the parties.

The feedback activities aimed at improving processes, as well as the "lessons learned" through POEs, are not searched nor mandatory, therefore, they are not funded or promoted. Moreover, the economic crisis of these recent years has very much reduced the possibilities for organizations or companies to take action on their assets, nullifying any potential benefit or need of those evaluations supporting future improvement in the medium and long term.

Conclusion

Experimental research on performance evaluation methods for buildings in use continues, although the building sector in Italy does not yet seem ready for a quick transfer of the outcomes in op-

erational practice. However, the knowledge and the practice of such methods surely help increase evaluators' and designers' awareness concerning the way buildings or places behave and meet people's needs. Nonetheless, this remains confined to the field of buildings in use, since performance assessments of abandoned buildings are still linked to the "compatibility" model.

Indeed, the study of evaluation procedures and tools is still not much developed and good at supporting the emerging, in absence of occupants, of those special characters and performances of the single sites (e.g. those affecting human sensory perception). These could reveal interesting elements or conditions to be possibly assumed and enhanced in the new functional program, as well as in the adaptive-reuse design. For example, we are able to measure

NOTE

¹ Cfr. DLgs. 163/2006, articoli 93.1 e 141; D.P.R. 554/99, articoli 46 e 47.

REFERENCES

AIRE, Maggi, P.P. et al. (1977), *Standard funzionali e tecnologici per il sistema scolastico distrettuale*, F. Angeli Editore, Milano.

Baldini, M.R. (1988), *Il significato dell'abitare. Studio interdisciplinare per una nuova dimensione progettuale*, Alinea, Firenze.

Belforte, S., Pavesi R. (1985), "Famiglia e recupero: un frammento di complessità. Indagine sugli interventi di recupero pubblico a Torino", *Recuperare*, Vol. 16, pp. 96-101.

Blachère, G. (1965), "La qualità delle costruzioni e il suo controllo", in AAVV, *Industrializzazione nell'edilizia*, Dedalo libri, Bari, pp. 248-270.

Boyd, M.D., James E.M. (1988), "A Conceptual Framework for Post-Occupancy Evaluation and an Analysis of Eleven Studies", *Architectural Science Review*, Vol. 31, N. 4, pp. 133-143.

CABE (2006), *Assessing secondary school design quality. Final Report*, London.

Choi, J., Loftness, V. and Azizb, A. (2012), "Post-occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines", *Energy and Buildings*, Vol. 46, pp. 167-175.

and often also simulate the behaviour of light or sound in daily and seasonal variations, but we are not able to assess how these will then translate into perceptual experiences, if not through the evaluator's direct personal experience, which cannot be considered valid, in general terms, for all.

This is still a germinal research hypothesis, but it could help renew and strengthen the systemic and performance approach with reference to the development of adaptive-reuse projects related to empty buildings. It could be an alternative to the approach based on theoretical models, performed by wide sectors of architectural design in projects carried out on existing buildings.

NOTE

1 Legislative Decree 163/2006, articles 93.1 e 141; Decree of Republic President 554/1999, articles 46 e 47.

- Cohen, R., Standeven, M., Bordass, B. and Leaman, A. (2001), "Assessing building performance in use 1: the Probe process", *Building research & information*, Vol. 29, N. 2, pp. 85-102.
- Cooper, I. (2001), "Post-occupancy evaluation – where are you", *Building research & information*, Vol. 29, N. 2, pp. 158-163.
- Daish, J., Gray, J. and Kernohan, D. (1983), "Post Occupancy Evaluation of Government Buildings", *Architectural-Science-Review*, Vol. 26, N. 2, pp. 50-55.
- Dessi, V., Fianchini, M. (2013), "Visual condition in university: an experimental performance evaluation activity", *Proc. of CISBAT 2013*, Lausanne, Switzerland, 4-6 September 2013, pp. 445-450.
- Di Battista, V. (2006), *Ambiente costruito. Un secondo paradigma*, Alinea, Firenze.
- Di Battista, V., Fontana, C. and Pinto, M.R. (Ed) (1995), *Flessibilità e riuso. Recupero edilizio e urbano. Teorie e tecniche*, Alinea, Firenze.
- Eley, J. (2001), "How do post-occupancy evaluation and the facilities manager meet?", *Building research & information*, Vol. 29, N. 2, pp. 164-167.
- Esposito, M.A. (1989), *Valutazione della qualità post-occupativa*, in Del Nord, R., *Controllare la qualità in edilizia*, Quaderni di ricerca, n. 3, Dipartimento Processi e Metodi della Produzione Edilizia, Firenze, pp. 182-205.
- Federal Facilities Council (2001), *Learning from our buildings. A state of the practice summary of Post-Occupancy-Evaluation*. Technical Report No. 145, National, Academy Press, Washington D.C.
- Ferrante, T. (2013), *Valutare la qualità percepita. Uno studio pilota per gli hospice/Evaluation of perceived quality. Hospice: a pilot study*, F. Angeli, Milano.
- Fianchini, M. (2001), "Un esempio di valutazione post-occupativa a Milano: il caso del Civico Centro Professionale di via Amoretti 30", *Ambiente Costruito*, Vol. 2, pp. 22-27.
- Fianchini, M. (2007), "Fitness for purpose: a performance evaluation methodology for the management of university buildings", *Facilities*, Vol. 25, N. 3/4, pp. 137-146
- Fianchini, M. (2015), "Valutare gli edifici in uso. Un'applicazione sperimentale di Post Occupancy Evaluation a Milano", in Fattinanzi E., Mondini G. (Eds.), *Analisi multicriteri tra valutazione e decisione*, DEI, Roma, pp. 369-377
- Mucelli, G. (1995), "Un caso di studio sulla qualità e sull'affidabilità: la Regione Veneto", in Manfron, V. (Ed.), *Qualità e affidabilità in edilizia*, Franco Angeli, Milano, pp. 149-179.
- Oseland, N., Hayden, S. (2007), *How well does your office work? BCO Guide to Post-Occupancy Evaluation*, National Launch, London.
- Pavesi, R. (Ed.) (1997), *Valutare il costruito. La qualità ambientale di una biblioteca universitaria*, Alinea, Firenze.
- Preiser, W.F.E., Rabinowitz, H.Z. and White, E.T. (1988), *Post Occupancy Evaluation*, Van Nostrand Reinhold, New York, London.
- Preiser, W.F.E. (2003), *Improving Building Performance: Professional Development Program*, National Council of Architectural Registration Boards (NCARB), Washington, DC.
- SFC, Scottish Further and Higher Education Funding Council (2007), *Capital projects: post-occupancy evaluation guidance*, available at: <https://www.webarchive.org.uk/wayback/archive/20140411221733/http://www.sfc.ac.uk/guidance/CapitalProjects/PostOccupancyEvaluation.aspx>, (accessed 11 November 2016).
- Shibley R.G. (1985), "Building evaluation in the main stream", *Environment & Behaviour*, Vol. 17, N. 1, pp. 7-24.
- Strelitz, Z. (1992), "Talking to the building user. Banking staff gave good lessons to architects when asked about their new offices", *The architects' journal*, Vol. 196, N. 12, pp. 31-33.
- UNI 8290 (1981), *Edilizia residenziale. Sistema Tecnologico. Parte 1 Classificazione e terminologia, Parte 2 Analisi dei requisiti e Parte 3 - Analisi degli agenti*.
- Zaffagnini, M. (1981), "Le alternative nella progettazione tipologica", in Zaffagnini M. (Ed.), *Progettare nel processo edilizio*, L. Parma Editore, Parma, Bologna, pp. 121-148
- Zimring, C. (1996), "The consultant's view", Environmental Design Research Ass., *Issues and opportunities around creating outstanding opportunities in the POE/Programming field. Intensive - Salty Lake City - Canada-12/6/1996*, pp. 5-8
- Watson, C. (2003), "Review of Building Quality Using Post Occupancy Evaluation", *PEB Exchange*, Vol. 1.48, pp. 15-18.

Martina Landsberger,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

martina.landsberger@polimi.it

Abstract. Il rapporto fra teoria e prassi, fra idea e sua realizzazione, ha da sempre contraddistinto l'evolversi dell'architettura della classicità.

L'*Histoire de l'Architecture* di Auguste Choisy, ingegnere francese vissuto nella seconda metà XIX secolo, si costruisce a partire proprio dalla volontà di dimostrare questa specificità del progetto.

L'articolo intende mettere in luce l'attualità di questa linea di pensiero riferendosi al lavoro di un architetto moderno (Auguste Perret) e uno contemporaneo (il Pritzker Prize Paulo Mendes da Rocha) che hanno inteso il progetto come risultato di un pensiero (teoria) e di una pratica (la costruzione).

Parole chiave: costruzione, tecnica, Choisy, Perret, Mendes da Rocha.

Tecnica, teoria e prassi

L'impegno dell'architetto consiste nel fare bene architettura, nel fare seriamente il mestiere. E in questo *fare architettura*, non accettare compromessi [...] quest'attività pratica elementare, costruire un riparo, non si è mai tradotta in un gesto strettamente e meramente tecnico. Fin dall'inizio si è sempre accompagnata con il piacere della scoperta e dell'espressione [...] L'architettura è un'arte di frontiera [...] nella quale confluiscono il bello e la scienza, la sociologia e la tecnica. Il senso della storia, del passato, e l'anticipazione del futuro. Ma deve restare innanzitutto utile. [...] Rifugiarsi nel puramente estetico significa tradire il mestiere dell'architetto e, non a caso, il risultato di questa fuga è spesso un linguaggio pressoché incomprensibile [...].

Con queste parole si apriva un intervento di Renzo Piano pubblicato su un numero di "Micromega" dedicato alla questione della cultura e dell'impegno, tema che ha da sempre contraddistinto l'architettura, ma che oggi, con sempre maggiore frequenza, viene sottovalutato. Si tratta, e Piano lo sottolinea, dell'impegno e della responsabilità dell'architetto che, nelle sue parole, appare come una sorta di regista, capace di comporre discipline fra loro diverse con l'obiettivo di rendere riconoscibile l'opera. La

Architecture and construction: topical themes in the teaching of Auguste Choisy

Abstract. The relationship between theory and practice, ideas and realisation, has always been a key feature in the evolution of classical architecture.

Histoire de l'Architecture by Auguste Choisy, a French engineer working in the second half of the 19th century, is built precisely on a desire to illustrate this specific project feature.

The purpose of this article is to throw light on the topical nature of this current of thought in reference to the work of one modern (Auguste Perret) and one contemporary (Pritzker Prize winner Paulo Mendes da Rocha) architect who have interpreted design as the outcome of thought (theory) and practice (construction).

Keywords: construction, technical, Choisy, Perret, Mendes da Rocha.

Technical aspects, theory and practice

An architect's task is to do architecture well, to take his or her profession seri-

tecnicamente, nel senso di arte del costruire, in questo percorso di riconoscibilità, ha un ruolo fondamentale poiché è proprio tramite di essa che l'idea enunciata sulla carta prende forma.

Ma quale relazione deve esistere fra teoria e prassi, fra l'idea e la sua realizzazione?

La parola teoria, che trova la sua origine nel greco θεωρία e nel latino tardo *theoria*, assume il significato di formulazione logicamente coerente di un insieme di definizioni, principi e leggi generali che consente di descrivere, interpretare, classificare, spiegare [...] aspetti della realtà naturale e sociale, e delle varie forme di attività umana; prassi, invece – dal greco πράξις, azione, modo di agire, derivato del verbo πράσσω, fare – indica generalmente un'attività pratica che si contrappone all'attività teorica o speculativa. Fin dall'antichità teoria e prassi rappresentano una coppia di concetti caratterizzante la costruzione del pensiero in relazione a un principio – l'ἀρχή – che ordina il mondo, la conoscenza, la vita dell'uomo, la città e la sua costruzione¹.

Antonio Gramsci affronta il tema evidenziando che:

se il problema di identificare teoria e pratica si pone, si pone in questo senso: di costruire su una determinata pratica una teoria che, coincidendo e identificandosi con gli elementi decisivi della pratica stessa, acceleri il processo storico in atto, rendendo la pratica più omogenea, coerente, efficiente in tutti i suoi elementi, cioè potenziandola al massimo [...]. L'identificazione di teoria e pratica è un atto critico, per cui la pratica viene dimostrata razionale e necessaria o la teoria realistica e razionale (Gramsci, 1971).

Auguste Choisy

Le parole di Gramsci paiono appropriate per introdurre la figura di Auguste Choisy, ingegnere francese vissuto nella seconda

tema che ha sempre contraddistinto l'evolversi dell'architettura della classicità. And in this *doing architecture*, not accepting compromise [...] this elementary practical activity, building a shelter, has never translated into strictly and purely technical action. Right from the start it has always been accompanied by the joy of discovery and expression [...] Architecture is a frontier art [...] into which flow beauty and science, sociology and technical elements. The meaning of history, of the past, is to anticipate the future. But it must, first and foremost, remain useful. [...] Taking refuge in the purely aesthetic is to betray the architectural profession and there is nothing accidental about the fact that the result of doing this is frequently a virtually incomprehensible language [...].

These were the opening words in a contribution by Renzo Piano to an issue of the "Micromega" journal focusing on issues of culture and commitment,

themes that has always been central to his architecture but is increasingly underestimated today. As Piano underlined, it is a question of architect's commitment and responsibility: as a matter of fact, according to his words, architect is a sort of director capable of bringing differing disciplines together with the objective of making work recognisable. Technical matters – in the sense of the art of building – play a fundamentally important role in this recognisability process because it is precisely these which enable the idea to take shape. But what relationship should exist between theory and practice, idea and its realisation?

The word theory – with its origins in Greek θεωρία and late Latin *theoria* – means:

logically coherent formulation of a general definition, principle and law whole enabling us to describe, interpret, clas-

metà dell'800 che, dopo alcuni incarichi nelle Ardenne e nelle colonie francesi d'oltremare, le esperienze di insegnamento presso l'École des Ponts et Chaussée e l'École Polytechnique, a 70 anni, si ritira a vita privata per dedicarsi allo studio². È da questa intensa attività che prende origine la pubblicazione dell'*Histoire de l'Architecture*, un'opera fra le più importanti del panorama editoriale del tempo ma non solo, divenendo, in epoca moderna, uno dei testi con cui più frequentemente gli architetti si trovano a confrontarsi³.

L'*Histoire de l'Architecture*, è divisa in due volumi che trattano dell'evoluzione dell'"arte del costruire" a partire dalle origini per arrivare all'architettura del '700, dispiegandosi in circa 1400 pagine di testo corredate da oltre 1000 disegni autografi.

I documenti grafici [...] sono per la maggior parte presentati in assonometria, sistema che possiede la medesima chiarezza della prospettiva e che si presta a essere misurato [...] Il lettore ha così sotto gli occhi, allo stesso tempo, pianta, prospetto e sezione. Ogni disegno è poi corredato dalla scala.

Scriva Choisy introducendo l'opera⁴.

L'*Histoire*, con un linguaggio semplice e comprensibile a un vasto pubblico riprende le lezioni che Choisy ha avuto «l'onore di tenere all'École des Ponts et Chaussées» e si costruisce a partire dalla volontà di coniugare teoria e prassi, principi progettuali ed esempi realizzati⁵. A partire dall'analisi della questione del tipo, della costruzione e del decoro, Choisy racconta il divenire dell'architettura, soffermandosi in particolar modo su alcuni momenti, tralasciandone altri ed escludendo l'architettura del XIX secolo perché «una storia dell'architettura deve terminare nel momento in cui gli autori diventano nostri contemporanei». L'ingegnere francese studia l'evolversi dell'architettura evidenziando come a

una determinata tipologia non possa che corrispondere un solo modo di costruire, e come la stessa decorazione debba accordarsi al sistema costruttivo prescelto. Il suo modo di procedere non è propriamente scientifico. Choisy, infatti, sceglie, di volta in volta, gli esempi e i momenti da descrivere con l'obiettivo di definire un «modo del fare architettura» in relazione alla messa a punto di una precisa idea progettuale.

Choisy non è un architetto e quindi, per la sua indagine, non può che utilizzare esempi desunti dalla realtà costruitasi nel tempo. Il suo procedimento è analogo a quello utilizzato da Andrea Palladio ne *I Quattro Libri dell'Architettura*. Anche Palladio, il cui obiettivo è sempre spiegare il «modo del fare architettura», costruisce il trattato a partire dalla descrizione degli edifici della classicità da lui stesso rilevati e interpretati, quindi progettati.

Raccontando il divenire dell'architettura, Choisy tenta di sanare il dissidio che caratterizza l'architettura moderna: la distinzione, e separazione, fra il ruolo dell'architetto e quello dell'ingegnere. Partendo dal presupposto che la costruzione è elemento necessario, che cioè non esiste architettura senza costruzione, Choisy dimostra come, in tutti i grandi momenti della storia, essa abbia avuto come obiettivo finale la rappresentazione del senso dell'edificio. Introducendo, per esempio, il tema della cattedrale gotica, ci spiega come il problema dei costruttori gotici consistesse nella costruzione della copertura di un'aula basilicale a più navate tramite volte. La copertura a volte deve garantire una buona illuminazione non solo delle navate laterali ma anche di quella centrale. Come scrive Choisy: «il problema era stato posto», bisognava «indicare la soluzione» che prende forma nella sostituzione dei muri perimetrali massicci propri alle chiese romaniche, con una struttura in cui sia possibile aprire ampie finestrate (Fig.1). Il problema con-

sify and explain [...] aspects of natural and social nature and the various forms of human activity.

Practice, on the other hand – from Greek πράξις, action, way of acting, deriving from the verb πράσσω, to do – generally indicates a practical activity which is juxtaposed to theoretical or speculative activity. Since antiquity, theory and practice have represented a conceptual pair characterising thought in relation to a principle – ἀρχή – which orders the world, knowledge, human life, cities and its construction¹.

Antonio Gramsci's approach to the issue highlighted that:

if the problem of the identification of theory and practice is to be raised it is to be done in this sense, that one can construct, on a specific practice, a theory which, by coinciding and identifying itself with the decisive elements of the practice itself, can accelerate the histor-

ical process that is going on, rendering practice more homogeneous, more coherent, more efficient in all its elements [...]. The identification of theory and practice is a critical act, through which practice is demonstrated rational and necessary, and theory realistic and rational (Gramsci, 1971).

Auguste Choisy

Gramsci's words are a fitting way to introduce Auguste Choisy, a French engineer living and working in the second half of the nineteenth century who, after commissions in the Ardenne and the French overseas colonies and teaching work at the École des Ponts et Chaussée e l'École Polytechnique, retired at the age of 70 and devoted himself to study². It was in this period that he wrote his *Histoire de l'Architecture*, one of the most important work on the subject published in its day but also one

of the most important bases for architectural discussion in modern times³.

Histoire de l'Architecture is divided up into two volumes dealing with the evolution of "the art of building" right from its origins to eighteenth century architecture, around 1400 pages of text illustrated by more than 1000 of his own drawings.

The graphic work [...] is for the most part axonometric, a system which is just as clear as perspective and which lends itself to measurement [...] Readers thus have plan, prospect and section before their eyes at the same time. Each drawing is also equipped with a scale, wrote Choisy in his introduction to the work⁴. In straightforward language accessible to a wider readership, in his *Histoire* Choisy returns to the lectures he had «the honour of imparting at École des Ponts et Chaussées»: his objective is to combine theory and practice,

design principles and actual built examples⁵. Beginning with an analysis of type, construction and decoration issues Choisy tells the story of the development of architecture, paying special attention to certain periods, skimming over others and excluding the architecture of the 19th century as the «history of architecture must end at the moment in which its architects are our contemporaries». Choisy's study of the evolution of architecture highlights the way in which a specific type of architecture cannot but correspond to a single way of building and that decoration itself must accord with the building system chosen. His approach is not a fully scientific one. On each occasion, he chooses the examples and moments to describe with the objective of defining a «way of doing architecture» in relation to the finalising of a definite design idea.

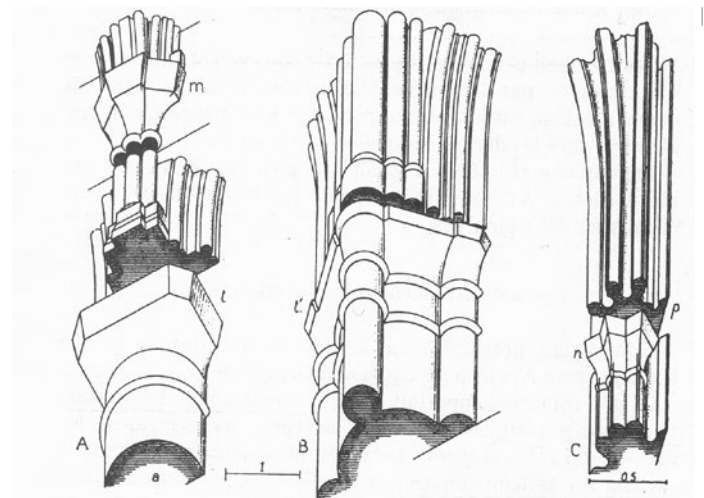
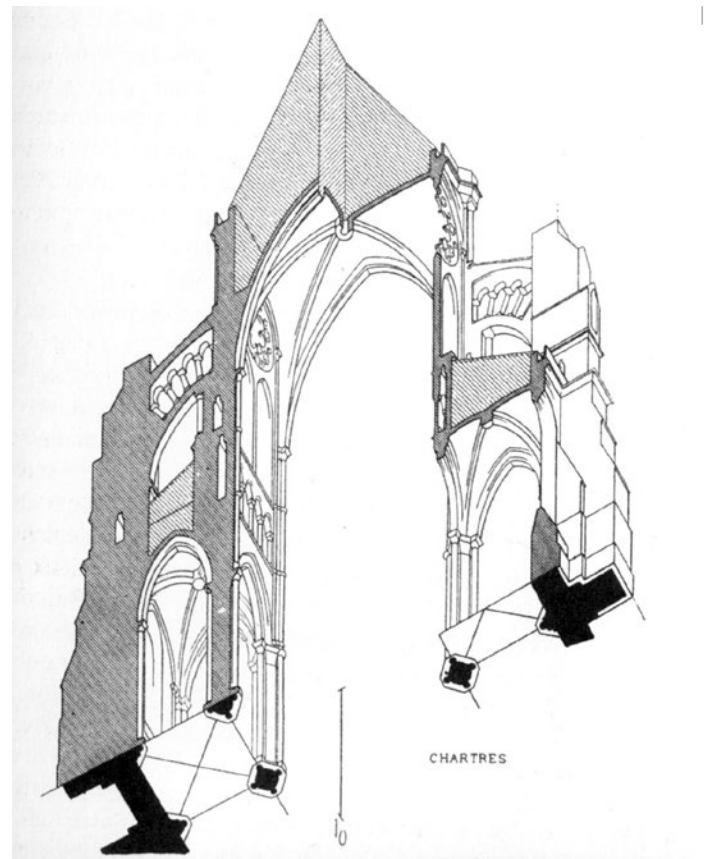
siste, quindi, nel garantire stabilità alle volte di copertura che non appoggiano più su una struttura portante continua ma che trovano nel pilastro isolato l'elemento su cui scaricare gli sforzi (Fig. 2). L'idea del progetto si rappresenta dunque attraverso il sistema costruttivo adottato; la tecnica rende possibile la costruzione fisica dell'oggetto divenendo lo strumento necessario attraverso cui esprimere l'idea del progettista⁶.

**Idea e costruzione:
Auguste Perret e Paulo
Mendes da Rocha**

Choisy si pone l'obiettivo di dimostrare come nell'architettura classica non ci sia mai stata alcuna distinzione fra esecutore e ideatore del progetto. Le due competenze, a quei tempi, convivevano nella stessa persona o, se distinte, collaboravano strettamente, avendo entrambe lo stesso obiettivo: la descrizione delle forme dell'architettura e dello spazio⁷. L'architetto della classicità è sia progettista che costruttore; in alcuni casi la sua figura coincide con quella del capo cantiere. L'architetto può, dunque, seguire da vicino il progetto con il risultato che quest'ultimo è sostanzialmente concentrato tutto «nelle sue mani». Entrando nella cosiddetta era moderna si sono affacciate all'orizzonte nuove tecniche e tecnologie costruttive, e con queste ha fatto la comparsa, assumendo una posizione sempre più importante, una nuova figura: il tecnico della costruzione, l'ingegnere. L'architetto ha così perduto l'antico ruolo di regista rinunciando, spesso, al progetto, e lasciando che, nel caso soprattutto di edifici con un carattere più tecnico che simbolico e rappresentativo, sia proprio l'ingegnere a occuparsene. Sono questi gli anni della rivoluzione industriale in cui le nuove tecnologie del ferro e del cemento armato, modificano non solo il modo di costruire ma anche il modo di concepire l'architettura⁸.

Choisy himself was not an architect and thus, in his analysis, he can only use examples drawn from those built over time. His process is similar to that used by Andrea Palladio in his *Quattro Libri dell'Architettura*. Palladio's objective was also to explain the «way to do architecture» and the starting point for his treatise was a description of the Classical buildings he himself surveyed and interpreted and then designed. In telling architectural history Choisy attempts to close a gap in modern architecture, the distinction and separation between the roles of architects and engineers. From the starting point of the assumption that construction is a necessary element and that architecture cannot exist without construction, Choisy demonstrates that the ultimate purpose of architecture in all the great moments of history has been representing the building's meaning.

For example, introducing the theme of the Gothic cathedral he explains that the problem faced by Gothic builders was the construction of the roof of a multi nave basilica by means of vaults. Vaulted roofs were to ensure good lighting not solely of the lateral naves but also of the centre. As Choisy wrote: «The problem had been posed» and «a solution had to be found» which took form replacing the massive external walls which were such a feature of Romanesque churches with a structure in which large windows could be opened (Fig. 1). The problem was thus a matter of ensuring the stability of vaulted roofs which no longer rested on a continual load bearing structure but discharged their weight onto isolated columns (Fig. 2). The design idea thus took shape by means of the building system adopted: the technical made possible the physical construction of the object



becoming the necessary tool by which the designer's idea came to fruition⁶.

Idea and construction: Auguste Perret and Paulo Mendes da Rocha

Choisy set himself the goal of demonstrating that, in Classical architecture, there was never any distinction between those designing a building and those who brought it to fruition. These two skills coexisted in the same person at the time and if the two were distinct individuals they worked closely together on the basis of a shared objective: tracing the forms of architecture and

space⁷. Classical architects were both designers and builders and in some cases they were also master builders. Architects could thus follow projects from close-to with the result that these were substantially concentrated «in his hands». Coming to the so-called Early Modern era new technical building matters and technologies appeared and with these a new figure appeared and progressively grew in importance: the building technician, the engineer. Architects thus lost their historic directorial role frequently giving up design itself and leaving buildings with a more

In questo panorama, agli inizi del secolo scorso, gioca un ruolo importante Auguste Perret, architetto e costruttore, proprietario, coi fratelli, di un'impresa di costruzioni.

Perret è conosciuto per la ricerca compiuta sull'utilizzo del cemento armato – «je fais du béton armé», diceva – e sulla costruzione a telaio, per lo più in cemento armato. Suo obiettivo è la messa a punto di una nuova architettura capace di “esaltare” l'utilizzo di questo nuovo materiale e in grado di realizzarsi in coerenza con i principi costruttivi e le tecnologie che l'uso del cemento armato comportano.

Perret sostiene che l'architettura sia l'arte di organizzare lo spazio e che si esprima attraverso la costruzione. Compito dell'architetto è «far cantare il punto d'appoggio», scrive⁹ (Fig. 3). E aggiunge «La tecnica espressa poeticamente porta all'architettura» rivendicando la necessità di un ritorno a un'unità del linguaggio e a un'identità dei contenuti tecnologici e poetici. In Perret, dunque, la figura dell'architetto e dell'ingegnere torna a essere una sola, si ricompone, quindi, quell'unità che ha contraddistinto il periodo classico dell'architettura (Fig. 4).

Analogamente sembra, oggi, lavorare Paulo Mendes da Rocha che, quasi ripercorrendo le parole di Perret, incontrandomi nel suo studio di San Paulo, ormai tre anni fa, ha cominciato il racconto del progetto per il Padiglione del Brasile all'Expo di Osaka (1970) e di quello per la copertura dell'uscita della metropolitana di *praça do Patriarca* a San Paulo, dicendo: «Architettura è far brillare la costruzione». Entrambi i progetti si riassumono nella realizzazione di un grande spazio coperto, quindi nella definizione di un grande tetto. Il tema della copertura di uno spazio caratterizza lo sviluppo della storia dell'architettura, rappresentando, spesso in ragione delle sue dimensioni, un enorme

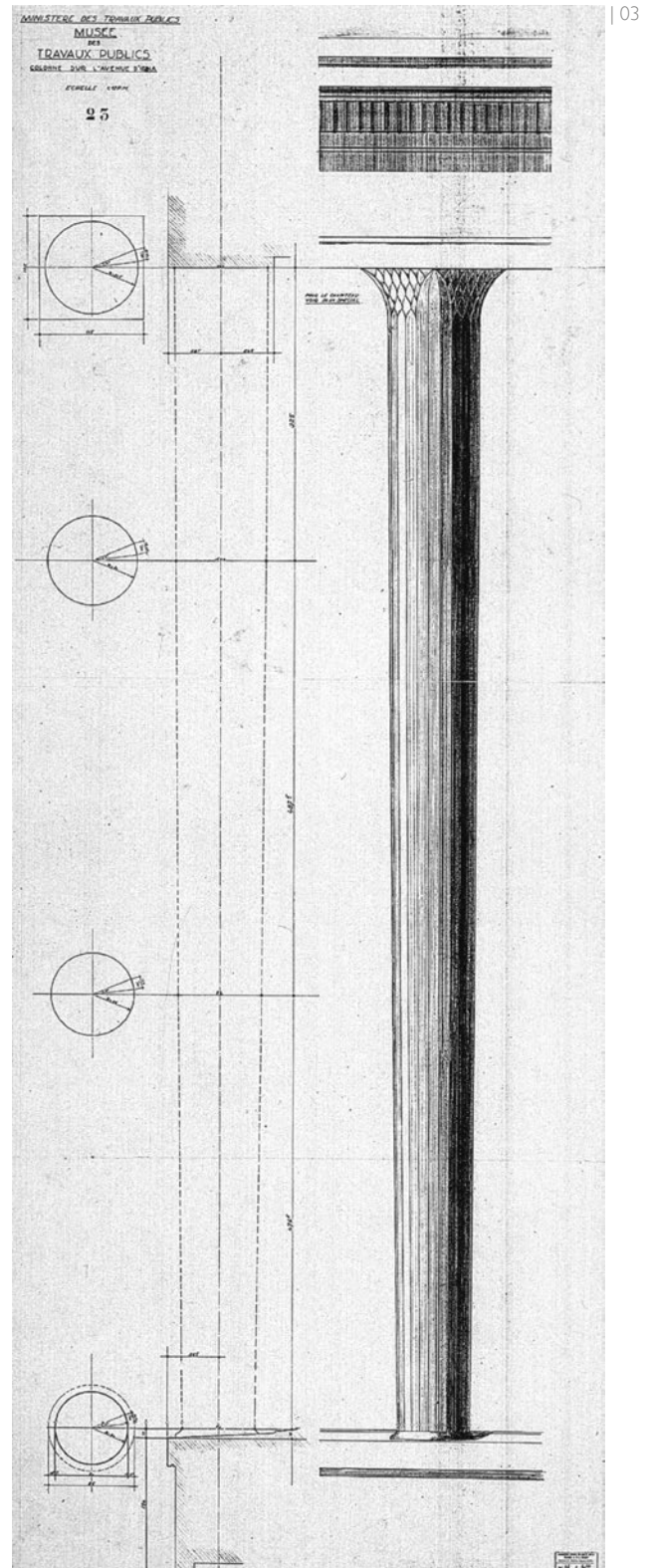
technical than symbolic and representational nature, in particular, to engineers. These are the years of the Industrial Revolution in which new iron and reinforced concrete technologies modified not only ways of building but also ways of conceiving architecture⁸.

In this panorama, in the early twentieth century, an important role was played by Auguste Perret, architect, builder and owner – together with his brothers – of a building firm.

Perret is known for his comprehensive study of the use of reinforced concrete – «je fais du béton armé», he said of himself – and framed construction mostly in reinforced concrete. His objective was to finalise a new architecture capable of 'exalting' the use of this new material and of coming to fruition in accordance with the building principles and technologies that the use of concrete involved.

Perret argued that architecture is the art of organising space and expresses itself via construction. The architect's task, he wrote, is to «make supports sing»⁹ (Fig. 3). He also added «Things technical poetically expressed lead to architecture» and argued for a return to a unit of language and content identity which was both technological and poetic. In Perret, then, the figures of architects and engineers merged once again and thus the unity which marked out the Classical period was restored (Fig. 4).

The same would appear to be the case of Paulo Mendes da Rocha's work, that following Perret theory, told me the story of his design for the Brazilian pavilion at the Osaka EXPO (1970) and the one for the roof of the exit to the *praça do Patriarca* metro station in Sao Paulo, with these words: «Architecture is making construction shine». Both



sforzo tecnico che, negli esempi migliori, risulta inscindibile da una forte idea compositiva e di rappresentazione del carattere del luogo che viene a determinare.

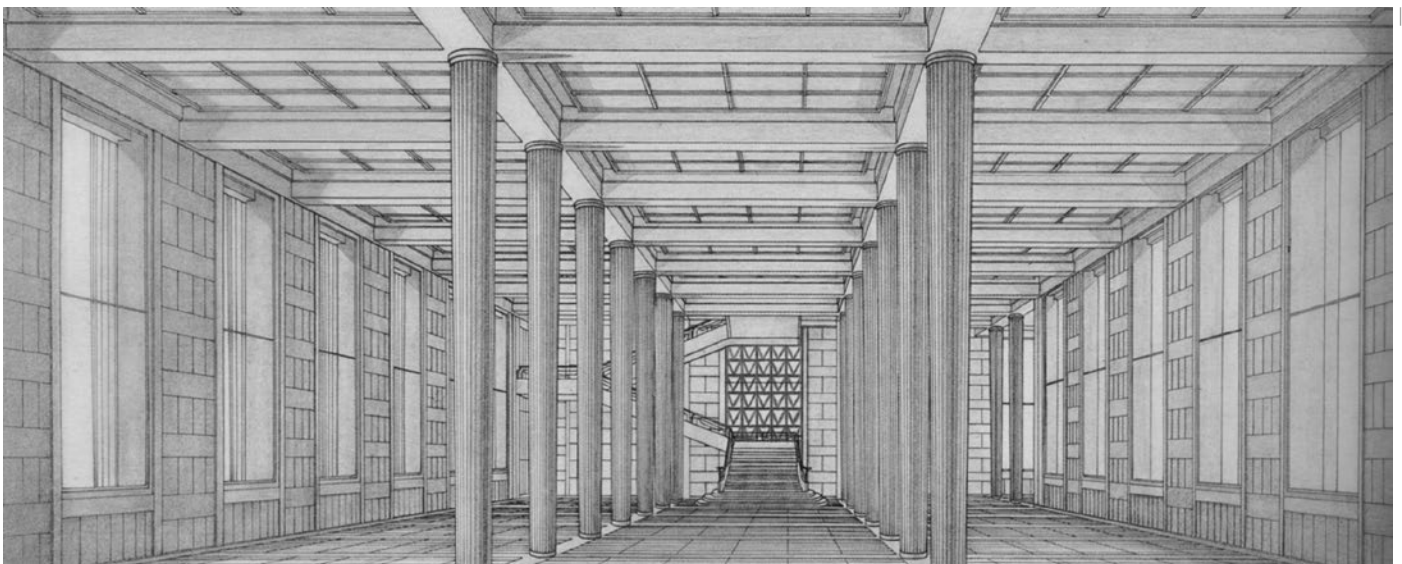
Il Padiglione del Brasile è definito da una grande copertura “cassettonata” a pianta rettangolare al di sotto della quale un suolo artificiale, costituito da tre dolci “dune” artificiali rivestite in cemento e verniciate di bianco, evoca la morfologia ondulata del territorio brasiliano. Le sommità delle tre dune e un “pilastro complesso”, definito dall’intersezione di due archi, sono gli appoggi di un tetto composto da due lunghe travi in cemento armato precompresso e dal sistema dei cassettoni a sezione tronco-piramidale necessari per l’illuminazione dello spazio sottostante. Il progetto si risolve tutto nella definizione della sezione della copertura, della trave, che deve apparire come un elemento leggero in grado di reggersi quasi per magia, sfiorando i quattro appoggi da cui, quattro giunti, la tengono separata. Tecnica e costruzione, e architettura, trovano, in questo progetto, una sintesi perfetta: la forza dell’idea si materializza nella realizzazione della struttura in cemento armato precompresso; senza l’idea non esisterebbe la struttura né l’architettura, e viceversa (Fig. 5).

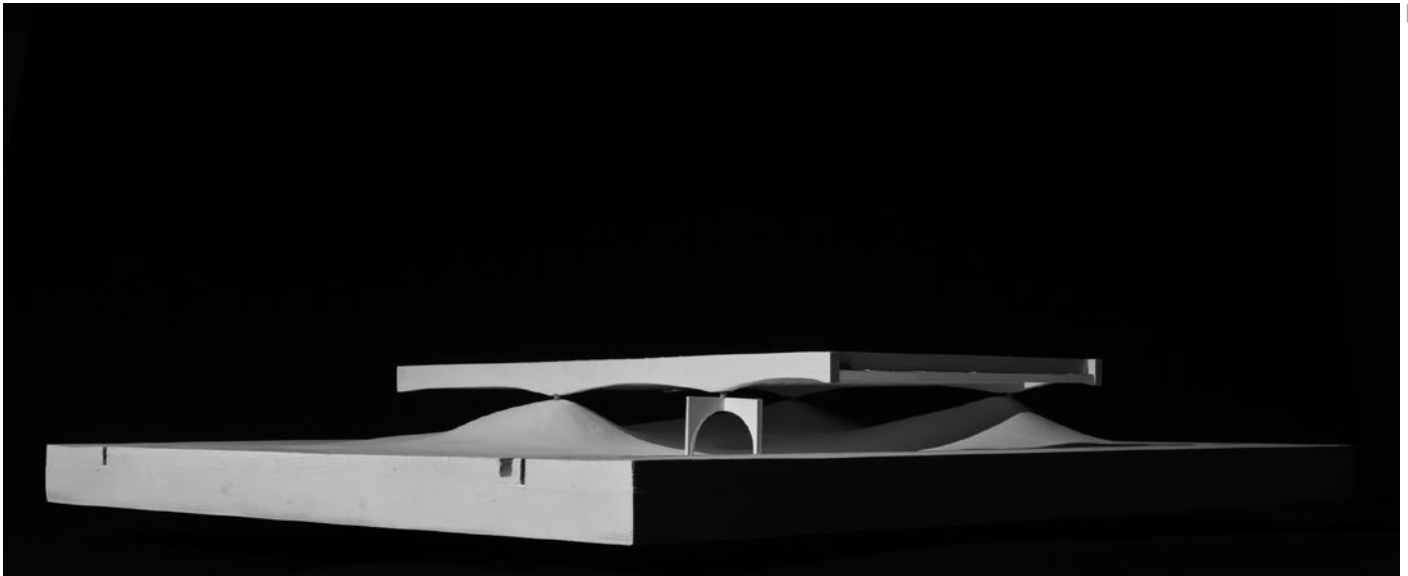
«L’architettura non è fantasia, ma già costruzione fin dalla sua prima idea», ha aggiunto nella stessa occasione, Mendes da Rocha. E queste parole ben introducono il progetto per la copertura dell’uscita della metropolitana di *Praça do Patriarca*. Anche in questo caso l’idea è semplice: un tetto in grado di coprire la scala d’uscita della metropolitana ma, allo stesso tempo, capace di “individuare” un luogo, di definire la forma dello spazio, di permettere la costruzione di un punto di sosta all’interno del caos della grande metropoli brasiliana. Mendes da Rocha questa volta immagina una grande vela di ferro verniciata di bianco appesa

a una sorta di grande portale, sempre in ferro, formato da due pilastri a sezione triangolare su cui appoggia una grande trave “strombata”. Il sistema trave-pilastro diviene evocativo del disegno del vano di una porta. La vela di copertura è appesa al suo architrave e un sistema di martinetti ne permette l’oscillazione al soffiare del vento (Fig. 6). Anche in questo progetto la relazione fra idea e tecnica costruttiva necessaria alla sua realizzazione appare evidente; per tornare alle parole di Perret entrambi i progetti dimostrano come la tecnica «usata poeticamente porti all’architettura».

Paulo Mendes da Rocha non è un teorico (non ha mai scritto libri) ma nelle descrizioni dei suoi progetti, nella sua capacità di rappresentare sinteticamente l’idea alla base di ognuno di essi¹⁰, è possibile riconoscere quell’attitudine alla lettura e alla conoscenza della realtà cui fa riferimento la definizione della parola teoria. Nel lavoro dell’architetto brasiliano teoria e prassi, come da tradizione, sono termini che non possono che figurare uno accanto all’altro in quanto è proprio la prassi (costruzione) a rendere possibile la messa in opera della specifica forma¹¹.

[...] L’esigenza di chiarire altri aspetti architettonici certamente fondamentali ha fatto dimenticare il principio elementare che l’architettura è anche costruzione. Non basta pensare e risolvere i problemi funzionali e la loro particolare espressione: dobbiamo costruire gli spazi, e la loro espressione sarà condizionata dal modo in cui li creiamo. Per questo motivo, la concezione spaziale e la forma di costruzione di tali spazi devono essere una cosa sola; [...] Per questo motivo sono così importanti l’aspetto costruttivo e la riflessione dei suoi rapporti con l’architettura. Ci può essere architettura senza impianti [...], ma non ci può essere architettura senza costruzione [...] L’aspetto della costruzione





sarà sempre indiscernibile dall'architettura: è come se ne costituisse l'ossatura (Dieste, Lobo, 1996)
scriveva Eladio Dieste, architetto uruguayiano del secolo scorso¹², confermando la necessità di tornare a pensare all'architettura come a un'arte in cui «confluiscono il bello e la scienza, la sociologia e la tecnica», un'arte costruita continuamente sulla precisa dialettica di teoria e prassi, di ideazione e costruzione.

projects consist in the creation of large roofed surfaces. The roofing of a space theme is a feature of historical architectural development representing, frequently because of its dimensions, a huge technical effort which, in the best examples, cannot be separated from a powerful compositional and representation idea.

The Brazilian pavilion is referred to a great rectangular ceiling coffered roof below which lays an artificial ground made up of three artificial 'dunes' coated in concrete and white painted, evoking Brazil's wavy land formations. The summits of the three dunes and a 'complex column', defined by the intersection of two arches, are the supports for a roof made up of two long reinforced prestressed concrete girders and by truncated pyramid ceiling coffers required for the lighting of the space below. The design consists in the defi-

nition of the roofing section, the girders, which have to appear lightweight, held up almost as if by magic, glancing over the four supports from which four joints separate them. Technical elements and construction, and architecture, thus find a perfect synthesis in this project: the power of the idea materialises in the creation of a structure in prestressed reinforced concrete. Minus the idea the structure would not exist and vice versa (Fig. 5).

«Architecture is not fantasy but rather construction right from its first conception», added Mendes da Rocha on this same occasion. And these words are an ideal introduction to his design for the roofing of the *Praça do Patriarca* metro exit. In this case, too, the idea is a straightforward one: a roof capable of covering the metro exit but also, at the same time, of 'identifying' a place, defining the form of the space,

NOTE

¹ La parola Architettura deriva dal latino *architectus*, a sua volta derivata dal greco ἀρχιτέκτων, parola composta da ἀρχή, principio, e τέκτων, inventare, creare, costruire. L'unione dei due termini a formare la parola ἀρχιτέκτων è dovuta a Erodoto che nelle *Storie* (III, 60, 4) la utilizza per la prima volta a proposito di chi si occupa di costruire razionalmente. Vitruvio conferma questa interpretazione definendo l'architettura come un'attività che deriva «ex fabrica et ratiocinatione».

«Secondo una interpretazione più sociologicamente orientata [architetto è] colui che ha il potere di comando e di guida sui 'tecnici', sugli operai. Egli non è altro che il capomastro, il *Baumeister* – "un muratore che conosce il

permitting the construction of a resting place in the midst of the chaos of the great Brazilian metropolis. This time Mendes da Rocha imagines a great iron veil painted white hanging from a sort of great portal, once again iron, formed by two triangular section columns on which a great 'splayed' girder rests. The girder-column system conjures up a design for a doorway. The roof veil hangs from its lintel and a system of jacks enables it to vibrate when the wind blows (Fig. 6). In this project, too, the relationship between idea and the technical construction processes required to build it is evident. To return to Perret's words both these projects demonstrate that «technical elements poetically expressed leads to architecture».

Paulo Mendes da Rocha is not a theorist (he has written no books) but in describing his work, in his capacity to rep-

resent synthetically the ideas¹⁰, we can notice his capacity in unveiling the state of things to which theory refers. Theory and practice in this Brazilian architect's work must appear one alongside the other, as it is practice (construction) itself which enables its specific form to be brought to fruition¹¹.

[...] The need to clarify other certainly fundamentally important architectural questions has led us to forget the elementary principle by which architecture is also construction. It is not simply a question of conceiving and resolving functional problems and their specific expression: we have to build spaces and the form they take will be conditioned by the way we create them. For this reason spatial conception and the construction form taken by these spaces must be one and the same; [...] For this reason the construction aspect and reflection on its relationship with



latino” – dirà infatti Adolf Loos» scrive Vittorio Ugo (1996) in *Architettura ad vocem... verso un glossario dei termini di architettura* testo cui si rimanda per l'approfondimento di questi termini e concetti.

² Sulla vita e le opere di Auguste Choisy si vedano: De Dartein F. (1910), *Notice sur la vie et les travaux de M. Auguste Choisy*, A. Dumas Éditeur, Paris; Pouillon F. (1994), *Auguste Choisy*, Altamira, Paris; Mandoul T. (2008), *Entre raison et utopie: l'histoire de l'architecture de Auguste Choisy*, Pierre Mardaga, Wavre; Landsberger M. (2015), *La lezione di Auguste Choisy. Architettura moderna e razionalismo strutturale*, Franco Angeli, Milano.

³ Pur rappresentandosi come uno dei testi teorici fondamentali del secolo scorso, l'*Histoire de l'Architecture* di Choisy non è mai stata tradotta in italiano, né in altra lingua, se non per brevi estratti. Parti di essa sono citate, in scritti di Le Corbusier e Perret oltre che in Ęjzenštejn M. S. (1985), *Teoria generale del montaggio*, Marsilio, Venezia. Sull'influenza del lavoro di Choisy sull'architettura moderna si rimanda a Landsberger M. (2015), op. cit.

⁴ Choisy A. (1929), *Note sur le mode de présentation des documents graphiques*, in *Histoire de l'Architecture*, Baranger, Paris. Questa nota è presente solo nelle edizioni dell'*Histoire* successive alla prima.

⁵ La scelta di costruire l'*Histoire* distinguendo, per ogni singola epoca trattata, la parte teorica riferita ai principi progettuali e quella “pratica”, espressa dalle architetture realmente costruite, consente oggi di interpretare l'*Histoire de l'Architecture* non tanto come uno studio relativo al succedersi delle diverse culture architettoniche, quanto piuttosto, come una sorta di trattato di architettura. Per la definizione di trattato e di manuale si rimanda a Grassi G. (1967), *La costruzione logica dell'architettura*, Marsilio, Padova.

⁶ Friedrich Schelling nella sua *Filosofia dell'Arte* aveva scritto a proposito della costruzione che essa è «rappresentazione delle cose come sono in sé».

⁷ Su questo tema si rimanda a Argan G.C. (1969), voce Tecnica, *Dizionario di Architettura e Urbanistica*, Istituto Editoriale Romano, Roma.

⁸ In questo panorama il lavoro progettuale e teorico di Nervi rappresenta un esempio emblematico in cui “scienza e arte del costruire” tornano a costituire un binomio inscindibile. Cfr. Nervi P.L. (2000), *Scienza o arte del*

costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato, Città Studi, Milano. La strada di Nervi è seguita oggi da alcuni altri ingegneri che, lavorando in sintonia con l'architetto, riescono a realizzare quella coerenza di idea e costruzione necessaria alla riuscita del progetto. Si veda Rice P. (2012), *L'immaginazione costruttiva*, Marinotti, Milano.

⁹ In un recente volume dedicato alla figura di Angelo Mangiarotti, Mario Botta sottolinea come Mangiarotti si sia distinto nella ricerca della forma appropriata della trave e del pilastro e del loro punto di contatto, tema, questo, caro a Perret. Cfr: Graf F., Albani F. (2015), a cura di, *Angelo Mangiarotti La tettonica dell'assemblaggio*, Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

¹⁰ Si vedano a questo proposito gli schizzi e i disegni di Paulo Mendes da Rocha in cui l'architetto, attraverso poche linee in sezione rappresenta sinteticamente l'idea e la sua complessità progettuale.

¹¹ «Mettere in opera è una bella espressione che nel lavoro di architettura si usa comunemente. Essa indica non solo i problemi connessi al sollevare, posizionare, connettere delle parti e degli elementi, ma più in generale, la concezione del progetto in quanto esistenza materiale», Gregotti V. (2002), *Architettura, tecnica, finalità*, Laterza, Roma-Bari.

¹² Eladio Dieste, che si considerava ingegnere e non architetto, nasce ad Artigas, in Uruguay, nel 1917 e muore nel 2000 a Montevideo.

architecture is important. Architecture without machinery can exist [...] but there can be no architecture without construction [...] The appearance of construction will always be indistinguishable from architecture: it is almost as if the former were the skeleton of the latter (Dieste, Lobo, 1996), wrote Eladio Dieste, twentieth century Uruguayan architect (12), reiterating the need to think of architecture once again as an art in which «beauty and science, sociology and the technical merge», an art built continually on a specific dialectic between theory and practice, conception and construction.

NOTES

¹ The word architecture derives from Latin *architectus* which in turn derives from Greek ἀρχιτέκτων, a composite word made up of ἀρχή, principle, and τέκτων, invent, create, build. The union

of the two words to form the word ἀρχιτέκτων was the work of Herodotus who used it for the first time in his *Storie* (III, 60, 4) to refer to those who construct rationally. Vitruvius reiterates this interpretation defining architecture as an activity which derives «ex fabrica et ratiocinatione».

«According to a more sociologically-oriented interpretation [an architect is] he who commands and guides 'technicians', workers, simply a master builder, a *Baumeister* – “a bricklayer who knows Latin” – in Adolf Loos's words», wrote Vittorio Ugo (1996) in *Architettura ad vocem... verso un glossario dei termini di architettura*, a text which is of use for more in-depth study on these words and concepts.

² On Auguste Choisy life and work see: De Dartein F. (1910), *Notice sur la vie et les travaux de M. Auguste Choisy*, A. Dumas Éditeur, Paris; Pouillon F.

(1994), *Auguste Choisy*, Altamira, Paris; Mandoul T. (2008), *Entre raison et utopie: l'histoire de l'architecture de Auguste Choisy*, Pierre Mardaga, Wavre; Landsberger M. (2015), *La lezione di Auguste Choisy. Architettura moderna e razionalismo strutturale*, Franco Angeli, Milano.

³ Despite being one of the last century's fundamental theoretical texts, Choisy's *Histoire de l'Architecture* has never been translated into Italian or any other language except for brief extracts. Sections from it have been cited in writings by Le Corbusier and Perret as well as in Ęjzenštejn M. S. (1985), *Teoria generale del montaggio*, Marsilio, Venezia. On the influence of Choisy's work on modern architecture see Landsberger M. (2015), op. cit.

⁴ Choisy A. (1929), *Note sur le mode de présentation des documents graphiques*, in *Histoire de l'Architecture*, Baranger, Paris. This note appears only in subse-

quent editions of the *Histoire* and not in the first.

⁵ The decision to construct *Histoire* distinguishing, in every single era examined, between the theoretical part in reference to design principles and the 'practical' aspect expressed in the architecture actually built enables *Histoire de l'Architecture* to be seen today less as a study on the succession of the various architectural cultures but rather as a sort of architecture treatise. For definitions of treatise and manual see Grassi G. (1967), *La costruzione logica dell'architettura*, Marsilio, Padova.

⁶ In his *Filosofia dell'Arte* Friedrich Schelling wrote, on the subject of construction, that it is a «representation of things as they inherently are».

⁷ On this subject, see Argan G.C. (1969), under Tecnica, *Dizionario di Architettura e Urbanistica*, Istituto Editoriale Romano, Roma.

REFERENCES

- Aa.Vv. (2000), *Les frères Perret. L'oeuvre complète*, Institut Francais d'Architecture, Paris.
- Choisy, A. (1899), *Histoire e l'Architecture*, Gauthiers-Villars, Paris.
- Collins, P. (1965), *La visione di una nuova architettura. Saggio su Auguste Perret e i suoi precursori*, Il Saggiatore, Milano.
- De Dartein, F. (1910), *Notice sur la vie et les travaux de M. Auguste Choisy*, A. Dumas Éditeur, Paris.
- Dieste, E., Lobo, C.G. (1996), *Tecnologia appropriata e creatività*, Jaca Book, Milano.
- Gandolfi, C. (Ed.) (2016), *Saper credere in architettura. Quarantacinque domande a Paulo Mendes da Rocha*, Clean, Napoli.
- Gargiani, R. (1993), *Auguste Perret. Teoria e opere*, Electa, Milano.
- Gramsci, A. (1971), *Il materialismo storico*, Editori Riuniti, Roma.
- Gregotti, V. (2002), *Architettura, tecnica, finalità*, Laterza, Roma-Bari.
- Landsberger, M. (2015), *La lezione di Auguste Choisy. Architettura moderna e razionalismo strutturale*, Franco Angeli, Milano.
- Laurent, C., Lambert, G. and Abram, J., *Auguste Perret. Anthologie des écrits, conférences et entretiens*, Le Moniteur, Paris.
- Mandoul, T. (2008), *Entre raison et utopie: l'histoire de l'architecture de Auguste Choisy*, Pierre Mardaga, Wavre.
- Pisani, D. (2013), *Paulo Mendes da Rocha, Tutte le opere*, Electa, Milano.
- Pizzigoni, A. (2011), *Ingegneri e archistar. Dialogo sul moderno costruire fra miti e mode*, Christian Marinotti, Milano.
- Pouillon, F. (1994), *Auguste Choisy*, Altamira, Paris.

⁸ In this context Nervi's design and theory work is an emblematic case of "science and the art of construction" becoming an inseparable pair once again. See Nervi P.L. (2000), *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Città Studi, Milano. Certain other engineers have followed in Nervi's wake and, working in synergy with architects, succeed in creating that coherence of ideas and construction required for the success of a project. See Rice P. (2012), *L'immaginazione costruttiva*, Marinotti, Milano.

⁹ In a recent book devoted to Angelo Mangiarotti, Mario Botta underlines that Mangiarotti stood out in his pursuit of the appropriate girder and column shape and their point of contact, a theme dear to Perret. See: Graf F., Albani F. (2015), ed., *Angelo Mangiarotti La tettonica dell'assemblaggio*, Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

¹⁰ On this subject see Paulo Mendes da Rocha's sketches and drawing in which he synthetically represents his ideas and their design complexity in just a few section lines.

¹¹ «Implementation is a good expression which is much used in architecture work. It does not simply refer to issues relating to raising, positioning and connecting parts and elements but more generally to conceiving of a project's material existence», Gregotti V. (2002), *Architettura, tecnica, finalità*, Laterza, Roma-Bari.

¹² Eladio Dieste, who considered himself an engineer not an architect, was born in Artigas in Uruguay in 1917 and died in Montevideo in the year 2000.

Michele Lepore,

Dipartimento di Architettura, Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara, Italia

michele.lepore@unich.it

Abstract. Nel complesso rapporto natura-artificio, si istituiscono nuove modalità di equilibrio ambientale tra le trasformazioni antropiche e gli ecosistemi. L'articolo, rimandando alla bibliografia per le definizioni dei concetti di base, si concentra sulle connessioni che si inanellano nel tempo dai primi concetti di "conservazione" di G. Pinchot all'espressione "ecologia profonda" introdotta nella letteratura ambientale nel 1973 dal filosofo A. Naess, all'approccio olistico di E. P. Odum, fino all'idea ambientalista più famosa negli anni '80: Gaia, alle idee in economia di H. Daly, il grande economista americano padre della teoria dello sviluppo sostenibile, giungendo ad alcune considerazioni sulle influenze nel campo della progettazione ambientale.

Parole chiave: cultura ambientale, sostenibilità, ecologia, progettazione ambientale.

Il principio di conservazione della natura

Negli Stati Uniti americani dell'est, l'uomo bianco aveva bruciato intere foreste per dare spazio a pascoli e coltivazioni. Il presidente Theodore Roosevelt chiamò i maggiori esperti del settore per decidere provvedimenti da adottare. Fu così che Gifford Pinchot (1865-1946), come consulente ambientale, elaborò il concetto di "conservazione" per negare l'utilizzo delle risorse naturali, se non opportunamente pianificato. Posizione più rivolta alla tutela dell'economia che non alla salvaguardia ambientale. "Conservazione" e "preservazione" sono concetti ben distinti: mentre la preservazione vuole che si lasci la natura indisturbata, la conservazione considera i prodotti naturali come risorse da sfruttare secondo il principio della sostenibilità, e quindi, da utilizzarsi in modo oculato affinché possano rigenerarsi e comunque essere disponibili per le generazioni a venire.

Between nature and artifice

Abstract. In the complex relationship between nature and artifice, establishing new modes of environmental balance between the anthropogenic transformations and ecosystems are established. The article, referring to the references for the basic concepts definitions of, focuses on the connections that follow one another in time from the first concepts of "conservation" by G. Pinchot to the expression "deep ecology" introduced in environmental literature on 1973 by the philosopher A. Naess, to the holistic approach of E. P. Odum, until the more famous environmentalist idea in the eighties: Gaia, ideas in economics of H. Daly, the great American economist father of the theory of sustainable development, leading to some considerations on the influences in the field of environmental design.

Keywords: environmental culture, sustainability, ecology, environmental design.

L'etica della terra

Alla fine della prima metà del XX secolo nacque un'idea rivoluzionaria: l'etica della terra di Aldo Leopold ispirata dal pensiero del filosofo russo: Ouspensky (1878-1947). Quest'ultimo era convinto che ogni cosa nell'Universo fosse composta da una parte fisica (fenomenica) e da una parte invisibile (nuomenica) che costituivano un super organismo di cui il mondo organico era parte integrante (Leopold, 1949), pervenendo a una visione più ampia che andava oltre l'antropocentrismo. Infatti l'atteggiamento fondamentale di ogni teoria ecologica si manifesta nella lotta all'antropocentrismo radicale, responsabile di aver posto l'uomo al di sopra della natura, ridotta a semplice riserva di risorse. Alcuni teorici dello sviluppo sostenibile condividono la tesi di Ilya Prigogine (1977) sui sistemi complessi della biologia e dell'ecologia (Fig. 1). Per questa via la termodinamica divenne la base per capire e affrontare i problemi ambientali ed economici, ormai uniti in un'unica scienza. Questa concezione si arricchì con le teorie sistemiche di Bertalanffy, per cui i sistemi viventi sono sempre aperti, lontani dall'equilibrio, ove tuttavia è possibile che il disordine decresca, attraverso una retroazione non negativa (Bertalanffy, 1968).

L'antropocentrismo forte, (Fig. 2) ritenuto ormai anacronistico, lasciò spazio a una posizione più moderna: debole. Ma le posizioni biocentriche ritengono inadeguato qualsiasi tipo di antropocentrismo, anche quello debole, e sostengono che la natura è dotata di un valore intrinseco indipendente dall'uomo.

The principle of the conservation of nature

In the eastern United States, the white man had burned entire forests to give space to the pastures and crops. The President Theodore Roosevelt called the greatest experts in the field to decide the measures to be taken. It was thus that Gifford Pinchot (1865-1946), as environmental consultant, elaborated the concept of "conservation" to deny the use of natural resources, if not suitably planned. Position more directed to the protection of the economy than to the environmental protection. "Conservation" and "preservation" concepts are quite distinct: while preserving wants that you leave nature undisturbed, conservation considers the natural products as resources to be exploited according to the principle of sustainability and then to be used wisely so that they can regenerate and

still be available for the future generations.

The ethics of the earth

At the end of the first half of the XX century, a revolutionary idea was born: the "ethics of land" of Aldo Leopold inspired by the thought of the Russian philosopher: Ouspensky (1878-1947). The latter was convinced that everything in the Universe is composed of a physical part (phenomenal) and by an invisible part (nuomenica) that constituted a super body in which the organic world was an integral part (Leopold, 1949), reaching a wider vision that went beyond the anthropocentrism. Indeed the fundamental attitude of every ecological theory is manifested in the fight to the radical anthropocentrism, responsible for having placed man above nature, reduced to a mere resource reserva-

Gaia

La ricerca di sempre maggiori risorse portò l'uomo nello spazio e proprio la vista della Terra dallo spazio ispirò l'ipotesi di Gaia, sicuramente la filosofia ambientalista più famosa degli anni '80. Fu James Lovelock, un inglese, chimico dell'atmosfera che usò il termine Gaia per rappresentare l'idea di una biosfera vista come un sistema termodinamico complesso. Coerentemente con la teoria dell'entropia del secondo principio della termodinamica, sarebbe sufficiente determinare le condizioni per la sua sopravvivenza al fine di mantenere una struttura omeostatica, pur in condizioni variabili, come avviene normalmente ad ogni singolo organismo vivente (Lovelock, 1979).

L'etica del valore

Se fino alla metà del XX secolo l'uomo era ritenuto il solo soggetto e il solo oggetto dell'etica in quanto si pensava che la morale non avessi niente che vedere con la natura; oggi la visuale si è notevolmente allargata. L'uomo è l'unico soggetto etico in quanto il solo in grado di darsi delle norme comportamentali. L'unico misuratore delle cose ma non può essere la sola misura, dice Rolston (1980). Si sa con certezza che in un ecosistema in evoluzione il semplice individuo conta poco. Il gruppo, la popolazione, la specie determinano il futuro dei singoli. Ma c'è qualcosa di ancora più grande della specie e che ha più valore: l'ecosistema.

L'ecologia profonda

In questa visione, parallelamente alla teoria dello sviluppo sostenibile, si andò affermando negli ultimi decenni una variante più radicale, l'ecologia profonda (deep ecology), in polemica con l'ecologia superficiale (shallow ecology), ovvero con la teoria del-

tion. Some theorists of sustainable development share the thesis of Ilya Prigogine (1977) on complex systems of biology and ecology (Fig.1). In this way the thermodynamics become the basis for understanding and addressing the environmental and economic problems, now merged into a single science. This conception was enriched with the systemic theories of Bertalanffy, for which living systems are always open, far from equilibrium where, however it is possible that the disorder decreases, through a not negative feedback (Bertalanffy, 1968). The anthropocentrism strong, (Fig.2) felt now anachronistic, left space to a position more modern: weak. But the positions bio-centric deem inappropriate any type of anthropocentrism, also the weak and argue that Nature has intrinsic values independent of man.

Gaia

The search for greater and greater resources brought the man in space and to be the view of the Earth from space inspired the Gaia hypothesis, surely the more famous eighties environmental thinking. Was James Lovelock, an English, chemical of the atmosphere that used the term Gaia to represent the idea of a biosphere view as a thermodynamic system complex. Consequentially, with the entropy theory of the second principle of thermodynamics, it would be sufficient to determine the conditions for its survival in order to maintain an homeostatic structure, while under varying conditions, as normally occurs at every single living organism (Lovelock, 1979).

The ethos of value

If up to half of the XX century man was considered the only subject and the



only object of ethics as it was thought that the moral had nothing that do with nature; today the view is considerably widened. Man is the only subject of ethics as the only able to set the norms of behaviour. The single meter of things but cannot be the only measure, says Rolston (1980). We know with certainty that in an ecosystem in evolution the simple individual is not so important. The group, the population, the specie

determine the future of the single person. But there is something even larger than the species and who has more value: the ecosystem.

The deep ecology

In this vision, parallel to the theory of sustainable development, it is went by stating in recent decades a variant more radical, the "deep ecology", in the controversy with the "shallow ecology",

lo sviluppo sostenibile, che sarebbe ispirata ad un principio, ancora strumentale, della natura, nonostante i proclami contrari. I principi fondamentali dell'ecologia profonda furono formulati dal norvegese Arne Naess: ogni cosa, umana e non umana, possiede un valore intrinseco o inerente, che non dipende dall'uomo e che non è in funzione dell'uomo. Utilizzando la natura per i nostri comodi e i nostri interessi è inevitabile la distruzione degli equilibri degli ecosistemi (Naess, 1973).

Più recentemente l'economista americano Herman Daly, recuperando anch'egli la legge dell'entropia, attraverso il recupero delle teorie di Frederick Soddy e di N. Georgescu-Roegen, applicò le leggi della termodinamica all'economia, escludendo che vi possa essere una crescita infinita in un pianeta finito (Daily, 1996).

La sostenibilità

Il concetto di sostenibilità oggi rappresenta l'evoluzione più moderna di gestione ambientale anche perché sembra essere una possibile strada verso la via della conciliazione tra antropocentrismo e biocentrismo. Poiché non ci obbliga a modificare le basi fondamentalmente antropocentriche nella cultura occidentale, ma fa perno sugli stessi principi della nostra civiltà (economia, finanza, industria eccetera) la via della sostenibilità è l'unica a non essere intralciata dalle potenti lobbies economiche mondiali; sotto molti aspetti, (disinquinamento, trattamento dei rifiuti, razionalizzazione dei processi eccetera) è vista proprio come trampolino di lancio verso un nuovo tipo di mercato che produce nuova occupazione.

La riappropriazione di un corretto rapporto uomo-natura, secondo Enzo Tiezzi, passa attraverso il riconoscimento della potenzialità distruttiva degli interventi antropici, la cui necessità è

or with the theory of sustainable development, which would be inspired by a principle, still instrumental, of nature, despite the proclamations against. The fundamental principles of the deep ecology were formulated from the Norwegian Arne Naess: every thing, human and non-human, possesses an intrinsic value or inherent, which does not depend on the man and which is not in function of the man. Using nature for our comfortable and our interests causes the destruction of the balances of ecosystems (Naess, 1973).

More recently the American economist Herman Daly, recovering he also the law of the entropy, through the recovery of the theories of Frederick Soddy and N. Georgescu-Roegen, applies the laws of thermodynamics to the economy, excluding that there may be infinite growth in a finite planet (Daily, 1996).

The sustainability

The concept of sustainability today represents the evolution more modern of environmental management also because it seems to be a possible way toward the path of conciliation between anthropocentrism and biocentrism. Since it does not oblige us to modify the bases fundamentally anthropocentric in western culture, but makes the pin on the same principles of our civilization (Economy, Finance, Industry etc.) track of sustainability and the only one not to be hampered by the powerful economic lobbies in the world; in many respects, (depollution, waste treatment, streamlining of processes etc.) it is seen just as a springboard toward a new type of market that produces new employment. The re-appropriation of a correct relationship man-nature, according to Enzo Tiezzi, passes through the recognition of the destructive potential of

resa più acuta dalla consapevolezza che l'uomo, proprio perché natura, non può non interagire e modificare il suo ambiente, perché "conservazione" non può quindi essere semplice ripristino e meno che mai isolamento da ciò che si vuole preservare o inazione. La gestione dell'ecosistema non solo quindi non è da ritenersi come una illecita e dannosa intromissione dell'uomo sull'ambiente, ma va perseguita con attenzione e ocularità, oltre che con determinazione e mezzi proporzionali all'entità delle modificazioni che vengono comunque e inevitabilmente prodotte sull'ambiente dalla presenza dell'uomo e delle sue attività sociali, e quindi anche economiche (Tiezzi, 1999).

Dalla natura all'artificio

Successivamente al 1860 apparvero nel vocabolario scientifico e sociale due termini fondamentali per il concetto stesso di sostenibilità: entropia e ecologia. Il primo venne coniato nel 1862 dal fisico tedesco Rudolph Clausius per definire la dispersione di materia ed energia in funzione della seconda legge della termodinamica, mentre il secondo venne coniato quattro anni dopo dallo zoologo tedesco Ernst Haeckel per designare la teoria che in natura tutto è interconnesso. Una visione che indebolì ulteriormente l'antropocentrismo, e che esercitò un'evidente influenza sulla politica, sull'economia, sull'arte e anche sull'architettura. Secondo alcuni, Wright e Le Corbusier possono essere considerati entrambi dei proto-ecologisti, il primo in riferimento all'architettura organica e alla sua volontà di costruire dentro la natura, il secondo alla città verde e alla sua volontà di costruire sopra la natura. A questi va certamente aggiunto Richard Neutra, a quanto pare il primo architetto ad aver utilizzato in modo specifico la parola ecologia durante un dibattito sulla progettazione.

anthropogenic interventions, the need for which is made more acute by the awareness that man, precisely because nature can not interact and modify its environment, because "conservation" cannot therefore be simple reset and less than ever isolation from what you want to preserve or inaction. The management of the ecosystem not only is therefore not to be considered as an illicit and harmful interference of man on the environment, but must be pursued with caution and prudence, beyond that with determination and means proportional to the extent of the modifications that are anyway and inevitably produced on the environment by the presence of man and his social activities and thus also economic (Tiezzi, 1999).

From Nature to the artifice

Subsequently in 1860 appeared in the scientific and social vocabulary,

two fundamental terms for the same concept of sustainability: entropy and ecology. The first was coined in 1862 by German physicist Rudolph Clausius to define the dispersion of matter and energy as a function of the second law of thermodynamics, while the second was coined four years later by the German zoologist Ernst Haeckel to designate the theory that everything in nature is interconnected. A vision that further weakened the anthropocentrism, and that exercised a clear influence on policy, on economics, art and also about the architecture. According to some Wright and Le Corbusier can be considered both of the proto-ecologists, the first in reference to the organic architecture and its desire to build within the nature, according to the green city and its desire to build upon the nature. These should certainly be added Richard Neutra, apparently the

Nel suo testo (Neutra, 1954), pubblicato prima dell'avvento del movimento ambientale moderno, l'architetto austriaco affrontò il tema del rapporto tra ecologia e design.

Solo Paolo Soleri, verso la fine degli anni '60, cercò di dare una risposta in termini architettonici al movimento ecologista. Ma le sue megastrutture completamente, geograficamente isolate, come molte proposte utopiche, non fecero che ricreare quei modelli antropocentrici che si volevano superare. (Fig. 3)

Negli anni '70, l'architettura sostenibile fu la reazione dell'industria della costruzione alla realizzazione del fatto che il settore delle costruzioni fosse il più energivoro (40%) principalmente a causa delle tecniche costruttive, rendendo l'architettura grandemente responsabile degli attuali problemi ambientali. In quegli anni, l'esempio più significativo di coscienza ecologica fu l'architetto egiziano Hassan Fathy che presentò l'idea di costruire nella maniera più eco-efficiente possibile applicando le antiche tecniche di costruzione con il fango (Fig. 4), per incoraggiare l'industria edile locale a fare a meno di materiali e di tecnologie di importazione (Fathy, 1973).

Negli Stati Uniti, David Gotterfried e Mike Italiano proposero una nuova visione dell'AIA's Committee on the Environment, ampliando ai componenti rappresentativi di tutti gli aspetti della professione, approccio inclusivo che si rivelò essere uno dei più significativi passi in avanti verso la sostenibilità. Già nel 1993 il US Green Building Council avviò importanti progetti pilota, fra i quali il sistema di classificazione LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), finalizzato ad aiutare i progettisti a capire quanto un edificio fosse "verde" e quali fossero le sue prestazioni ambientali.

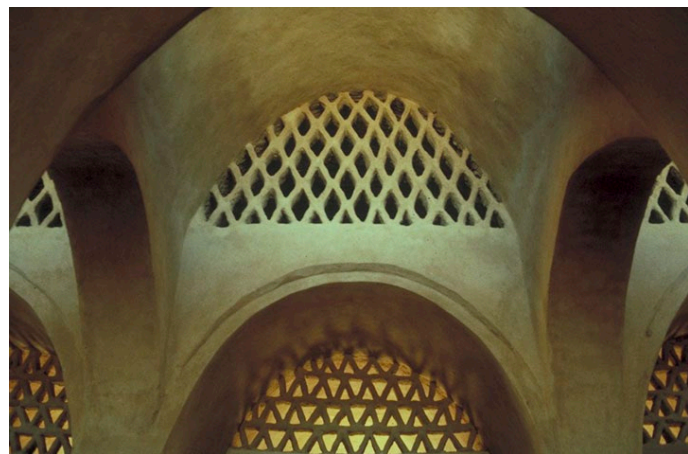
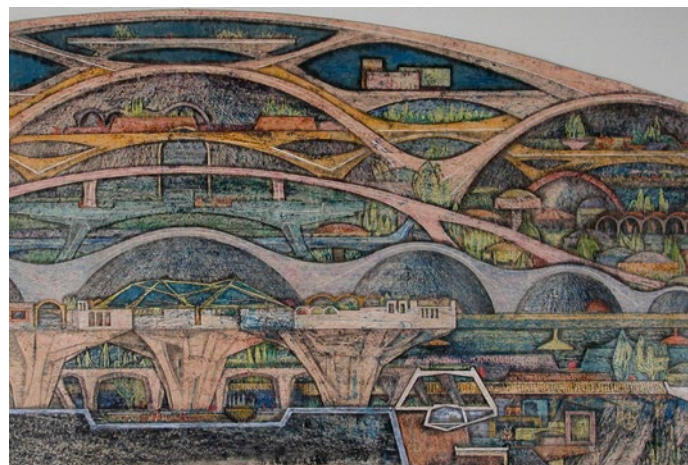
In ambito progettuale iniziarono a definirsi atteggiamenti diversi che persistono ancora oggi, proprio dei più inclini alla tecnica

first architect to have specifically used the word ecology during a debate on the design. In his text (Neutra, 1954), published before the advent of the environmental movement modern, the Austrian architect faced the theme of the relationship between ecology and design. Only Paolo Soleri, toward the end of the sixties, tried to give an answer in architectural terms to the environmental movement. But its mega-structure completely, geographically isolated, as many utopian proposals, recreated again those anthropocentric models that we wanted to overcome. (Fig. 3)

In the seventies, sustainable architecture was the reaction of the construction industry to the realization of the fact that the construction sector was the most energy consumer (40%) mainly due to the construction techniques, making the architecture greatly responsible for the current environmental

problems. In those years, the most significant example of ecological awareness was the Egyptian architect Hassan Fathy who presented the idea to build in the most eco-efficient possible way by applying the ancient techniques of construction with the raw earth, (Fig. 4) to encourage the local construction industry to reduce the use of materials and technologies to be imported (Fathy, 1973).

In the United States, David Gotterfried and Mike Italiano proposed a new vision of the AIA's Committee on the Environment, expanding to components representing all aspects of the profession, inclusive approach that proved to be one of the most significant steps forward toward sustainability. Already in 1993 the U.S. Green Building Council launched important pilot projects, among which the classification system LEED (Leadership in Ener-



per i quali la sostenibilità significa enfatizzare i vantaggi delle tecnologie verdi energeticamente efficienti. Ne sono un esempio i sostenitori dell'architettura High-Tech, seguaci di Fuller.

Norman Foster, uno dei rappresentanti di maggior spicco di questa posizione, pur proponendo soluzioni figurativamente completamente alienate dal mondo naturale, si propone di fornire le

gy and Environmental Design), aimed to help designers to understand how a building was "green" and what were its environmental performance.

In the context of the project began to define different attitudes that still persist today, precisely of the most prone to technique for which the sustainability means emphasize the benefits of green technology energetically efficient. An example of this are the supporters of the architecture High-Tech, followers of Fuller.

Norman Foster, one of the representatives of the most important exponents of this position, while proposing solutions figuratively completely alienated from the natural world, aims to provide the best possible performance in terms of sustainability. It is true that many of his most famous buildings do not interpret - in our opinion - the techniques of bioclimatic design and passive solar

systems, since rely much to the presence of the implant technology and also formally show substantial indifference and linguistics at the orientation (Fig. 5) in the difference of historical predecessors as Wright (Fig. 6) and Le Corbusier (Fig. 7) or contemporaries as plane, Herzog and Murcutt.

In particular, precisely these latter, the German Thomas Herzog and the Australian Glenn Murcutt, (Fig. 8) represent that set of architects that integrate the socio-political dimension of architecture with the technical and scientific one, trying to integrate the social issues, cultural and economic conditions within the definition of environmental sustainability.

However, today, the distinctive characteristic seems mainly to be awareness on the part of a number, perhaps too slowly, growing people of the fact that there is a need for a fundamen-

05 | Foster+Partners, The Gherkin, Londra, 2003

Foster+Partners, The Gherkin, London, 2003

06 | F.L.Wright, Casa Kaufmann, Pennsylvania, 1939

F.L.Wright, Kaufmann House, Pennsylvania, 1939

07 | Le Corbusier davanti agli schemi dell'Unità di abitazione di Marsiglia

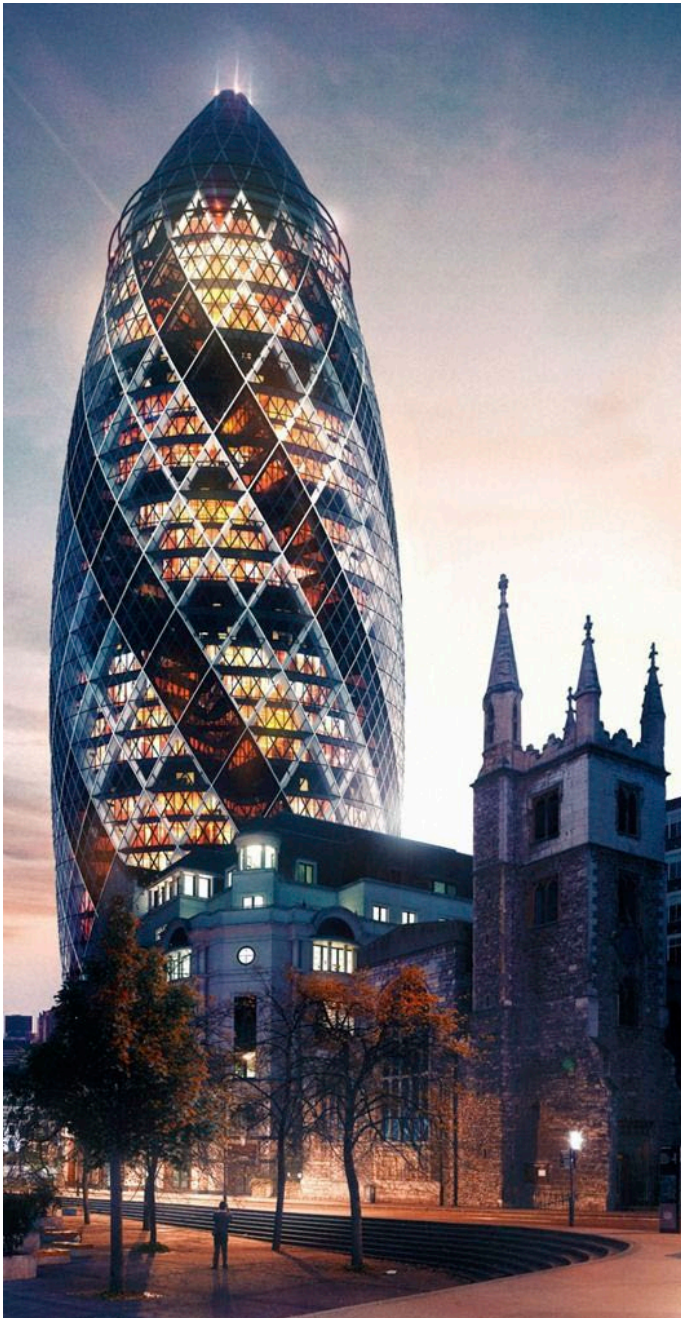
Le Corbusier in front of the sketch of the unit of dwelling of Marseille

massime prestazioni possibili in termini di sostenibilità. È pur vero che molti dei suoi più famosi edifici non interpretano - a nostro parere - le tecniche di progettazione bioclimatica e dei sistemi solari passivi, in quanto si affidano moltissimo alla presenza dell'impianto tecnologico e anche formalmente mostrano indifferenza sostanziale e linguistica all'orientamento (Fig. 5) a

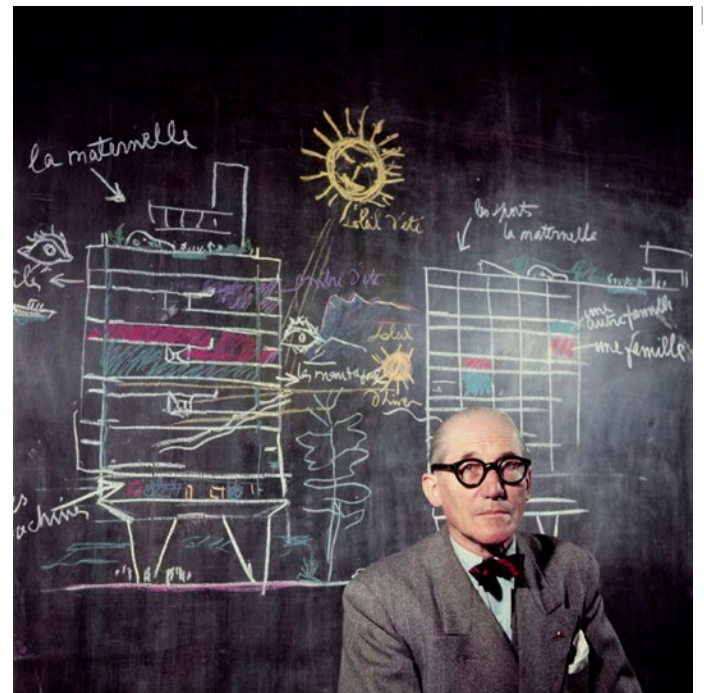
differenza di storici predecessori come Wright (Fig. 6) e Le Corbusier (Fig. 7) o contemporanei come Piano, Herzog e Murcutt. In particolare, proprio questi ultimi, il tedesco Thomas Herzog e l'australiano Glenn Murcutt, (Fig. 8) rappresentano quell'insieme di architetti che integrano la dimensione socio-politica dell'architettura con quella tecnica e scientifica, provando ad integrare le questioni sociali, culturali ed economiche all'interno della definizione di sostenibilità ambientale.

Tuttavia, oggi, la caratteristica distintiva sembra soprattutto essere la consapevolezza da parte di un numero, forse troppo lentamente, crescente di persone del fatto che sia necessaria una fondamentale trasformazione non di soli aspetti tecnici della nostra

05 |



|06



|07

vita, ma del modo in cui gli uomini si relazionano all'ambiente e, più in generale, del modello stesso di vita.

Aspetti critici nel campo della progettazione ambientale

La costante riflessione sul rapporto uomo natura posta alla base del dibattito sulla sostenibilità è stimolata dal confronto

fra architettura e ecologia ha quindi, come abbiamo visto, condotto negli ultimi decenni ad un'ulteriore definizione dell'idea di natura come ecosistema.

Se realmente compresa, la definizione di ecosistema data da Eugene Pleasants Odum, ponendo l'accento sull'inseparabilità dei suoi componenti e dei cicli ad essi correlati, non suggerisce infatti solo l'importanza delle relazioni, ma anche la mancata autonomia di ogni forma di vita e il fatto che, di conseguenza, la specie e gli individui capaci di sopravvivere non siano necessariamente i più forti, come nell'accezione darwinista, ma piuttosto quelli capaci di favorire relazioni simbiotiche; i più funzionali cioè, al sistema di relazioni che va creandosi in uno specifico ecosistema, con importanti ricadute teoriche e progettuali (Odum, 1963).

L'architettura moderna, però, ha privilegiato modelli di organizzazione spaziale e sistemi tecnologici tendenzialmente uniformi e indifferenti ai luoghi fisici e culturali, e in nome dell'igiene, del comfort e del progresso tecnologico ha accettato la generale omologazione degli insediamenti edilizi.

L'aspetto più importante di un nuovo rapporto tra natura e tecnologia deve consistere nel riconoscere alle tecnologie ecologicamente sostenibili un valore culturale profondo, che determina quelle differenze e complessità nei luoghi e nei comportamenti alla base della stabilità degli ecosistemi urbani e comunque degli insediamenti

tal transformation not only technical aspects of our life, but also of the way in which men relate to the environment and, more in general, of the same model of life.

Critical aspects in the field of environmental design

The constant reflection on the relationship between man and nature placed at the base of the sustainability debate and stimulated by the comparison between architecture and ecology has therefore, as we have seen, led in recent decades to a further definition of the idea of nature as ecosystem.

The ecosystem definition given by Eugene Pleasants Odum, if actually understood placing the emphasis on the inseparability of its components and cycles related to them, does not suggest in fact only the importance of relations, but also the lack of autonomy of every

form of life and the fact that, consequently, the species and the individuals able to survive are not necessarily the stronger as within the Darwinist meaning, but rather those capable of fostering symbiotic relations; the more functional i.e., the system of relationships that is emerging in a specific ecosystem. With important theoretical and design ramifications (Odum, 1963).

The modern architecture, however, has privileged models of spatial organization and technological systems basically uniform and indifferent to physical locations and cultures, and in the name of hygiene, comfort and technological progress has accepted the general approval of building settlements.

The most important aspect of a new relationship between nature and technology must consist in recognizing that the ecologically sustainable technologies have a deep cultural value, that

ecologicamente fondati (Scudo, 1999). Infatti, uno degli aspetti fondamentali della struttura ecologica è la capacità che hanno i sistemi biologici di "intendersi" senza ambiguità con il loro ambiente, cioè di regolare quegli scambi di materia ed energia da e verso l'ambiente che ne garantiscono la stabilità nella complessità.

Che la diversificazione dell'ambiente fisico sia una caratteristica positiva pensiamo sia ormai opinione diffusa. Per comprendere come gli attuali ambienti urbani non forniscono utili indizi per l'orientamento, è importante rendersi conto che la fonte originaria delle nostre capacità percettive è l'ambiente naturale, al quale le capacità percettive dell'uomo si sono adeguatamente adattate e sono state conservate e perfezionate attraverso innumerevoli generazioni.

In un ambiente costruito di bassa diversità, c'è una minore possibilità di orientamento. Un ambiente costruito correlato con la diversità naturale, invece, presenterà un grado di diversità che riflette le fonti delle percezioni dell'uomo. Inoltre, un ambiente costruito a bassa diversità non riflette la varietà delle condizioni climatiche ambientali che derivano dalle forze cicliche della natura. Differenziare gli insediamenti da una pendenza ad un'altra, in risposta alle stesse forze che fanno nascere la diversità naturale, significa dare risposte ben diverse da quelle attualmente più comuni.

Un altro aspetto non meno importante è quello della scalarità. «Tale fattore contribuisce a ricollocare [...] la questione ambientale in uno spettro culturale più ampio, animato oltre che da tali fattori anche da una verticalità e interconnessione di interventi che non si può fermare a livello di intorno insediativo limitato, ma che presupponga l'estensione al concetto di territorio in senso più vasto (Dierna, 2005). E, ancora di più, come ci raccomanda Maldonado, "se si tratta di scegliere tra un pessimismo distruttivo ed un pessimismo costruttivo: la nostra scelta personale cade



08 | Glenn Murcutt, Marika-Alderton House, Australia, 1994
Glenn Murcutt, Marika-Alderton House, Australia, 1994

sulla seconda alternativa. [...] cioè replicare all'incremento irresponsabile con il controllo responsabile, [...]. In breve: la nostra scelta è la progettazione." (Maldonado, 1970).

Esempi recenti

Senza alcuna pretesa di essere esaustivi, sembra utile riportare alcuni aspetti di recenti realizzazioni che reputiamo interessanti. Il primo è il Tjibaou Cultural Center in Nuova Caledonia di Renzo Piano (Fig. 9). L'opera del 1998 è caratterizzata da una serie di elementi a forma di conchiglia i quali, aldilà della loro efficacia espressivo comunicativa sono fondamentali nel determinare le condizioni ambientali interne. Le analogie con le costruzioni tradizionali dei kanaki non sono solo formali, ma anche funzionali perché, sfruttando le caratteristiche del clima locale, sono stati dotati di un sistema di ventilazione passiva particolarmente efficiente. Essi sfruttano gli alisei per la ventilazione naturale e creano, attraverso sovrappressioni e sottopressioni, correnti negli spazi interni. I fronti esposti alle correnti sono costituiti da listelli che si diradano man mano che si sale; le fessure attraverso cui passa l'aria si allargano progressivamente, e ciò è voluto non soltanto per cercare il suono ma anche per evitare le turbolenze del vento. I flussi d'aria sono regolati con dei lucernari: in presenza di una leggera brezza si aprono per favorire la ventilazione, ma con l'aumentare della forza delle folate di vento, si chiudono a partire da quelli che stanno più in basso.

Ci sembra interessante citare anche la Dominus Winery (1995-1998) di Herzog e de Meuron, realizzata in California, come esempio di architettura permeabile. Infatti, questo progetto ha segnato un nuovo modo di intendere l'involucro architettonico, interpretando le esigenze derivanti dalle caratteristiche cli-

determines the differences and complexity in places and behaviour at the base of the stability of the urban ecosystem and in any case of settlements ecologically based (Scudo, 1999). In fact, one of the fundamental aspects of ecological structure is the ability that have biological systems of "understanding" without ambiguity with their environment, i.e. to adjust those exchanges of matter and energy from and toward the environment to ensure its stability in complexity.

That diversification of the physical environment is a positive characteristic we think is now widely diffused. To understand how the current urban environments do not provide useful indications for the orientation, it is important to realize that the original source of our perceptual skill is the natural environment to which the man perceptive capacities gradually adapted and have

been preserved and perfected through countless generations. In an environment built low diversity, there is a lesser possibility of orientation. A built environment correlated with natural diversity, instead, will present a degree of diversity that reflects the sources of the perceptions of the man.

In addition, an environment with low diversity does not reflect the variety of environmental climatic conditions that derive from the cyclical forces of nature. Differentiating the settlements from a slope to another, in response to the same forces that give rise to natural diversity, means giving answers very different from those currently most common.

Another not less important aspect is the scale dimension. "This factor contributes to replace [...] the environmental issue in a spectrum broader cultural animated, beyond that from these fac-

matiche. La concezione progettuale, deroga decisamente dalla tendenza alla leggerezza e alla trasparenza caratterizzante parte dell'architettura contemporanea e sceglie una tipologia d'involucro del tutto nuova, massiva ma allo stesso tempo aperta, con materiali tradizionali associati a tecnologie innovative. Ne viene fuori una soluzione architettonica particolarmente permeabile alla ventilazione e all'illuminazione esterna. Le pareti esterne sono realizzate con una doppia gabbia metallica, riempita di pietroni di basalto di colore nero verde, che costituiscono una grossa massa termica che isola l'interno dal freddo di notte e dal caldo di giorno. Le gabbie sono riempite con diverse densità per illuminare in modo differenziato gli ambienti interni, il che permette anche una differente ventilazione degli ambienti stessi coerentemente con la conoscenza della direzione dei venti prevalenti estivi e con le attività che si svolgono in tali spazi.

Per ultimo torniamo a un altro progetto di Renzo Piano, la California Academy of sciences a San Francisco. Di questa opera ci interessa principalmente la concezione e la funzionalità della copertura costituita da un tetto verde che appare la continuazione del Golden Gate Park che circonda il museo. La massa di terra e lo strato di vegetazione sopra il tetto accumulano umidità di notte e diventano un isolante termico durante il giorno. Per questo scopo sono stati piantati 1 milione e mezzo di graminacee autoctone, attentamente selezionate perché non richiedevano alcuna irrigazione. L'aria condizionata è stata abolita: si sfruttano le variazioni del clima di San Francisco, dalle nebbie estive ai venti dell'oceano, per un condizionamento naturale attraverso i lucernari del tetto e le finestre. Inoltre la linea ondulata del tetto, determinata dalle forme dei volumi interni permette l'accumulo dell'aria calda in ecces-

tors also from a verticality and interconnection of interventions that you can not stop at the level of around limited settlements limited but that presupposes the extension to the concept of territory in the broadest sense (Dierna, 2005). And, even more, as Maldonado recommend, "if it is a question of choosing between a destructive pessimism and a constructive pessimism: our personal choice falls on the second alternative. [...] i.e. replicate to the irresponsible increase with the responsible control, [...]. In short: our choice is the design." (Maldonado, 1970).

Recent examples

Not pretending to be thorough, it is useful to report some characteristics of recent realisations that we consider interesting.

The first is the Tjibaou Cultural Center in Nuova Caledonia, designed by

Renzo Piano (Fig. 9). The 1998 plan is characterised by a series of shell shaped elements that, hereafter their expressive and communicative efficacy, they are fundamental for determining the interior environmental conditions. The analogies with the traditional Kanaki buildings are not only formal, but also functional because, exploiting the local climate characteristics, the elements have been provided with a very efficient passive ventilation system. For the natural ventilation, they exploit the trade winds and, by means of over-pressures and under-pressures, they create streams in the interior spaces. The streams exposed facades are made up with slats that become more and more sparse going towards the upper levels; air passes through splits that become gradually wider and wider, this is made not only for finding the sound but also to avoid wind turbulences. Air



so, che viene poi espulsa. Queste forme provocano anche un'accelerazione delle brezze che aiutano e rinforzano la ventilazione naturale. La scelta dei materiali, il riciclaggio, la posizione degli spazi rispetto alla luce naturale, la ventilazione naturale, l'utilizzo dell'acqua, il recupero di quella pluviale, la produzione di energia, hanno contribuito a far ottenere al museo la certificazione LEED platinum (Leed in Energy and Environmental Design).

Conclusioni

In chiusura di questa sintetica trattazione del tema, va ricordato che l'architettura è anche, e soprattutto, oltre che dell'ambiente, trasformazione dei "luoghi". «Quando siamo chiamati a intervenire su un luogo fisico, geografico, ci si adopera affinché da un equilibrio conosciuto ne scaturisca un altro possibilmente migliore, si lavora per trasformare una condizione di natura in una condizione di cultura. Ma occorre prestare molta attenzione poiché, oltre alle trasformazioni fisiche, sono presenti aspetti psicologici, simbolici e metaforici che richiedono di essere continuamente rielaborati (Botta, 2007). Infatti il concetto di "luogo" che intendiamo, ci rimanda a un sistema che non è soltanto geometrico (lo spazio), né soltanto fisico-ecologico-sociale (l'ambien-

teams are regulated through some skylights: when there is a light breeze they can open to favour the ventilation, but when the wind rushes get stronger, the skylights close progressively from the bottom to the top.

It is interesting to cite also the Dominus Winery (1995-1998) designed by Herzog & de Meuron, build in California, as an example of permeable architecture. Indeed, this building means a new way of conceiving the architectural envelop, interpreting the needs coming from the climatic characteristics. Decisively, the design conception avoid the lightness and the transparency search, characterizing part of the contemporaneous architecture, and it chooses a completely new envelop typology, which is massive but at the same time open, with traditional materials in innovative technologies. The result is an

architectural solution, particularly permeable to the external ventilation and lighting. The external walls are made with a double metal cage, filled up with large black and green basalt stones that give a big thermic mass able to insulate the internal space from the cold of the night and the warmth of the daytime. The cages are filled up with different densities to light in different ways the internal spaces, this allows also a different ventilation of the rooms according to the knowledge of the summer prevalent winds directions and of the activities to be done in those rooms.

At last, let's analyse another Renzo Piano's design, the California Academy of sciences in San Francisco. The most interesting aspect of this building for us is the conception and the functionality of the roof, which is green as it was the continuation of the Golden Gate Park

te), ma che comprende un sistema simbolico di valori. Sappiamo che il luogo è qualcosa di più dell'ambiente, poiché implica l'interazione dell'individuo biologico con le strutture simboliche della comunicazione interpersonale.

A differenza dello spazio, che si compone di parti l'un l'altra equivalenti, i luoghi sono l'un l'altro irriducibili, e perciò non si possono scambiare tra di loro, perché, ogni luogo detiene una particolare specifica relazione tra uomo e ambiente di cui gli oggetti che lo compongono rendono muta testimonianza.

È a queste strutture relazionali, oltre che a quelle tecnologiche, che la progettazione "ambientale", l'architettura (del luogo) deve rispondere; «occorre passare da una visione sostanzialmente statica del paesaggio, vedutistica e figurativa, che accoglie malvolentieri mutamenti di forme e di volumi, ad una visione dinamica dell'ambiente che consente di monitorare risorse e processi ambientali, e di proporre correttivi e trasformazioni. In tal modo la nuova sfida della Progettazione Ambientale deve intendersi rappresentata dal governo anche dell'invisibile, dei fenomeni immateriali che spesso contribuiscono a determinare la qualità ed il carattere di un luogo» (Gangemi, 2006).

REFERENCES

- Botta, M., Crepet. P. (2007), *Dove abitano le emozioni*, Einaudi, Torino.
Bertalanffy, L. (1968), *General system theory: foundations, development, applications*, Braziller, N.Y.
Daily, H. (1996), *Beyond growth: the economics of sustainable development*, Beacon Press, Boston, Massachusetts.
Dierna, S. (2006) *Sulla ricerca ambientale nell'ambito della Tecnologia dell'Architettura*, in *Proceedings of the Seminario OSDOTTA-Viareggio*, Firenze University Press, Firenze.

that surrounds the museum. The earth mass and the vegetal layer on the roof collect humidity in the night and become a thermal insulation during the daytime. For this aim, 1 and half million of local grasses were planted; they were carefully chosen those that did not require any irrigation. Air conditioning was abolished: the San Francisco climate variations are exploited, including the summer fogs and the ocean winds, for a natural conditioning through the roof skylights and the windows. Therefore the wavy line of the roof, determined by the shapes of the inner volumes allows the store of the excessive hot air, that can be expelled. These shapes give also an acceleration of the breezes that contribute in natural ventilation. The choice of the materials, the recycling, the spaces position respect to the natural light and ventilation, the use of the water, the recycling of the

rain one, the energy production, contributed to make the museum obtain the LEED platinum (Leed in Energy and Environmental Design) certification.

Conclusions

In ending this brief discussion of the theme, it should be recalled that the architecture is also, and especially, transformation of "places" as well as of the environment. "When we are called for intervening on a physical place, geographic, we shall try to ensure that from a known balance comes a possibly better one, we work to transform a condition of nature in a condition of culture. But we must be careful because, in addition to physical transformations, there are psychological aspects, symbolic and metaphorical aspects that require to be continually remanufactured (Botta, 2007). In fact the concept

- Dierna, S. (2008), "Architettura e Natura nel progetto dell'Ambiente costruito", introduzione a Tucci, F. (Ed.), *Tecnologia e Natura*, Alinea, Firenze.
- Fathy, H. (1973), *Architecture for the poor*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Gangemi, V. (2006), "Il percorso evolutivo della progettazione ambientale", in *Proceedings of the Seminario OSDOTTA-Viareggio*, Firenze University Press, Firenze.
- Leopold, A. (1949), *A sand county almanac*, Oxford University Press, Oxford.
- Lovelock, J.E. (1979), *Gaia. A New look at Life on Earth*, Oxford University Press, Oxford.
- Maldonado, T. (1970), *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino.
- Naess, A. (1973), "The Shallow and Deep, Long-Range Ecology Movement", *Inquiry*, No. 16, pp. 95-100.
- Neutra, R.J. (1954), *Survival trough design*, Oxford University Press, New York.
- Odum, E.P. (1975, 1963), *Ecology: The Link Between the Natural and the Social Science*, 2nd ed., Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Odum, E.P., Barrett G.V. (2005), *Fundamentals of ecology*, 5th ed., Thomson Brooks/Cole, Andover, Hampshire, UK.
- Pagano, P. (2006), *Filosofia ambientale*, Mattioli 1885, Fidenza.
- Passmore, J. (1974), *Mans Responsibility for Nature*, Scribners Sons, N.Y.
- Prigogine, I., Nicolis, G. (1977), *Self-organization in nonequilibrium system*, Wiley, N.Y.
- Rolston, H. (1980), "Challenges in environmental ethics", *Environmental Ethics*, Vol. 2, No. 2.
- Scudo, G. (1999), "Una nuova alleanza tra natura e tecnologia", *Ambiente Costruito*, No. 4.
- Tiezzi, E., Marchettini, N. (1999), *Che cos'è lo sviluppo sostenibile*, Donzelli editore, Roma.

of "place" we mean, reminds us to a system that is not only the geometrical (space), nor only fisico-ecological-social (environment), but that comprises a symbolic system of values. We know that the place is something more for the environment, since it involves the interaction of the individual biological with the symbolic structures of interpersonal communication.

Unlike the space, that is composed by equivalent parts with one another equivalent, places are one another irreducible, and therefore cannot be swapped between them, because every place holds a particular specific relationship between man and the environment whose objects are a mute witness. The "environmental" design must answer to these relational structures, beyond that to the technological ones; "it is necessary to pass from a substantially static vision of the landscape, 'veduvistica' and

figurative, which begrudgingly welcomes changes of forms and volumes, to a dynamic vision of the environment that allows you to monitor resources and environmental processes and to propose corrective measures and transformations. In this way the new challenge of Environmental Design must be understood as being represented by the government also of the invisible, intangible phenomena that often contribute to determine the quality and character of a place" (Gangemi, 2006).

Massimiliano Nastri,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

massimiliano.nastri@polimi.it

Abstract. La disamina contempla l'apporto della tecnica verso la formulazione "esecutiva" del progetto, secondo le connessioni con gli apparati concettuali orientati a definire le procedure e gli strumenti, teorici e operativi, per la conoscenza e l'azione all'interno della realtà produttiva e costruttiva. L'analisi osserva il contributo della tecnica nella "mediazione" verso l'esplorazione del reale, secondo processi di "trascendenza" e di "riproduzione artificiale", sostenendo le pratiche di modellazione e di simulazione dell'esperienza esecutiva. Poi, l'analisi si concentra sulla strumentalità introdotta dalla tecnica nel progetto, con l'ausilio dei "modelli esecutivi" rivolti all'anticipazione e alla "previsione razionale" (mediante criteri di "pro-duzione" e di "rappresentazione operativa").

Parole chiave: progettazione esecutiva dell'architettura, filosofia della tecnica, modellazione della realtà.

Cultura tecnologica, progettazione esecutiva e opera di "mediazione" della tecnica

Lo studio, formulato nello scenario che indaga il contributo delle "tecnologie dell'architettura" verso la reinterpretazione del rapporto tra teoria e prassi all'interno della cultura tecnologica della progettazione (Nardi, 2000, 2001), si struttura intorno all'apporto della tecnica quale comparto diretto a mediare tra conoscenza, esperienza e razionalità, affermando i nessi tra il pensiero progettuale e le ricadute nell'attività sia produttiva sia costruttiva. Lo studio inquadra l'apporto della tecnica (attraverso le relazioni interdisciplinari tra la progettualità e alcuni riferimenti del sapere contemporaneo di ordine filosofico, antropologico ed epistemologico) nella definizione delle procedure e degli strumenti, cognitivi e operativi, finalizzati all'esplorazione, alla comprensione e all'azione all'interno della realtà: nello specifico, l'analisi si concentra sui modi costitutivi e "metatecnici" che definiscono l'elaborazione progettuale sia secondo i criteri orientati alla conoscenza e alla "trasforma-

zione" (dei contenuti e delle regole attuative verso il "prodotto", nell'opera condotta dai "procedimenti tecnologici"; Ciribini, 1984, p. 106), sia mediante i caratteri propri della progettazione tecnica come "processo finalizzato" rivolto a pianificare, a guidare e a condurre l'operatività produttiva e costruttiva (Asimow, 1962, tr. it., 1968, 3rd ed.). A tale proposito, la funzione "finalistica", tesa al compimento, alla messa in atto e in pratica dei contenuti, delle prescrizioni e delle indicazioni necessarie all'effettiva realizzazione, precisa la natura "esecutiva" della progettazione nell'architettura, in accordo alle modalità protese verso la strutturazione, l'anticipazione e la simulazione della realtà di carattere produttivo e costruttivo.

All'interno della sistemazione tematica in esame, la progettazione, o elaborazione, esecutiva dell'architettura accoglie il contributo della tecnica come riferimento nell'opera di "mediazione" verso la conoscenza, da una parte, e verso l'azione, dall'altra (Pallante, 1994, p. 99), esplicitandosi in forma "funzionale" secondo la disposizione cognitiva sulla realtà per individuare, comporre e rappresentare gli strumenti e le modalità di intervento (Galimberti, 1999, p. 33): su queste basi, la tecnica partecipa alla concezione esecutiva del progetto per la "funzione razionale di accesso alla realtà", offrendosi quale "programma di conoscenza e di comprensione del reale" (Queraltó Moreno, 2002, pp. 21-22). In particolare, l'opera di "mediazione" condotta dalla tecnica, nella costituzione cognitiva e operativa del progetto esecutivo, si articola secondo:

- l'espressione "rivelativa" e "pro-duttiva", quale "modo di disvelamento" (nella prospettiva heideggeriana)¹ che consiste nel "far-avvenire alla presenza" e a "condurre fuori" le conoscenze dalla realtà, nella "propensione poetica" a "portare le

Executive design and hermeneutics of *téchne*

Abstract. The study concerns the contribution of technique towards the definition of the "executive" design, according to the connections with the conceptual apparatus aimed at defining the procedures and tools, both theoretical and practical, for the necessary knowledge and action within the production and construction environment. The analysis describes the work of "mediation" of technique towards the exploration of reality, according to the processes of "transcendence" and "artificial reproduction" supporting the modelling and simulation practices of the executive experience. Furthermore, the analysis focuses on the instrumentality introduced in the project by technique, with the aid of "executive models" pointing towards the anticipation and the "rational estimate" (by means of "pro-duction" and "operational representation" criteria).

Keywords: executive design, philosophy of technology, modelling of reality.

Technological culture, executive design and "mediation" work of technique

The study, expressed within the analysis of the contribution of "architectural technologies" through reinterpreting the relationship between theory and practice within the technological design culture (Nardi, 2000, 2001), is developed around the contribution of technique as a tool aimed at mediating between knowledge, experience and rationality, supporting the connections between the design thinking and its repercussions on both the production and construction activity. The study focuses on the contribution of technique (through the interdisciplinary relationships between planning and some references related to the contemporary philosophical, anthropological and epistemological knowledge) in the definition of procedures and tools, both theoretical and practical, aimed

at exploring, understanding and acting within the reality. Specifically, the analysis focuses on the constituting and "meta-technical" elements that define the project, both according to knowledge and "transformation" related criteria (concerning the contents and the implementation rules that lead to the "product", the work carried out by the "technological procedures"; Ciribini, 1984, p. 106), and through the peculiar features of the technical design as a "finalised process" addressed to plan, guide and lead the productive and constructive operation (Asimow, 1962, tr. it., 1968, 3rd ed.). In this regard, the "finalistic" function, aimed at the completion, implementation and application of the contents, the requirements and the information necessary to effectively carry out the real construction, define the "executive" nature of the architectural project, according to the modalities

- cose all'apparenza, cioè a produrre" (Bufalo, 2011, p. 28);
- la procedura di "trascendenza" della realtà fenomenica, oggettiva ed esperienziale, rilevando la fattibilità come esigenza dell'esecutività, tesa all'esattezza "calcolata" delle operazioni?;
- l'elaborazione di strumenti e di modelli per la conoscenza e per l'azione all'interno della realtà, mediante l'applicazione di "ausili di riproduzione artificiale" dei fenomeni da osservare e rispetto ai quali intervenire (Lecis, Busacchi, Salis, 2015).

Procedure e strumenti di modellazione, di esplorazione e di simulazione della realtà

L'apporto della tecnica, nel sostegno "rivelativo" e "pro-duttivo", nella procedura di "trascendenza" e di "riproduzione artificiale", è diretto a "presentificare"

la realtà produttiva e costruttiva (in modo opposto alla concezione empirista, ovvero in assenza della "presenza sensibile"; Borutti, 1999, p. 88) per mezzo di procedure di "schematizzazione" («che contengono il metodo, la funzione, la regola di costruzione di un oggetto possibile»; *ibid.*), di "modellazione" e di "formalizzazione codificata" (*ivi*, p. 92): queste permettono alla realtà (produttiva e costruttiva) di essere «resa visibile e dicibile attraverso processi artificiali, idealizzazioni sperimentali, strategie euristiche, mediazioni linguistico-simboliche» (*ibid.*). La procedura di modellazione, all'interno della elaborazione esecutiva, si concreta per l'espressione mediante parametri suscettibili di trattamento analitico e operativo (verso i contenuti e i dati di progetto): questo osservando i modi di costruzione della realtà in accordo alle caratteristiche strutturali e funzionali del dominio modellato (laddove la modellazione si esplicita come "costruzione concreta" provvista di una funzione euristica, per cui la cono-

scenza delle proprietà consente di formulare previsioni sui fenomeni "riprodotti artificialmente"). Secondo tale impostazione, l'elaborazione (e, quindi, la rappresentazione) esecutiva del progetto si attua come processo di "trascendenza", che si definisce quale pratica della "proiezione", come processo di "formalizzazione capace di rendere possibile l'esperienza", in forma anticipata e in assenza della presenza fisica (*ivi*, p. 100) (Figg. 1, 2).

L'elaborazione progettuale si configura verso l'esplorazione e la comprensione della realtà di riferimento, ovvero come pratica di «produzione di uno schema d'azione attraverso il quale è possibile conoscere la realtà e interagire attivamente con essa» (Perazzo, 2000, p. 31). L'elaborazione del progetto, formulato come un "modello interpretativo", come uno "schema d'azione" (o "esplicativo", necessario a ordinare le giuste correlazioni tra i fenomeni; Tagliagambe, 1998), assume l'obiettivo di definire i modi di orientamento, di previsione e di guida per l'azione. Esso si dispiega non come esclusiva rappresentazione, come mimesi passiva e come riproduzione attraverso i predicati osservabili delle cose, bensì come "appropriazione", come "proposito realizzabile" secondo un "processo conoscitivo finalizzato" (*ivi*, pp. 52-53). Pertanto, l'elaborazione esecutiva del progetto, nella concezione complessiva di "modello interpretativo" e quale "schema d'azione", comporta la messa a punto e l'utilizzo di "modelli esecutivi" (poiché «il progetto è inteso come intrinsecamente produttivo: esso elabora modelli di produzione. Il produrre è compreso nel progetto che ne illumina il senso e il fine»; Arrigoni, 2004, p. 11). In generale, i "modelli esecutivi" sono diretti all'anticipazione e, quindi, alla simulazione della realtà produttiva e costruttiva: in questo senso, la simulazione esecutiva del progetto (o "strategia simulativa") si conforma a un processo rappresentazionale e costitutivo, laddove i contenuti

related to the structuring, the anticipation and the simulation of the production and construction reality.

Considering the thematic framework in question, the contribution of technique to the project or executive design is related to its work of "mediation" towards knowledge on one hand, and towards action on the other (Pallante, 1994, p. 99) expressed in a "functional" way according to the cognitive application on reality aimed at identifying, constituting and representing the tools and methods of intervention (Galimberti, 1999, p. 33). On these premises, technique, intended as a "method for knowing and understanding the real", is part of the executive conception of the project regarding the "rational function to access reality" (Queraltó Moreno, 2002, pp. 21-22). In particular, the work of "mediation" carried out by technique in the cognitive and operational constitution of the exe-

cutive design, is expressed according to:

- The "revealing" and "productive" character, as a "way of revealing" reality (according to the Heideggerian philosophy)¹ that consists of "coming into un-concealment" and "bringing forth" knowledge into reality, according to the "poietic propensity" of "coming to appearance in bringing-forth, namely to produce" (Buffalo, 2011, p. 28);
- The "transcendence" of phenomenal, objective and experiential reality, where feasibility is a requirement for execution, aimed at "calculated" accuracy of operations;
- The development of tools and models aimed at acquiring knowledge of the reality and take action, using "artificial reproduction supports" to simulate the phenomena to be observed which require an intervention (Lecis, Busacchi, Salis, Ed., 2015).

Procedures and modelling, exploration and simulation tools

The contribution of technique, regarding the "revealing" and "production" aspect in the procedure of "transcendence" and "artificial reproduction", is aimed at making the production and construction reality become present (as opposed to the empirical orientation, namely, without a "tangible presence"; Borutti, 1999, p. 88) by means of "schematization" procedures («that include the method, the function, the construction rule of a potential object»; *ibid.*), through "modelling" and "codified formalization" (*ibid.*, p. 92): all these elements allow the production and construction reality «to be visible and expressible through artificial processes, experimental idealizations, heuristic strategies, linguistic and symbolic mediation» (*ibid.*). Modelling, in the executive design, is expressed through

parameters which can be subject to analytical and operational examination (concerning the contents and the project specifications). This is done considering construction procedures of reality in accordance with the structural and functional characteristics of the model (where modelling is expressed as a "tangible construction" with a heuristic function, therefore knowing the properties allows one to make predictions on "artificially reproduced" phenomena). According to this approach, the executive design (and therefore, its representation) is carried out as a "transcendence" process, which is defined as the "projection" practice, as the process of "formalization capable of making the experience possible" in advance and without a physical presence (*ibid.*, p. 100) (Figg. 1, 2).

The design process is expressed through the exploration and understanding of

01 | "Presentificazione" della realtà produttiva e costruttiva attraverso procedure di "schematizzazione", di "modellazione" e di "formalizzazione codificata" (Zaha Hadid Architects, Torre CMA-CGM, Marsiglia; disegni di localizzazione e di costruzione)
 The "presencing" of the production and construction reality by means of "schematization" procedures, through "modelling" and "codified formalization" (Zaha Hadid Architects, CMA-CGM Tower, Marseilles; localization and construction drawings)

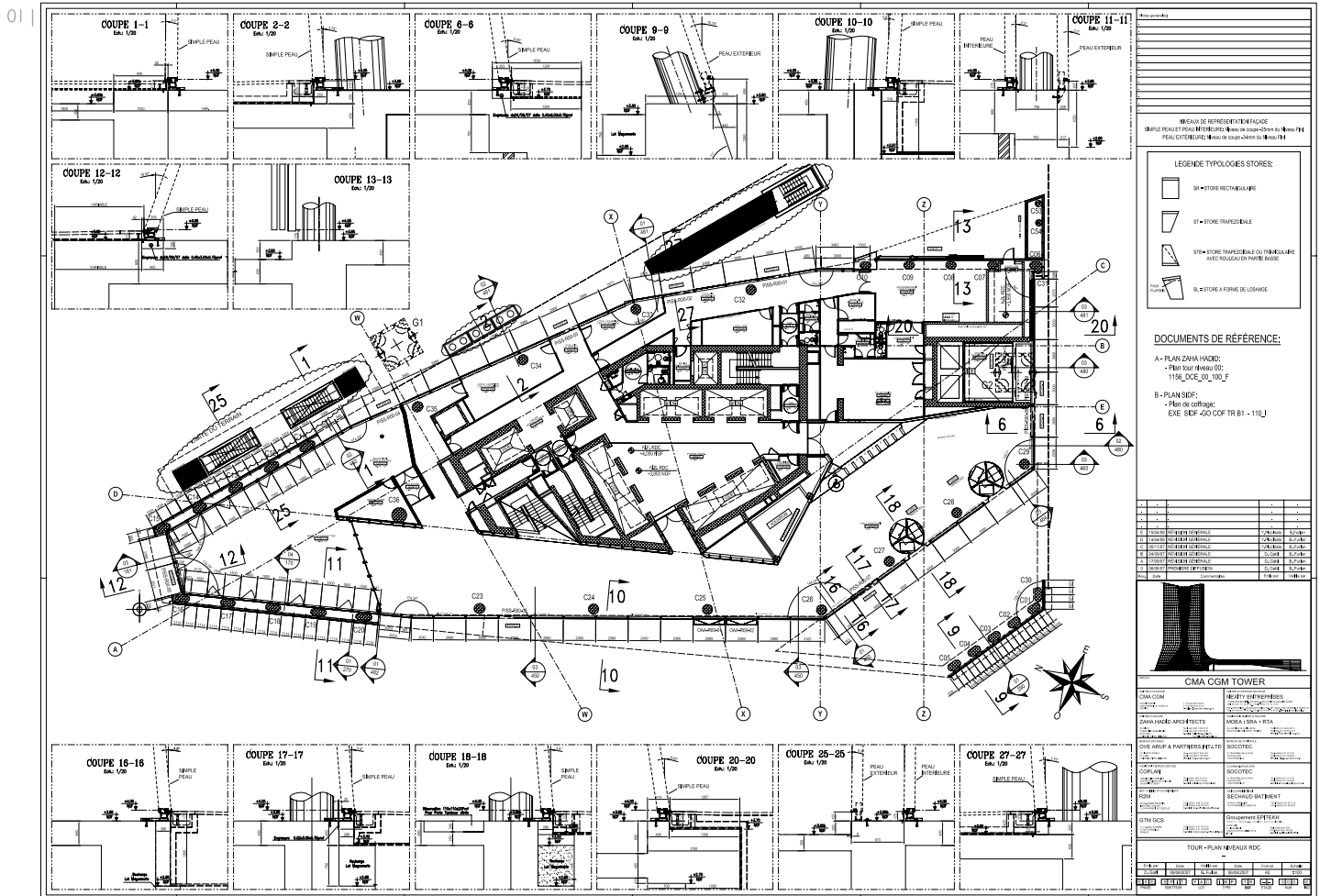
e i dati sono composti nella forma di dispositivi, o modelli, in grado di consentire l'analisi, la sperimentazione e il controllo (di tipo indiretto) della realtà (Paronitti, 2008) (Figg. 3, 4).

Procedure e strumenti di "predizione" e di "previsione razionale" della realtà

La prospettiva epistemologica, chiamata in causa nell'inquadramento teorico e strumentale operato dalla *téchne* secondo la "funzione trascendentale", introduce anche l'aspetto "predittivo" dei modelli, in quanto offrono e consentono possibilità di osservazione e di formulazione analitica e operativa. La componente "predittiva" sostiene così la valenza ermeneutica del processo di elaborazione esecutiva, assumendo i modelli come "interpretativi" della realtà di riferimento e dirigendo la "presentificazione" dei contenuti e dei dati di progetto in forma sperimentale (Domanin, 2006). La strumentalità operativa disposta dai "modelli esecutivi" assume, poi,

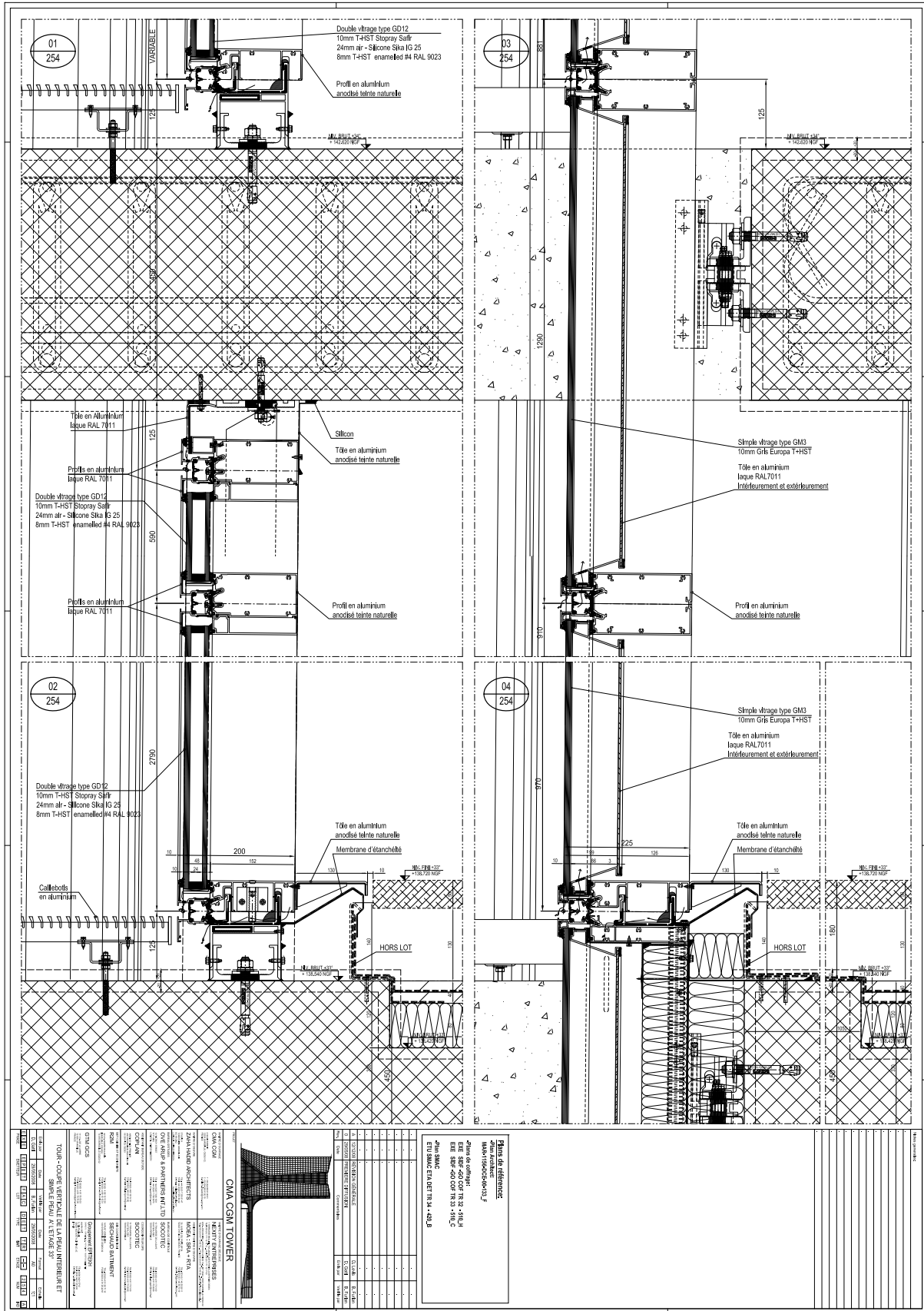
la possibilità di effettuare, secondo criteri di studio e di attuazione euristica, verifiche, controlli, supposizioni e predizioni nella costruzione, simulata, della realtà.

L'elaborazione esecutiva del progetto, definita dalla modellazione "predittiva" e dalla simulazione della realtà, si dispone quale pratica di "previsione esplorativa" (Waddington, 1977, tr. it. 1977, p. 202), proponendosi per la «costruzione di un analogo del mondo reale successivamente manipolabile al fine di scoprire il funzionamento», laddove «la manipolazione degli elementi del modello [...] si definisce simulazione» (ivi, p. 210): a tale proposito, il carattere previsionale del progetto esecutivo (che assume la "funzione anticipatrice" dovuta alla "temporalità tecnica") si mostra mediante la rilevazione del valore "predittivo" intorno ai fenomeni o all'esperienza ancora non effettuata, fino a considerare la messa a punto di una "procedura anticipata di controllo empirico" (Motterlini, 1994). L'operatività finalizzata all'anticipazione, secondo l'apporto della *téchne*, ovvero in considerazione



02 | Costruzione della realtà secondo le caratteristiche strutturali e funzionali del dominio modellato: rappresentazione esecutiva del progetto come processo di "trascendenza" e come processo di "formalizzazione" della realtà (Zaha Hadid Architects, Torre CMA-CGM, Marsiglia; disegni di costruzione)

Construction procedures of reality in accordance with the structural and functional characteristics of the model: executive representation as a "transcendence" process and as the process of "formalization" of reality (Zaha Hadid Architects, CMA-CGM Tower, Marseille; construction drawings)



03 | Elaborazione del progetto, come “modello interpretativo”, secondo l’obiettivo di definire i modi di orientamento, di previsione e di guida per l’azione (David Chipperfield Architects, Museo delle Culture MUDEC, Milano; disegni di localizzazione)

The design process expressed as an “interpretation model”, according to the purpose of defining the orientation, prediction and direction methods that lead to action (David Chipperfield Architects, Museum of Cultures MUDEC, Milan; localization drawings)

del “dono” della tecnica offerto da Prometeo, si struttura attraverso la “previsionalità razionale” (Galimberti, 1999, p. 84): in questo senso, la “temporalità tecnica” si integra alla elaborazione esecutiva del progetto, mentre gli strumenti progettuali (ovvero, i “modelli esecutivi” che definiscono l’elaborazione come “tecnica della previsione”; *ivi*, p. 85) si propongono nella forma di “tecniche previsionali” che, «cogliendo i nessi consequenziali [...] anticipano il compiersi degli eventi e il loro senso» (*ibid.*) e liberano dall’imprevedibilità (Di Piazza, 2010) (Figg. 5, 6).

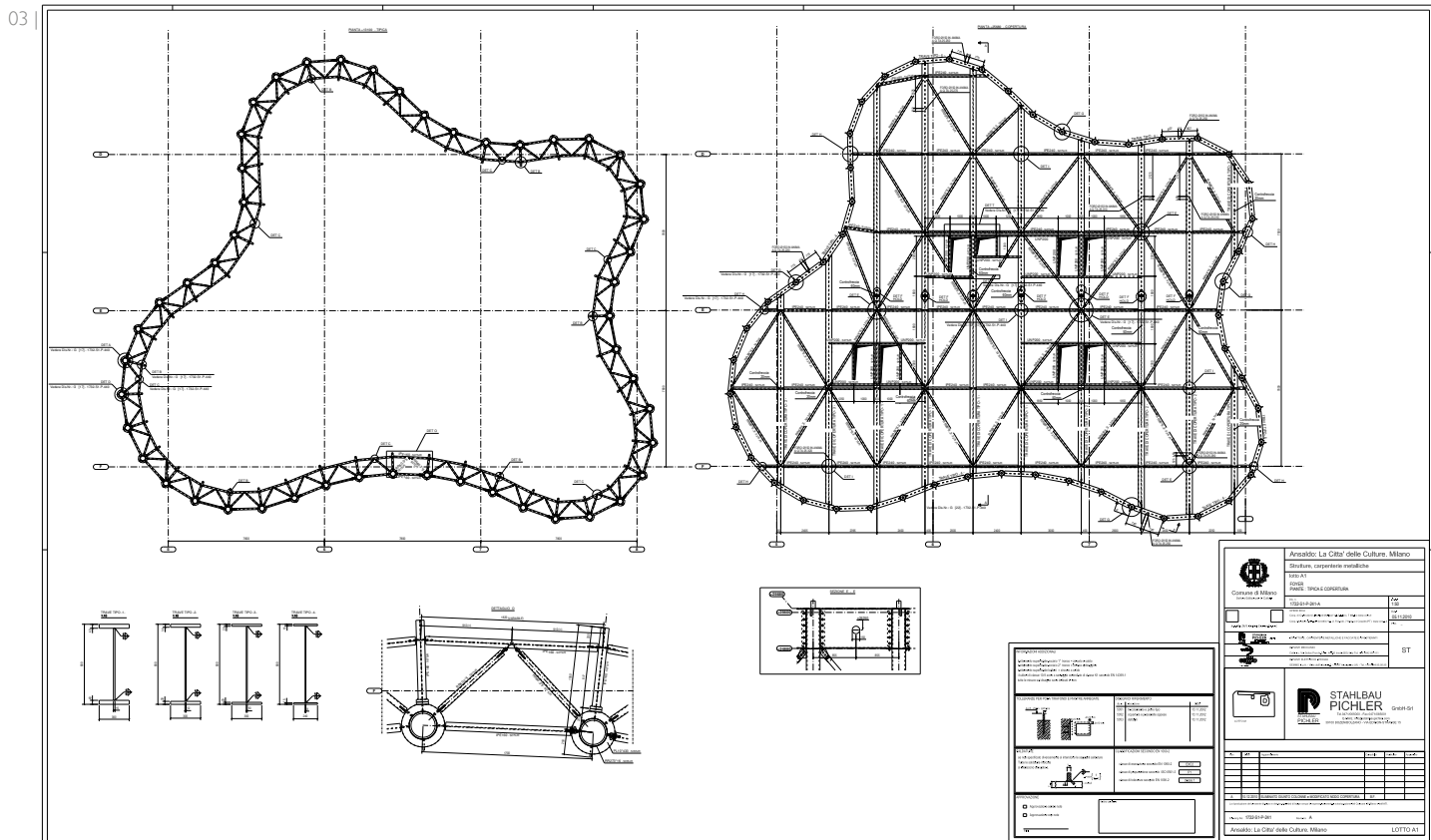
Procedure e strumenti di “pro-duzione” e di “rappresentazione operativa”

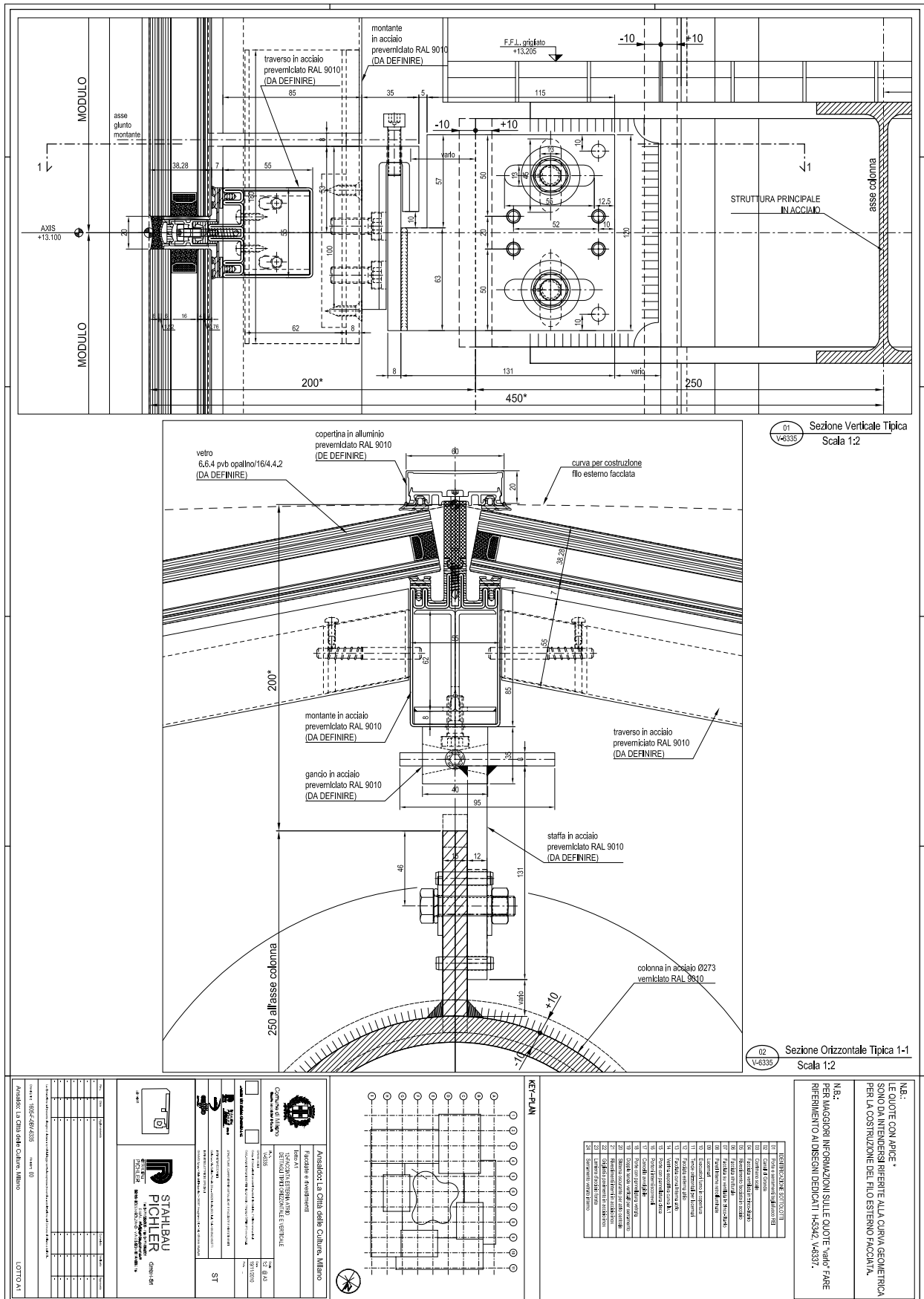
Il processo di “trascendenza”, sostenuto dalla *téchne* e definito quale attività della “proiezione” che governa lo svolgimento dell’esperienza in modo anticipato, conduce alla traduzione di quanto “presentificato” in forma “produttiva”, in forma “manipolabile” e “calcolabile” (Cacciari, 2000), rivolta a guidare l’elaborazione esecutiva alla “materializzazione” e all’“educazione empirica” dei contenuti e dei dati di progetto (Robbins, 1994, p. 297). L’apporto della *téchne* coinvolge, nella elaborazione esecutiva del progetto, sia la funzione razionale

Il processo di “trascendenza”, sostenuto dalla *téchne* e definito quale attività della “proiezione” che governa lo svolgimento dell’esperienza in modo anticipato,

(in accordo al carattere operativo di tipo “calcolante”), come “razionalità poetica”, sia la funzione “finalistica” diretta alla “produzione” per mezzo dell’“inverarsi del progetto”: l’attuazione progettuale «degli artefatti è la *téchne*» ed essa «significa l’intendersi di ciò su cui si fonda ogni fabbricazione e produzione; l’intendersi di ciò presso cui una produzione [...] deve arrivare e finirsi e condursi a compimento» (Mazzarella, 2002, 2nd ed., p. 286).

Su queste basi, la formulazione del progetto esecutivo si concreta rispetto ai criteri di modellazione, di anticipazione e di simulazione (per mezzo dei “modelli esecutivi”) tesi a esercitare, al momento dell’azione effettiva, la conduzione e la direzione dell’operatività produttiva e costruttiva: a tale proposito, la modellazione, l’anticipazione e la simulazione si determinano secondo il contributo della “ragione tecnica” (Nacci, 2000) e per mezzo dell’“agire tecnologico” (Fadini, 2000, p. 47), rivolto all’“esperienza di manipolazione delle cose” e all’“esplorazione della realtà”. Questo comprendendo l’ausilio dei “modelli esecutivi” in forma di “protesi tecnologiche”, definite e configurate in modo strumentale al fine di guidare e di dirigere l’azione (*ibid.*) mediante l’acquisizione e l’espressione dei modi propri della “rappresentazione operativa” (Cera, 2007, p. 55).





05 | Elaborazione esecutiva del progetto, definita dalla modellazione “predittiva” e dalla simulazione della realtà, quale pratica di “previsione esplorativa” (Renzo Piano Building Workshop, Museo di scienze naturali MUSE, Trento; disegni di localizzazione e di costruzione)

The executive design defined by “predictive” modelling and simulation of reality, as a practice of “exploratory prediction” (Renzo Piano Building Workshop, Science museum MUSE, Trento; localization and construction drawings)

La costituzione e la funzione dei “modelli esecutivi” si struttura mediante l’applicazione di un “linguaggio tecnico” in grado di condurre alla visione, alla comprensione e alla formulazione reale delle condizioni del progetto: in questa prospettiva epistemologica, la “rappresentazione operativa” diviene la tecnica necessaria ad “avvicinare” i contenuti e i dati del progetto e a esplicitare, in condizioni di simulazione del reale, le procedure di pianificazione, di verifica e di anticipazione della realtà produttiva e costruttiva. Nello specifico, l’elaborazione esecutiva del progetto si delinea attraverso l’apporto di un “linguaggio tecnico” per l’intervento verso la realtà, mediante la messa a punto di apparati di guida e di controllo della produzione e della costruzione, secondo:

- la procedura “fanzionale”, che consiste nella costituzione di “artifici formali” che conducono la realtà in condizioni visibili e operabili (Borutti, 1999, p. 107), mediante pratiche di “produttività figurale” dirette a comunicare le “regole di co-

struzione” e a istruire sull’azione (ivi, p. 111);

- la configurazione dei “modelli esecutivi” sia nella forma di “artefatti cognitivi”, mediante procedure di rappresentazione e di visualizzazione con il compito di sostituire l’“evento reale” (Norman, 1993, tr. it. 1995, pp. 59-64), sia nella forma di “artefatti esperienziali”, che “offrono il modo per sperimentare e agire”, contemplando le condizioni proprie della realtà empirica al fine di effettuare previsioni e verifiche necessarie all’esecuzione (ivi, p. 63-64) (Figg. 7, 8).

Conclusioni

Le prospettive e le linee di approfondimento che possono emergere dai contributi trasferiti dagli apparati tesi a sostenere l’apporto della *téchne* nei riguardi della elaborazione esecutiva del progetto si rivolgono alla formulazione degli ambiti di carattere disciplinare, formativo (e, quindi, didattico rispetto allo studio e alla tra-

05 |

3D STRUTTURA PRINCIPALE
S= 1:50

NOTE GENERALI - ANMERKUNGEN

CARATTERISTICHE MATERIALI - MATERIALEIGENSCHAFTEN

TRATTAMENTI - OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

PRESCRIZIONI - ANWEISUNGEN

CLASSIFICAZIONI - KLASSIFIZIERUNGEN

SALDATURE - SCHWEISSNÄHTE

3D-KEY

KEY-SECTION

KEY-PLAN

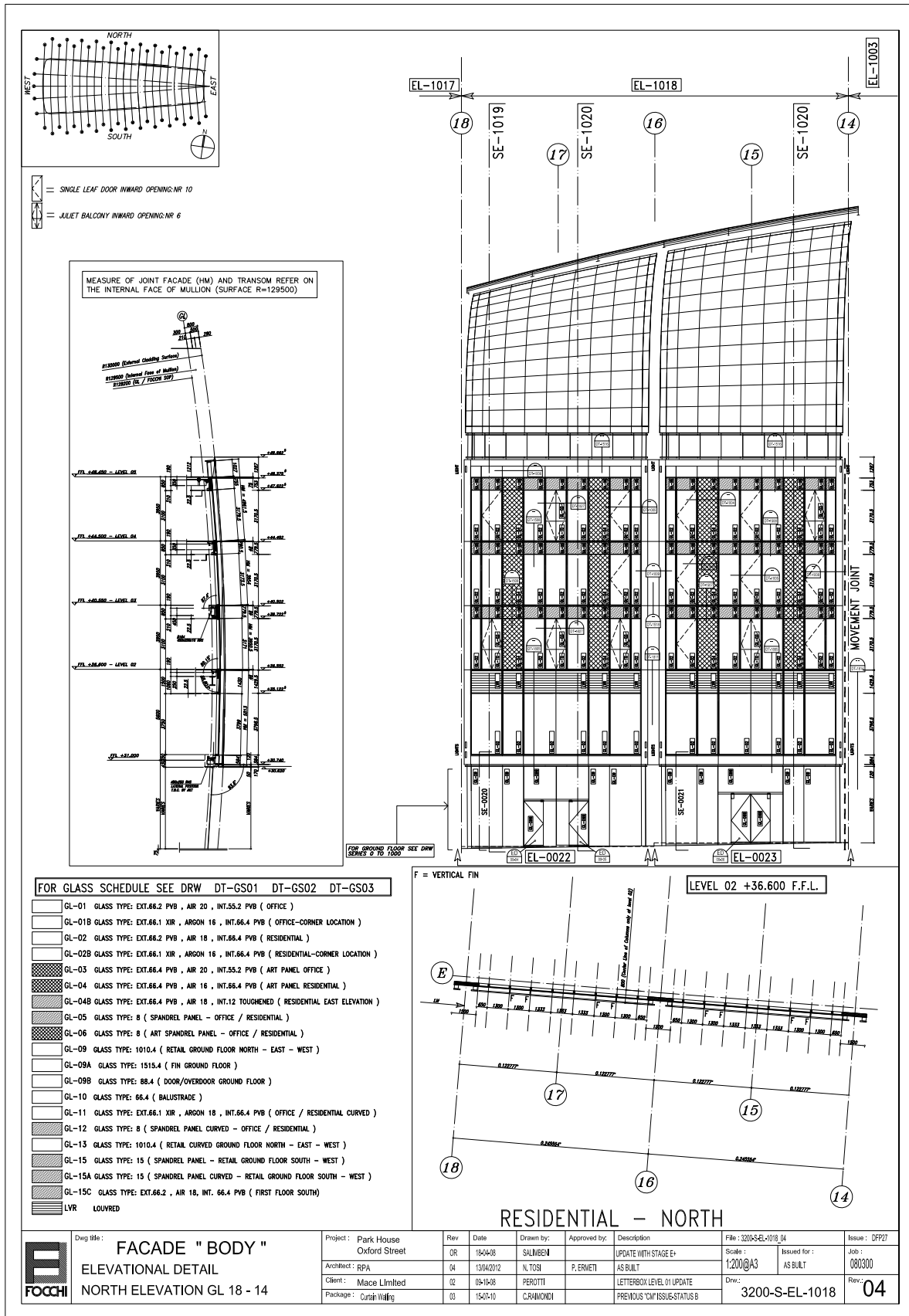
ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE

AS BUILT - EDIFICIO A

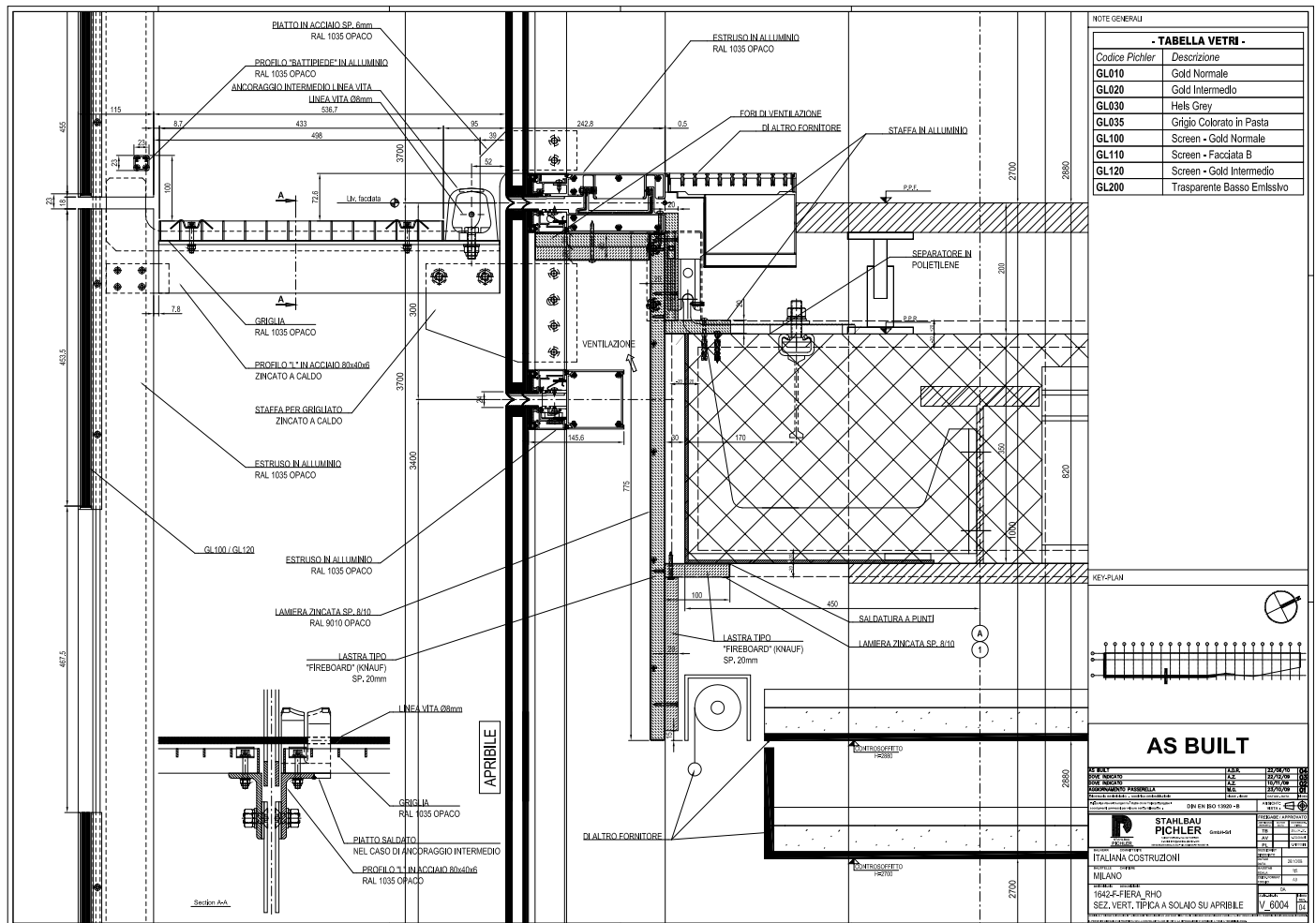
COBERTURA II

DETTAGLI DI STRUTTURA

STAHLBAU PICHLER



Modelling, anticipating and simulation criteria of the intervention towards the reality (by means of "executive models") aimed at leading and directing the production and construction activity (5+1AA, Pietri Architectes, Directional complex of Fiera Milano, Rho, Milan; construction drawing)



smissione delle "tecnologie dell'architettura") e applicativo nei confronti della realtà effettiva della produzione e della costruzione. Nello specifico, gli orientamenti di ricerca e di indagine profilati e

the reference environment, that is as a practice aimed at «producing a pattern of action through which it is possible to know reality and actively interact with it» (Perazzo, 2000, p. 31). The design process, expressed as an "interpretation model", as a "pattern of action" (or "explanatory pattern", necessary to set the right correlations among the phenomena; Tagliagambe, 1998), has the purpose of defining the orientation, prediction and direction methods that lead to action. The design process unfolds not only as a representation, as a passive mimesis and as a reproduction through the visible predicates of things, but as "appropriation", as an "achievable purpose" according to a "finalised cognitive process" (ibid., pp. 52-53). Thus the executive design, within the overall concept of "interpretation model" and "pattern of action", involves the development and the use of "executive models" (since «the project is

intended as intrinsically productive, it develops production models. To produce is implied in the drawing that throw light on its meaning and purpose»; Arrigoni, 2004, p. 11). In general, the "executive models" aim at anticipating and, therefore, at simulating the production and construction reality. In this respect, the executive simulation of the project (or "simulation strategy") complies with a representational and constitutive process, where contents and data take the form of devices or models, that allow the analysis, the testing and the (indirect) control of reality (Paronitti, 2008) (Figg. 3, 4).

Procedures and "prediction" or "rational prediction" of reality tools
The epistemological perspective, referred to in the theoretical and instrumental framework of *téchne*, according to the "transcendental function", also introduces the "predictive" aspect of models, since they

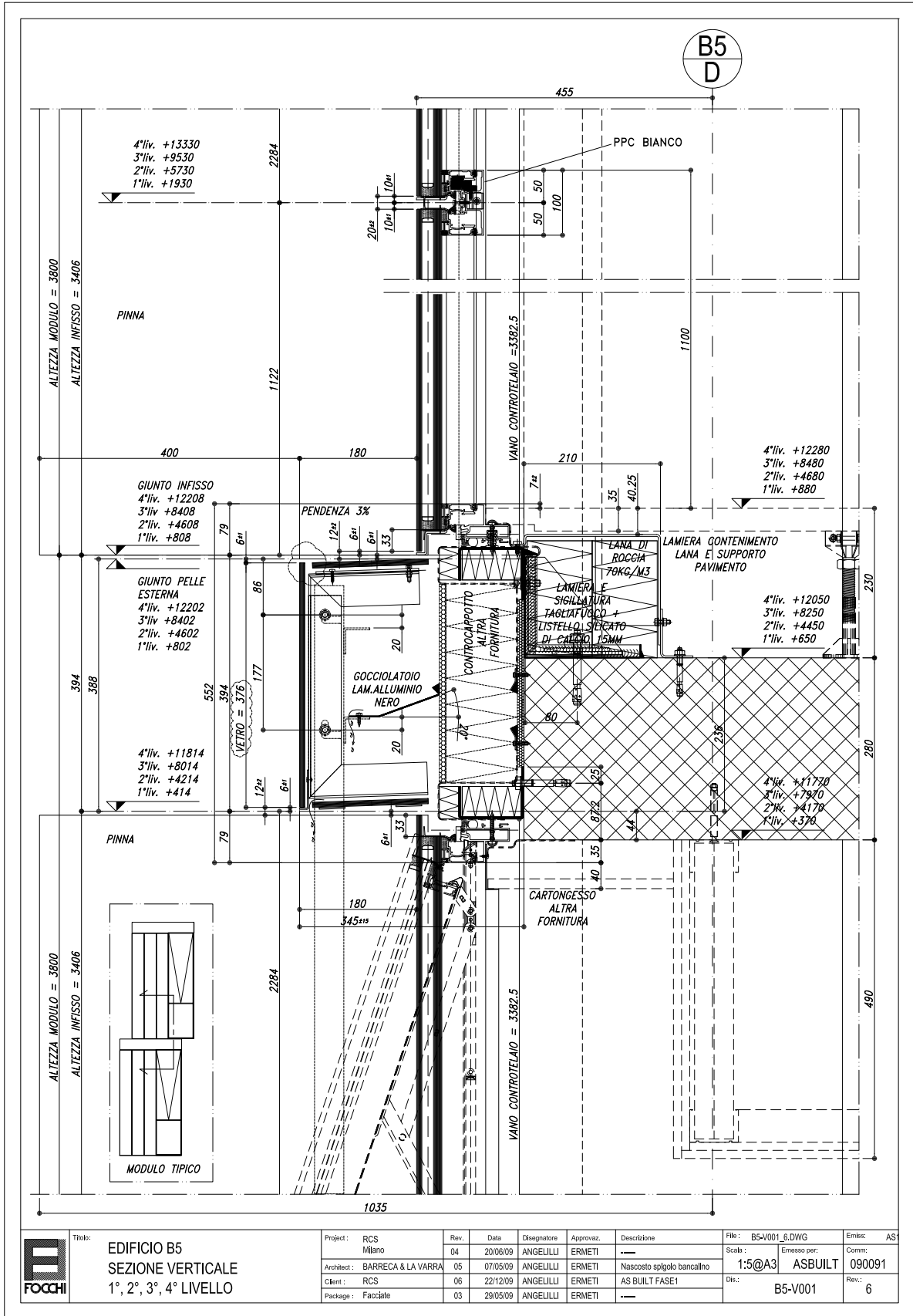
prospettati dagli apparati di carattere filosofico, antropologico ed epistemologico intorno alla *téchne* possono osservare:

- la costituzione culturale e scientifica del comparto relativo

allow observation and analytical and operational formulation. The "predictive" aspect thus maintains the hermeneutic significance of the executive design process, considering the models as "interpretation" of reality and directing the "presencing" of the contents and design data on an experimental basis (Domanin, 2006). The operative instrumentality of the "executive models" allows also the possibility to conduct tests, checks, make assumptions and predictions of the simulated construction of reality. The executive design, defined by "predictive" modelling and simulation of reality, becomes then a practice of "exploratory prediction" (Waddington, 1977, tr. it. 1977, p. 202), as a way of «building something similar to the real-world object, that can be subsequently manipulated in order to discover its functioning», where «the manipulation of the model elements [...] is defined as

simulation" (ibid. p. 210). In this regard, the predicting character of the executive design (which takes on an "anticipating function" due to the "technical temporality") is shown through the "predictive" value around the phenomena or the experience that has not yet being gained, as far as considering the setting up of an "anticipation procedure of empirical check" (Motterlini, 1994). The activity aimed at anticipating, according to the contribution of *téchne* -that is considering Prometheus "gift" of the technique -, is developed through the "rational prediction" (Galimberti, 1999, p. 84). In this respect, the "technical temporality" is integrated with the executive design, while the design tools (namely, the "executive models" that define the project as a "predicting technique" ibid., p. 85) are considered in the form of "predicting techniques", which «by seizing the consequential links [...] anticipate the ful-

08 | Costituzione e funzione dei “modelli esecutivi” attraverso l’applicazione del “linguaggio tecnico” in grado di condurre alla visione, alla comprensione e alla formulazione reale delle condizioni del progetto (Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra, Edificio “B5”, RCS - Media Group Headquarters, Milano; disegno di costruzione)
 Constitution and function of the “executive models” expressed through a “technical language” that can lead to the vision, to the understanding and to the actual formulation of the project specifications (Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra, “B5” Building, RCS - Media Group Headquarters, Milan; construction drawing)



alla progettazione esecutiva dell'architettura, affrontabile attraverso il supporto e il coinvolgimento di riferimenti, soprattutto teorici e cognitivi, in grado di affermarne e di svilupparne il carattere disciplinare oltre gli aspetti di ordine essenzialmente processuale focalizzati sui versanti della produzione edilizia;

- la formazione, intellettuale e pratica, del progettista esecutivo nei caratteri propri del *“technites (il portatore di téchne)”* (Nardi, 1997, p. 55), secondo l'acquisizione sia della capacità *“poietica”* (di *“manipolazione”* e di *“riproduzione artificiale”* della realtà, di sperimentazione, anticipata e *“calcolata”*, del momento pratico dell'azione), sia del sapere strumentale *“finalizzato”* all'azione;
- la determinazione e la composizione degli strumenti di progetto (individuati come *“modelli esecutivi”*) in grado di assumere, di rappresentare e di visualizzare le effettive condizioni di modellazione (secondo le esigenze di controllo e di anticipazione sia della fattibilità, sia delle modalità di intervento), di simulazione e di previsione delle procedure produttive e costruttive (fino a esplicitare i procedimenti di realizzazione e di lavorazione, in accordo alla *“predizione”* delle fasi temporali e delle sequenze esecutive).

NOTE

¹ Il carattere *“disvelante”* della tecnica si esprime, secondo Martin Heidegger, in modo combinato alla *pro-duzione* in quanto *«pro-durre si dice in greco τίκτω. Alla stessa radice tec di questo verbo si ricollega la parola τέχνη, tecnica. Essa, per i greci, non significa né arte né mestiere, ma: far apparire qualcosa tra le cose presenti, come questo o quello, in questo o quel modo. I greci pensano la téchne, il pro-durre, in base al “far apparire”. La téchne*

filament of the events and their meaning» (ibid.) and free this of unpredictability (Piazza, 2010) (Figg. 5, 6).

“Pro-duction” and “operating representation” procedures and tools

The *“transcendence”* process, supported by *téchne* and defined as a *“projection”* activity that rules the anticipating unfolding of the experience, leads to an explanation of what is been *“made present”* as something *“productive”*, *“manipulable”* and *“assessable”* (Cacciari, 2000), that will lead the executive design to the *“materialization”* and the *“empirical education”* of the contents and design data (Robbins, 1994, p. 297). The contribution of *téchne* to the executive design involves both the rational function, as a *“poietic rationality”* (according to the operational, *“calculating”* type of character), and the *“finalistic”* function aimed at the *“pro-*

duction” through *“bringing into being the pro-ject”*. The project implementation *«of the artefacts is téchne»* and it *«means understanding what constitutes every fabrication and production, understanding where a production [...] must arrive, be finished and be completed»* (Mazzarella, 2002, 2nd ed., p. 286). On these premises, the formulation of the executive design focuses on the modelling, anticipating and simulation criteria of the intervention towards the reality (by means of *“executive models”*) aimed at leading and directing the production and construction activity, at the time of the actual action. In this regard, modelling, anticipation and simulation are determined according to the contribution of the *“technical reason”* (Nacci, 2000) and by means of the *“technological acting”* (Fadini, 2000, p. 47), addressed to *“experience about the manipulation of things”* and to *“exploring reality”*. This implies

da pensare in tali termini si nasconde da sempre nell'elemento *“tettonico”* dell'architettura» (1951, tr. it. 1976, pp. 106-107).

² La tecnica, rispetto alla formulazione esecutiva del progetto, sostiene i fondamenti *“finalistici”* e basati sul *“calcolo”* razionale: *«nell'universo delle azioni possibili, la tecnica inaugura quell'agire in conformità a uno scopo in cui è riconoscibile il tratto tipico della razionalità, il cui procedere non è regolato dall'arbitrio, ma dal calcolo che valuta l'idoneità dei mezzi in ordine a fini prefissati»* (Galimberti, 1999, p. 251). Si esplicita, in questo modo, come la razionalità tecnica esprima la funzione del *“calcolo”* inteso come analisi inerente all'individuazione, alla verifica e all'impostazione della soluzione (qui produttiva e costruttiva) *“in ordine ai fini prefissati”* (ibid.).

REFERENCES

- Arrigoni, F.F.V. (2004), *“Progetto, note sulle riflessioni di Massimo Cacciari”*, in Arrigoni, F.F.V. (Ed.), *Note su progetto e metropoli*, Firenze University Press, Firenze, pp. 11-16.
- Asimow, M. (1962), *Introduction to design*, Prentice-Hall, Englewood Cliff (tr. it. di Mancuso, M., *Principi di progettazione*, Marsilio, Venezia, 1968, 3rd ed.).
- Borutti, S. (1999), *Filosofia delle scienze umane. Le categorie dell'Antropologia e della Sociologia*, Bruno Mondadori, Milano.
- Bufalo, R. (2011), *“Tecnica e filosofia nel pensiero del novecento. Note per una discussione”*, *Il Contributo*, No. 1, pp. 9-40.
- Cacciari, M. (2000), *“Salvezza che cade”*, in Cacciari, M., Donà, M. (Eds.), *Arte, tragedia, tecnica*, Cortina, Milano, pp. 3-65.
- Cardullo, R. L. (2005), *“L'analogia téchne-physis e il finalismo universale in Aristotele, Fisica II”*, in Cardullo, R.L., Giardina, G.R. (Eds.), *La Fisica di Aristotele oggi. Problemi e prospettive*, Cooperativa Universitaria Editrice Catanese di Magistero, pp. 51-109.
- Cera, A. (2007), *“Sulla questione di una filosofia della tecnica”*, in Russo, N. (Ed.), *Uomo e le macchine. Per un'antropologia delle macchine*, Guida, Napoli, pp. 41-115.

that the aid of the *“executive models”* is meant to be in the form of *“technological prosthesis”* instrumentally defined and configured in order to lead and direct the action (ibid.) by acquiring and expressing the peculiar features of the *“operational representation”* (Cera, 2007, p. 55). The constitution and function of the *“executive models”* is expressed through a *“technical language”* that can lead to the vision, to the understanding and to the actual formulation of the of the project specifications. According to this epistemological perspective, the *“operational representation”* becomes the required technique to *“merge”* the project data and contents and to bring out the planning, verification and anticipation procedures of the production and construction reality, under simulation conditions. In particular, the executive design is emerging through the contribution of a *“technical language”*

“of the intervention towards reality, through the setting up of apparatus for the direction and checking of production and construction, according to:

- The *“fictional”* procedure, which consists in the creation of *“formal artifices”* that make reality visible and operable (Borutti, 1999, p. 107), through practices of *“figural productivity”* aimed at conveying the *“construction rules”* and giving instructions about the action (ibid., p. 111);
- The configuration of the *“executive models”* both in the form of *“cognitive artefacts”*, through representation and visualization procedures aimed at replacing the *“real event”* (Norman, 1993, tr. it. 1995, pp. 59-64), both in the form of *“experiential artefacts”*, which *“provide a way to experiment and act”*, considering the peculiar conditions of empirical reality in order to make the necessa-

- Ciribini, G. (1984), *Tecnologia e progetto. Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino.
- Di Piazza, S. (2010), “*Téchne e tyche in Aristotele. Una strana relazione*”, *Studi Filosofici*, Vol. 33, pp. 15-31.
- Domanin, I. (2006), “*Techné e logos. Sulla genealogia della pratica filosofica*”, in D’Alessandro, P., Potestio, A. (Eds.), *Filosofia della tecnica*, Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, Milano, pp. 95-104.
- Fadini, U. (2000), *Sviluppo tecnologico e identità personale. Linee di antropologia della tecnica*, Dedalo, Bari.
- Galimberti, U. (1999), *Psiche e techné. L'uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano.
- Heidegger, M. (1951), *Costruire abitare pensare*, Neue Darmstädter Verlagsanstalt, Darmstadt (tr. it. di Vattimo, G., *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, 1976, pp. 96-108).
- Lecis, P.L., Busacchi, V. and Salis, P. (Eds.) (2015), *Realtà, verità, rappresentazione*, Angeli, Milano.
- Mazzarella, E. (2002), *Tecnica e Metafisica. Saggio su Heidegger*, 2nd ed., Guida, Napoli.
- Motterlini, M. (1994), “*La metodologia dei programmi di ricerca scientifici: una revisione*”, in Giorello, G. (Ed.), *Introduzione alla filosofia della scienza*, Bompiani, Milano, pp. 319-368.
- Nacci, M. (2000), *Pensare la tecnica. Un secolo di incomprensioni*, Laterza, Roma-Bari.
- Nardi, G. (1997), “*Struttura come costruzione*”, in Nardi, G. (Ed.), *Aspettando il progetto*, Angeli, Milano, pp. 53-84.
- Nardi, G. (2000), “*Tecnologie dell’architettura*”, *Enciclopedia italiana di scienze, lettere ed arti*, Appendice 2000, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, pp. 90-97.
- Nardi, G. (2001), *Tecnologie dell’architettura. Storie e cultura*, Clup, Milano.
- Norman, D.A. (1993), *Things that Make Us Smart. Defending Human Attributes in the Age of the Machine*, Addison-Wesley (tr. it. di Blum, I., *Le cose che ci fanno intelligenti. Il posto della tecnologia nel mondo dell’uomo*, Feltrinelli, Milano, 1995).
- Pallante, M. (1994), *Le tecnologie di armonia*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Paronitti, G. (2008), *Epistemologia della simulazione. L’artificiale tra astrazione e realtà*, Lulu Press Inc., Morrisville (North Carolina).
- Perazzo, V. (2000), *L’orizzonte della progettualità*, Clup, Milano.
- Queraltó Moreno, R. (2002), *Razionalità tecnica e mondo futuro. Una eredità per il terzo millennio*, Angeli, Milano.
- Robbins, E. (1994), *Why architects draw*, MIT Press, Londra.
- Tagliagambe, S. (1998), *L’albero flessibile. La cultura della progettualità*, Mas-son, Milano.
- Waddington, C.H. (1977), *Tools for Thought* (tr. it. di Sala, V., *Strumenti per pensare. Un approccio globale ai sistemi complessi*, Mondadori, Milano, 1977).

ry predictions and tests for the execution (ibid., p. 63-64) (Figg. 7, 8).

Conclusions

The perspectives and the in-depth analysis that may come from the contributions conveyed by the apparatus aimed at supporting the significance of *téchne* for the executive design, are addressed in the formulation of areas of study, training, (and therefore, educational, with respect to the study and the impartation of the “architecture technologies”) and application, towards the actual production and construction reality. Specifically, the guidelines for research and survey outlined by the philosophical, anthropological and epistemological apparatus about *téchne* can include:

- The cultural and scientific creation of a field related to the executive design, that can be dealt with via

the support of references, especially theoretical and cognitive, capable of stating and developing its nature related to the specific subject area, as well as the procedural aspects related to the building production;

- The intellectual and practical training of the executive designer according to the specific characters of the “*technites* (the *téchne*-bearer)” (Nardi, 1997, p. 55), through the acquisition of the “poietic” ability (that is the ability to “manipulate”, to make an “artificial reproduction” of reality, to experiment - anticipating and “calculating” - the practical action time), and of the instrumental knowledge aimed at the action;
- The determination and the composition of the project tools (identified as “executive models”) that can adopt, represent and display the actual modelling conditions (according to the

monitoring and anticipation requirements relating both to the feasibility and the intervention methods), as well as the simulation and prediction conditions of the production and construction procedures (as far as bringing out the manufacturing and processing procedures, considering the “prediction” of the time phases and the executive sequences).

NOTES

¹ The “revealing” character of technique, according to Martin Heidegger, is expressed and combined with the *pro-duction* as «in Greek to pro-duce is *τίκτω*. The word *τέχνη*, technique, has the same root-word *tec*. For the Greeks, this word doesn’t mean either art or craft, but bringing something into presence, from not being to being, as this or that, in this way or that way. The Greeks refer to *téchne* - “to pro-duce” -, as “bringing

into being”. Therefore *téchne*, according to this view is ever concealed in the “tectonic” aspect of architecture» (1951, tr. it. 1976, pp. 106-107).

² Considering the formulation of the executive design, technique advocates the “finalistic” foundations based on the rational “calculation”: «in the universe of possible actions, technique ushers in the type of acting in accordance with a purpose, where the distinguishing feature of rationality can be recognised, whose procedure is not regulated by will, but by the calculation that considers the suitability of the means as regards the predefined goals» (Galimberti, 1999, p. 251). Thus, is made explicit how the technical rationality expresses the “calculation” function considered as the analysis relating to the identification, testing and setting of the solution (here understood as productive and constructive) “as regards the predefined goals” (ibid.).

Spartaco Paris,

Dipartimento di Ingegneria strutturale e geotecnica, La Sapienza Università di Roma, Italia

spartaco.paris@uniroma1.it

Abstract. Attraverso una lettura critica delle posizioni espresse dai direttori di alcune tra le più prestigiose istituzioni formative nel campo del progetto, il contributo propone una riflessione sulle tendenze più evolute della formazione e ricerca nel campo delle tecnologie in rapporto al progetto. Quali sono i contributi per il rinnovo della disciplina provenienti dalle scienze ingegneristiche e dalle aree umanistiche? Quali sono i temi di innovazione e aggiornamento dei limiti della disciplina, tra cultura materiale della costruzione ed estensione degli strumenti digitali?

Attraverso la forma di una raccolta organizzata di 'testimonianze', emerge un articolato complesso di posizioni, che stimolano una riflessione sui tratti più evoluti del ruolo della tecnologia in rapporto alle attività di progetto e sulla opportunità di aggiornare i caratteri della disciplina nelle scuole universitarie italiane in un quadro di riferimento internazionale.

Parole chiave: sperimentazione, tecnologie digitali, educazione, tecnologia, design.

Introduzione

Fin dall'istituzione della disciplina di insegnamento della tecnologia dell'architettura nelle scuole di architettura in Italia, il pensiero teorico ha posto lo studio dell'evoluzione delle tecniche in stretto rapporto con il progetto e con le trasformazioni dei processi di produzione. Nata, infatti, negli anni dell'impulso dell'industrializzazione edilizia, la disciplina si configurò intorno all'ipotesi 'progressista' di un profondo ripensamento dei modi moderni, non solo della costruzione, ma anche della stessa concezione progettuale, condizionata da nuove opportunità offerte dai processi produttivi¹. L'ipotesi di uno sviluppo industriale dell'edilizia è stata poi disattesa dal sistema economico e produttivo e, di conseguenza, la disciplina ha spostato e cercato nuovi campi di interesse e caratterizzazione. Si è così sviluppata una tendenza ad una continua messa in discussione della configurazione e posizione della tecnologia dell'architettura che, nel corso del suo primo mezzo secolo di vita,

The transformation of technological culture in design, through new tectonics and digital technologies. International teaching and research scenarios

Abstract. The paper offers cause for reflection on the most advanced training and research trends in the area of design-related technologies through a critical review of the views expressed by the heads of some of the leading educational establishments in the field of design. What are the contributions provided by engineering sciences and humanities to transforming the discipline?

What are the innovative topics and updating of the discipline's limits, among material construction culture and extension of digital tools?

A complex set of positions comes to light through organized collection of 'evidence' which stimulates reflection on the most advanced features of the role of technology in relation to design and on the appropriateness of updating the discipline's features in Italian universities within an international reference framework.

ha ampliato i suoi campi di indagine in ambiti differenti – dagli aspetti processuali a quelli ambientali fino a quelli della manutenzione – contribuendo a connotare il suo carattere di disciplina 'a statuto debole'², oscillando, di volta in volta, in base alle sollecitazioni stimulate dai progressi e dalle innovazioni tecnologiche.

Proprio questa molteplicità di interessi colloca oggi la tecnologia dell'architettura in una sorta di limbo, in cui questa fisionomia molteplice non la rende, a mio avviso, chiaramente riconoscibile tra le discipline del progetto. Eppure la stessa declaratoria ministeriale, aggiornata a seguito dell'ultima riforma universitaria, ha offerto una opportunità per caratterizzare la chiave progettuale come rinnovato tratto identitario della disciplina e di legarla in modo nuovo alla sua 'origine' industriale³.

A distanza di quasi un decennio dalla grande crisi economica globale e nel pieno della quarta rivoluzione industriale, è opportuno interrogarsi su quale sia il ruolo della tecnologia in architettura e, più in generale, su quali siano le relazioni con l'attività del progetto. La domanda è posta in un quadro di riferimento internazionale, dove la stessa titolazione disciplinare è differente da quella italiana e si articola in temi piuttosto che termini⁴.

Il contributo propone una indagine critica sul quadro internazionale degli insegnamenti e degli ambiti di ricerca intorno alla tecnologia e alla evoluzione dei suoi rapporti con l'attività di concezione progettuale e con la produzione. Va sottolineato che il contesto internazionale non ha costruito nel tempo quelle barriere e territori 'sicuri' dei settori scientifico-disciplinari propri del sistema universitario italiano, ma ha semplificato gli insiemi degli ambiti scientifici dei gruppi di insegnamento e di ricerca attraverso macro-settori omogenei, stabilendo confini meno rigidi tra le discipline.

Keywords: tectonics, digital technologies, education, architectural technology, design.

Introduction

Ever since the subject of architectural technology was introduced in architecture colleges throughout Italy, theory has closely linked study of the evolution of technologies with design and with changes in production processes. Indeed, the discipline first appeared during the boom years of building industrialization, and was structured around the 'forward-looking' theory of radical rethinking of modern methods, not only as regards construction, but also as regards the design concept itself, influenced by new opportunities the production processes had to offer¹.

The idea of industrial development of construction was subsequently disregarded by the economic and production system and, as a result, the disci-

pline moved and looked for new fields of interest and characterization. Thus a tendency developed for constant questioning of the configuration and position of architectural technology that, during its first half century of life, extended its fields of investigation into different areas – from procedural issues to environmental ones through to maintenance-related matters – helping define it as a discipline with 'weak foundations'², wavering on occasions based on the pressure generated by technological progress and innovation. This wealth of interests now places architectural technology in an uncertain position where, in my opinion, this multifacetedness does not make it clearly recognizable among design disciplines. Yet the ministerial ruling, updated following the last university reform, provided an opportunity to characterize design as an updated key feature of

Le considerazioni proposte sono stimulate da una esperienza di indagine specifica: si tratta del tentativo di ricerca, non sistematico, da me svolto nell'ultimo triennio all'interno del Centro Studi Domus, sulle tendenze in atto relative al ruolo della tecnologia tra le discipline di insegnamento del progetto, dell'architettura e del design, in un quadro di riferimento internazionale, attraverso il racconto da parte degli stessi Presidi e Direttori delle più di trenta scuole di Architettura e Design con la maggiore reputazione internazionale e in cui sono riconoscibili le esperienze più evolute⁵.

Tre interpretazioni dei rapporti tra tecnologia e progetto, una teorica e due pragmatiche

Le testimonianze raccolte sono state organizzate in tre gruppi omogenei, raggruppando la voce degli stessi Presidi e Direttori delle scuole selezionate per estrarre non solo punti di vista, ma anche esempi di direzioni operative e pratiche evolute per la sperimentazione di temi rinnovati di didattica e ricerca.

L'organizzazione in tre gruppi corrisponde a tre nodi critici sui rapporti tra tecnologia e progetto, e propone tre linee interpretative 'aperte' ad uno sviluppo di riflessioni e ad auspicabili aggiornamenti della disciplina.

Il criterio di selezione dei contributi è stato inevitabilmente 'tendenzioso', infatti, sono state privilegiate quelle posizioni che superano le interpretazioni più tradizionali – ancora oggi presenti in molte autorevoli istituzioni europee di formazione⁶ – che attribuiscono alle tecniche una funzione esclusivamente modale in rapporto all'attività di progetto. Si sono invece volute prediligere quelle interpretazioni che riconoscono alle tecniche un ruolo in-

the discipline and to innovatively link it to its industrial 'origin'³.

Almost a decade after the major global economic crisis and in the heart of the fourth industrial revolution, it is appropriate to question the role of technology in architecture and, more generally, its relations with design. The question is raised within an international reference framework, where the discipline has a different name than in Italy and is organized in topics rather than terms⁴.

The paper offers an incisive investigation of the technology-related international teaching framework and research areas, and the evolution of its relations with design and production. It must be noted that, over the years, the international context has not constructed the barriers and 'safe areas' of scientific disciplines that are typical of the Italian university system, but has simplified the set of scientific areas of teaching and re-

search groups by adopting homogenous macro-sectors, establishing less rigid boundaries between disciplines.

The observations put forward stem from a specific investigation: I am referring to the non-systematic research I have performed during the last three years at the Domus Study Center, on current trends relating to the role of technology in the teaching of architecture and design, within an international reference framework, as told by the deans and heads of more than thirty Architecture and Design schools with a leading international reputation and boasting the most state-of-the-art experiences⁵.

Three interpretations of the relationship between design and technology, one theoretical and two pragmatic

The 'testimonials' has been organized into three homogeneous groups, bringing together the opinions of the deans

and heads of selected schools so as to extract not only their viewpoints, but also examples of state-of-the-art practices and operating approaches for testing updated teaching and research topics. Organization into three groups corresponds to three key points regarding the relationship between design and technology, and provides three interpretative approaches that are 'open' to developing lines of thinking and hopefully upgrading the discipline. The criterion for selecting contributions was inevitably 'tendentious'. Indeed the positions chosen were those that go beyond the more traditional interpretations – still present in many leading European training universities⁶ – that attribute to technology an exclusively modal function in relation to design. While the choice made favored those interpretations which

tegrato alla sfera della concezione progettuale e non subordinato ad essa. Le testimonianze presentate esemplificano due aspetti complementari della cultura tecnologica: il primo, descritto in "Testimonianze (1). Evoluzione tecnologica e interdisciplinarietà" riguarda il carattere evolutivo della tecnologia, che estende la sfera originaria delle tecniche materiali a quella immateriali dei processi e degli strumenti; questo aspetto inoltre rappresenta una chiave capace di mettere in relazione la pluralità di discipline che si integrano nel progetto contemporaneo; il secondo, raccolto nei paragrafi "Testimonianze (2). Evoluzione delle tecnologie digitali per il progetto" e "Testimonianze (3). Laboratori di sperimentazione materiale", riguarda gli indirizzi pratici e sperimentali che la tecnologia applicata al progetto sta prendendo nelle istituzioni universitarie più evolute, in una sfumata differenza tra didattica sperimentale e ricerca. Tutte le testimonianze manifestano il ruolo strategico delle attività di sperimentazione di laboratorio, con due diversi tagli e ambiti distinti, ma correlati: le attività e gli ambiti di ricerca più evoluti sono legati alle innovazioni delle tecnologie digitali di progettazione, controllo e fabbricazione e le attività dei laboratori sono legate ai processi di modellazione, produzione e sperimentazione materiale degli artefatti. Le due sfere degli strumenti materiali e immateriali si integrano sfumando in molti casi l'una nell'altra.

Le tre linee tematiche in cui sono raggruppati i pensieri sono una necessaria semplificazione e non costituiscono nodi e insiemi separati, ma un tentativo di mettere in relazione l'evoluzione dei caratteri teorici con quelli strumentali delle tecniche. I tre gruppi tematici consentono, soprattutto, di delineare scenari di indagine e riflessioni aperti allo sviluppo delle tecnologie in rapporto al progetto degli artefatti. Volutamente si osserva come i riferi-

and heads of selected schools so as to extract not only their viewpoints, but also examples of state-of-the-art practices and operating approaches for testing updated teaching and research topics.

Organization into three groups corresponds to three key points regarding the relationship between design and technology, and provides three interpretative approaches that are 'open' to developing lines of thinking and hopefully upgrading the discipline. The criterion for selecting contributions was inevitably 'tendentious'. Indeed the positions chosen were those that go beyond the more traditional interpretations – still present in many leading European training universities⁶ – that attribute to technology an exclusively modal function in relation to design. While the choice made favored those interpretations which acknowledge in technology an integrated role within the area of design and not subordinate to it. The 'testimonials' submitted exemplify two complementary aspects of technological culture: the first – "Testimonials (1). Technological evolution and interdisciplinarity" – concerns the evolving nature of technology that goes beyond the original area of material techniques to the immaterial area of tools and processes; this aspect is also a key capable of linking the plurality of disciplines found in contemporary design, the second, found under the headings "Testimonials (2). Evolution for digital design technologies" and "Testimonials (3). Material experimentation laboratories" concerns the practical and experimental approaches which technology applied to design is taking in state-of-the-art universities, in a veiled difference between experimental teaching and

menti proposti siano espressi da figure che svolgono un ruolo di coordinamento di scuole, le quali operano, spesso, sia nel campo dell'architettura che nel campo del design, in modo distinto, ma allo stesso tempo integrato: nella selezione emerge un comune atteggiamento di riconoscimento di una nuova centralità delle tecniche nei processi di elaborazione e produzione degli artefatti.

Testimonianze (1). Evoluzione tecnologica e interdisciplinarietà⁷

centro la tecnologia come chiave semantica delle più recenti innovazioni della società e come nodo critico, prima che strumentale, di integrazione e legame con gli altri settori del sapere, per orientare le scelte progettuali.

Si è voluta porre l'attenzione a quelle esperienze che attribuiscono al mondo delle tecniche in evoluzione la capacità di indirizzare e innovare le scelte progettuali, proprio attraverso un principio di interdisciplinarietà delle conoscenze e sperimentazione delle nuove tecniche e dalla pratica aperta di un terreno comune di sperimentazione con altri campi eteronomi dell'innovazione tecnologica. In tutti si ravvisa non una ideologica fiducia nella tecnologia come *telos*/fine capace di regolare il mondo, ma la necessità di coniugarne le potenzialità attraverso la capacità poetica ed emotiva del progetto, in un incessante confronto e sfida dialettica tra *poiesis* e *praxis* e senza la pretesa di supremazia dell'una sull'altra e viceversa.

Sono esemplificative, in questa direzione, le posizioni di alcuni direttori di istituti e scuole appartenenti alle aree politecniche internazionali, in particolare, quelle di Peter Russell della

Nella prima selezione di contributi emerge una posizione teorica comune sul ruolo strategico della tecnologia: essi pongono al

research. All the testimonials shows the strategic role of laboratory experimentation, with two different slants and separate yet related fields: the most advanced research activities and areas are linked to the innovation of digital design technologies, control and production, and laboratory activities are linked to modeling, production and material testing of artifacts. The two areas of material and immaterial tools complement each other, in many cases blending one with the other.

The three thematic groupings of lines of thought are a necessary simplification and do not represent separate units and sets, but are attempts to relate evolution of theoretical characteristics with instrumental features of technology. The three thematic groups make it possible above all to mark out investigative scenarios and reflections that are open to the development of technologies in re-

lation to artifact design. We must note how the proposed benchmarks are voiced by figures that play a coordinating role in schools, which often operate in both the fields of architecture and design, in a separate yet complementary manner: the selection brings to light mutual acknowledgement of a new central role for technology in the processing and production of artifacts.

Testimonials (1). Technological evolution and interdisciplinarity⁷

A common theoretical position comes to light in the first selection of contributions regarding the strategic role of technology: they place technology at the center as the semantic key of society's latest innovations and as a crucial issue of integration and a link with other fields of knowledge in order to steer design choices, even before its instrumental role.

TU di Eindhoven e Nader Tehrani del MIT: secondo le loro testimonianze la disponibilità di informazioni che le tecnologie oggi offrono, determina un cambio di paradigma per l'elaborazione progettuale, sia per la sempre più precisa capacità prefiguratrice del progetto e sia per le possibilità realizzative che la tecnologia consente; è necessario però che anche la tecnologia trovi una sua integrazione con la poetica e l'emotività, con l'obiettivo di rispondere a bisogni propri del nostro tempo. Questo obiettivo richiede una apertura pluralistica, interdisciplinare e trans-scalare dell'interpretazione disciplinare della tecnologia.

Wiel Arets, Dean dell'Illinois Institute of Technology (IIT):

[...] Oggi, l'importanza della tecnologia e la sua progressiva assimilazione e integrazione negli edifici continuano a essere il propellente per il miglioramento e una più profonda comprensione dei nuovi metodi costruttivi, nonché delle direzioni in cui essi si svilupperanno nei decenni e nei secoli a venire.

Il mondo cambia ogni giorno e l'architetto deve essere in grado di sviluppare nuove idee in linea con questi mutamenti, così come accade in molte altre discipline come la medicina e il cinema; oppure essere capaci di lavorare a nuove auto, telefoni o materiali innovativi.

Viviamo un periodo in cui la tecnologia è molto importante in senso tecnico, ma anche intellettuale, e anch'essa ci invita a evitare i percorsi già noti cercando di avventurarci in territori inesplorati. Ma come possiamo sviluppare queste nuove tipologie? Come possiamo spingere la nostra disciplina a creare delle metropoli a energia zero? L'architettura oggi è diventata una questione globale e locale insieme. Ora più che mai, le nuove

The focus has been placed on those experiences that lend the world of developing techniques the ability to guide and innovate design choices, through a principle of interdisciplinary knowledge and experimentation of new techniques and the open practice of a shared testing area with other heteronomous fields of technological innovation. An ideological faith in technology as *telos* /an end able to rule the world cannot be seen in all the contributions, but the need to combine its potential through the poetic and emotional capacity of design, in a never-ending dialogue and dialectical challenge between *poiesis* and *praxis* and without either claiming supremacy over the other.

The positions of some heads of institutes and schools belonging to international polytechnic areas are exemplary in this regard, especially Peter Russell Dean of TU Eindhoven and Nader

Tehrani of MIT: in their opinion, the information offered nowadays by technologies results in a change of paradigm for design processing, both for the design's increasingly precise ability to preview choices, and for the manufacturing options technology allows; however, technology must be able to integrate with poetry and emotion in order to satisfy the needs of our times. This goal requires pluralistic, interdisciplinary and trans-scalar opening of the disciplinary interpretation of technology.

Wiel Arets, Dean at Illinois Institute of Technology (IIT):

[...] Today, the importance of technology within buildings – and its evolving integration and assimilation – will continue to propel advances and a deeper understanding of new construction methods, and the ways in which they

tecnologie rimodellano la nostra percezione del mondo (Arets, 2014).

Richard Blythe, Dean della School of Architecture and Design, Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT):

Uno dei nostri interessi centrali è la tecnologia e il modo in cui la usiamo nella realizzazione del progetto, delle città, degli oggetti e dei paesaggi. Guardiamo alle tecnologie sperimentali per esempio nel campo della biologia dell'intelligenza artificiale per reinventare il modo in cui pensiamo il progetto, invitiamo studenti e ricercatori ad accompagnarci in questo viaggio. Non penso che si possa parlare di tecnologia senza parlare di poetica altrimenti il risultato sarebbe un fraintendimento della tecnologia come se si trattasse di due entità separate. Di fatto, dobbiamo accostarci alla tecnologia in modo poetico, biologico ed emotivo, dare un senso per garantire che le tecnologie abbiano anche un significato nei nostri confronti. Il nostro obiettivo è fornire un terreno in cui il gioco reciproco di tecnologia, poetica e cultura si svolga al servizio della società ed in funzione della soddisfazione delle esigenze delle nostre città future (Blythe, 2016).

Mohsen Mostafavi, Dean della Harvard University Graduate School of Design (GSD):

Parte del nostro programma di studi riguarda la competenza materiale e la produzione, ovvero le competenze costruttive. In parte, riguarda la computazione e la ricerca, e l'esplorazione delle nuove tecnologie; in parte riguarda la pianificazione ed argomenti teorici e di grande scala. Credo che sia proprio la pluralità di questi temi quel che ci occorre per creare laboratori efficaci, con lo scopo di pensare in modo innovativo e di esercitare un'incidenza reale (Mostafavi, 2014).

will develop over the coming decades and centuries.

The world is evolving every day, and the architect is expected to develop new ideas alongside these changes, as happens in many other disciplines such as medicine, cinema and the development of new products like cars, telephones and innovative materials.

In our current period, technology is as important as a technical subject, but also intellectually. How can we develop new typologies? And how do we challenge our discipline to create a zero energy metropolis? Architecture has now become a local-global issue. More than ever before, technological developments are reshaping our perception of the world (Arets, 2014).

Richard Blythe, Dean at School of Architecture and Design, Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT):

Technology and the way we use it in the production of design, cities, objects and landscapes is an important focus.

We look to experimental technologies, for example biology and artificial intelligence, to re-invent the way we think about design itself and we invite our students to join us on that journey. It is an absolutely critical role of the school that we provide the ground for experimental practice and to do that in collaboration with students as they learn, because it's those experiments that will determine new ways of practicing (future jobs), and all our students will be moving into a world in which those new ways will be the norm. But I don't think we can talk about technology without talking about poetics; to do otherwise results in a misconception of technology, as if they were separable from things. We have to deal with technology poetically, ecologically and

Peter Russell, Dean della Faculty of Architecture and the Built Environment, TU Delft:

Secondo me l'architettura e l'urbanistica avranno bisogno della tecnologia per affrontare i problemi dei prossimi anni. Che si tratti di *big data*, di sostenibilità o di economia circolare, la soluzione sarà tecnologica. Poiché siamo una facoltà d'Architettura e Ambiente costruito che fa parte di un politecnico, abbiamo la tecnologia a portata di mano: perciò credo che le soluzioni che nascono dalla facoltà saranno straordinarie, pienamente in grado di rispondere ai problemi che abbiamo di fronte. La nostra impostazione fa sì che quando emergono nuovi progressi scientifici e tecnologici, gli architetti e gli urbanisti siano in grado d'impadronirsene immediatamente per creare nuove soluzioni. In qualità di prefiguratori del futuro abbiamo un'idea di come vogliamo vivere nei prossimi 20 o 30 anni e, quindi, spingiamo ingegneri e tecnici a scoprire nuovi modi per ottenere questo risultato. Si potrebbe dire che è un rapporto *push-pull*, di reciproco intervento alternato. Abbiamo un laboratorio che si chiama Buckley Lab, che prende il nome da Buckminster Fuller e ne adotta lo spirito: se sei capace d'immaginare qualcosa, sei anche capace di realizzarla (Russell, 2016).

Qingyun Ma, Dean della School of Architecture, University of Southern California (USC):

Nello sviluppo della scuola e nella ricerca di nuovi talenti, il processo che adottiamo si basa soprattutto sull'equilibrio tra visione del futuro e sviluppo del talento. Negli anni più recenti, l'orizzonte generale della scuola è stato la creazione di zone di competenza e di ricerca di confine. Ci siamo chiesti: come si pone la questione dello sfruttamento dello spazio? Riusciamo a

emotionally as it emerges – to make sense of it to ensure that technologies are also meaningful to us. We aim to provide an arena in which this interplay between technology, poetics and culture can be acted out in the service of society and to meet the needs of our future cities (Blythe, 2016).

Mohsen Mostafavi, Dean at Harvard University Graduate School of Design (GSD):

Part of our program is about craft and making, or knowledge of construction. Part is about computation and research, and investigation into new technologies. Part is about planning and issues that are theoretical and large scale.

Part is about the business of being global and working in various parts of the world, with leading global architects and working on site, and so on. I think it is the plurality of these things that

is required for us to create successful laboratories for thinking innovatively and to really have impact (Mostafavi, 2014).

Peter Russell, Dean at the Faculty of Architecture and the Built Environment, TU Delft:

In my view, the problems facing architecture and city planning in the coming years are going to need technology. Whether that is big data, sustainability or the circular economy, the solutions are technological. Because we are a faculty of architecture and the built environment in a technical university, we are right besides those technologies – so I think that the solutions coming out of the faculty will be outstanding, fully able to address the problems we face. Our setup means that when new scientific and technological advances are produced; architects and planners

trovare chi riesca a colmare il divario tra la creazione di vantaggi e lo sfruttamento dello spazio, in modo che vantaggi e spazio si rispecchino gli uni nell'altro? Gli strumenti digitali di progettazione sono diffusi ovunque, ma la nuova generazione può portare a mettere in atto una potenziale rivoluzione? (Qingyun Ma, 2016).

Anna Valtonen, Dean della Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Helsinki:

La collaborazione e l'interazione tra le varie discipline della scuola mette in un certo senso in discussione il pensiero orientato alla tecnologia e conferisce grande importanza alla prospettiva umanistica e focalizzata sull'utente. Credo che il ruolo della tecnologia nella formazione sia duplice. Quando ne parliamo in un contesto universitario facciamo riferimento al suo utilizzo: come la possiamo usare per elaborare nuovi metodi pedagogici e di ricerca. Naturalmente, in questo campo abbiamo il dovere di essere creativi e all'avanguardia. Ma c'è anche un altro aspetto da considerare: siamo sicuri di poter creare tecnologia e realizzare autonomamente degli avanzamenti tecnologici? Dobbiamo essere innovativi e riflettere sul significato delle nuove soluzioni e su come la società si trasforma grazie alle tecnologie (Valtonen, 2015).

Testimonianze (2). Evoluzione delle tecnologie digitali per il progetto

questa attitudine in istituzioni politecniche, ma anche in quelle scuole che hanno saputo integrare modelli umanistici

La seconda chiave interpretativa riguarda il ruolo crescente che le tecnologie digitali stanno apportando nel campo della sperimentazione. Troviamo

are able to use them right away in new solutions for architecture and the built environment. We, as visionaries, have a conception of how we want to live in the next twenty or thirty years, and so we push the engineers and scientists to come up with new ways to achieve this. For example, we have a studio called the Bucky Lab, named after Buckminster Fuller, and it follows in his spirit – if you can imagine it, you can build it (Russell, 2016).

Qingyun Ma, Dean at School of Architecture, University of Southern California (USC):

In taking our school forward and in looking for new talent to join us, the process is primarily a balance between a vision of the future and the provision of talent. In the last few years, the vision of the school has been to create those in-between areas of expertise and rese-

arch. In other words, what about space and gain? Can we find people who fill the gap of creating gain while mobilizing space, so that the gain and the space become a mutual spectacle? Digital design tools are ubiquitous, but can the new generation make a potential breakthrough? (Qingyun Ma, 2016).

Anna Valtonen, Dean at Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Helsinki:

Cooperation and interaction between the different disciplines of the school challenge technology-driven thinking and put emphasis on a human and user-centered approach in the creation of environments. I believe that the role of technology in education is twofold. When we talk about technology in a university context, we often think of how we can use it to develop new teaching and research methods. Of course,

all'interno della formazione sul progetto: dalle scuole di stampo scandinavo come l'Aalto a quelle americane (GSD Harvard e USC). L'evoluzione delle tecnologie ha avuto una accelerazione crescente nel campo dei sistemi digitali e computazionali di organizzazione e verifica delle informazioni sugli aspetti morfologici e di previsione razionale del progetto: si tratta della rapida evoluzione che le tecnologie digitali provocano nella organizzazione delle informazioni. Ogni forma – dal territorio naturale, ai sistemi biologici, dal frammento archeologico alla scultura – ha oggi un pieno riscontro e controllo matematico e quindi è misurabile e riproducibile grazie alle tecnologie di automazione del disegno e ottimizzabile per la produzione. Questo ambito evolutivo della tecnologia trova esiti di mercato nel passaggio dai sistemi di disegno assistito del CAD al BIM e in tutti i sistemi di simulazione digitale (non reale!!) dei comportamenti di elementi e sistemi, sotto ogni ambito specialistico: si tratta di una sempre più ampia modellistica virtuale, dei comportamenti strutturali, ambientali, energetici e prestazionali di ogni tipo. Il controllo digitale quindi ha esteso inoltre i suoi confini di indagine nell'ambito dei processi di automazione della fabbricazione, che sembra rappresentare uno dei temi con maggiori margini di sviluppo ed estensione, definendo il nuovo ambito di attività di 'Progettazione e Fabbricazione digitale' (cfr. Philippe Block all'ETH o le ricerche di Antón García-Abril, Building with blocks, PoPlab, MIT).

Le scuole di architettura e design appartenenti alle istituzioni politecniche hanno da tempo lavorato in questa direzione estendendo, più recentemente, le sperimentazioni dalla sfera della simulazione digitale a quella della fabbricazione digitale.

we need to be creative and at the cutting-edge here. But there is another aspect too: can we actually create the technology and drive technological development ourselves? We need to be innovative and think about what the new solutions are, and about how society is changing as a result of technology (Valtonen, 2015).

Testimonials (2). Evolution of digital design technologies

The second interpretative key concerns the increasing role digital technologies are playing in the field of experimentation. We find this attitude in polytechnic institutions, but also in schools that have succeeded in integrating humanistic models within the discipline of design: from Scandinavian-style schools as Aalto to American schools (GSD Harvard and USC).

Technological evolution has expe-

rienced an increasing acceleration in the field of digital and computational systems for the organization and verification of information and data on the design's morphological features and rational preview: this is the fast evolution which digital technologies generate with regard to information organization. All forms – from the natural territory to biological systems, from the archaeological fragment to sculpture – now have complete mathematical results and control, and hence can be measured and reproduced thanks to design automation technologies, and can be optimized for production.

This evolutionary area of technology obtains market results in the transition from CAD-aided design systems to BIM and in all digital simulation systems (not real!!) of the behavior of elements and systems in each specialist field: it is increasingly broader virtual

Manabu Chiba, Dean della Facoltà di Architettura dell'Università di Tokyo:

Impostiamo la formazione dell'architettura secondo prospettive differenti, che rispecchiano la varietà della nostra didattica. Una seconda sfida è la necessità di dedicare la massima attenzione alla progettazione computazionale e parametrica, una sfida che riguarda tutti i dipartimenti d'architettura del mondo, e quindi stiamo istituendo nuovi corsi focalizzati su questi temi (Chiba, 2016).

Qingyun Ma, Dean della School of Architecture, University of Southern California (USC):

[...] In secondo luogo nell'interpretare il tradizionale sito edilizio e la tradizionale fisica della costruzione sotto forma di una metodologia progettuale fondata sulle prestazioni e incardinata nelle tecnologie digitali. Il che implica non solo nuove forme digitali, ma anche reali prestazioni digitali [...] In materia di tecnologia, abbiamo quattro filoni.

Uno si fonda sul progetto e usa strumenti di progettazione generativa come Grasshopper™ e Rhinoceros™, un programma che riceve informazioni sulle forze e definisce le forme. Poi abbiamo strumenti di progettazione più orientati alle prestazioni, che coinvolgono nella computazione aspetti della tradizionale fisica delle costruzioni come l'umidità, l'illuminazione solare e la dispersione del calore. Il terzo consiste nel geospazio: nella geografia e nel paesaggio. Integriamo vari processi naturali, è una forma di paesaggio performativo. Quest'area è seguita da uno dei nostri docenti, che tiene laboratori, nel campo spaziale e ambientale. Infine, c'è l'interazione umana (Qingyun Ma, 2016).

modeling of all types of structural, environmental, energy and performance-related behavior. Therefore, digital control has extended its investigative limits as regards automated manufacturing processes, which seems to be one of the issues with greatest development potential, defining the new discipline of 'Digital Design and Manufacturing' (see Philippe Block at ETH, or Anton Garcia Abril's PoPlab research at MIT) Architecture and design schools belonging to polytechnic institutions have already been working for some time in this direction, recently expanding from digital simulation to digital manufacturing.

Manabu Chiba, Dean at Faculty of Architecture, University of Tokyo:

We prepare our students to take a broad-based approach to their practice as well as specializing, and aim to focus on that

diversity of architecture education. A second challenge is that we need to focus on computational and parametric design – this is a challenge for architectural departments worldwide – so we are creating new courses for this (Chiba, 2016).

Qingyun Ma, Dean at School of Architecture, University of Southern California (USC):

[...] Second, to interpret the traditional building site, and traditional building physics, as a form of performance based design methodology centered on digital technologies. This involves not just new digital forms, but also actual digital performance.

[...] When it comes to technology more generally, we really have four streams. One is design-driven and uses generative design tools such as Grasshopper™ and Rhinoceros™, which is software that takes information on forces and defi-

Bernd Rudolf, Dean della Bauhaus-Universität Weimar, Facoltà di Architettura e Urbanistica:

La Bauhaus-Universität Weimar oggi è un'istituzione, in cui i settori dell'arte e della tecnologia sono collegati nelle quattro facoltà di Architettura, Urbanistica e Ingegneria civile.

Dedichiamo molta attenzione alle questioni tecniche, agli strumenti di progettazione e alla metodologia. Dato che questo significa l'impiego di strumenti informatici, abbiamo istituito un ambizioso programma di studi denominato "Media Architecture", in cui ci occupiamo della qualità degli strumenti per praticare l'architettura computazionale (Rudolf, 2015).

Testimonianze (3). Laboratori di sperimentazione materiale

La terza raccolta di testimonianze riguarda un'area tematica apparentemente più consolidata e tradizionale, in realtà anch'essa strettamente connessa con l'evoluzione delle tecnologie digitali: si tratta del richiamo alle attività di pratica sperimentale di laboratori di modellazione e prototipazione, ritenuti strategici luoghi di sperimentazione su materiali, tecnologie di produzione e verifica morfologica e fisica degli artefatti. Nei contributi selezionati questa area di interesse è ritenuta strategica al punto che – come nell'esempio citato dal Dean Nader Tehrani (MIT) – il laboratorio di modellazione è infatti collocato nelle aree di rappresentanza della Scuola, a manifestarne l'importanza strategica ricoperta. Quest'area tematica lega indissolubilmente la tecnologia alla pratica sperimentale su materiali e sistemi fisici ed è caratterizzata da un aggiornamento dei tradizionali laboratori di prove e modelli sperimentali. Rappresenta un richiamo alla conoscenza delle tecniche materiali, attraverso l'attività di sperimentazione; in

nes forms. Then we have more performance-based design tools, which bring aspects of traditional building physics, such as humidity, sunlight and heat loss, into the computation. The third lies, I would say, in geo-space, in our geography and landscape. We assimilate different natural processes; it's a form of performative landscape. We have one professor who focuses on providing studios in this area, in the spatial, environmental field. Lastly, there's human interaction (Qingyun Ma, 2016).

Bernd Rudolf, Dean at Bauhaus-Universität Weimar, Faculty of Architecture and Planning:

The Bauhaus-Universität Weimar is now an institution where the fields of art and technology are brought together through the four faculties of Architecture and Urbanism, Civil Engineering, Art and Design, and Media.

We concentrate on technical issues, design tools and methods. Since this implies computer tools, we have created an ambitious study programme called "Media Architecture" in which we create computational architecture (Rudolf, 2015).

Testimonials (3). Material experimentation laboratories

The third collection of testimonials concerns a seemingly more consolidated and traditional thematic area, which is actually closely linked with the evolution of digital technologies: it concerns the reference to practical laboratory experimentation of modeling and prototyping, looked on as strategic places for testing materials, production technologies, and morphological and physical checking of artifacts. As regards the selected contributions, this area of interest is considered so strategic that – as mentioned by Nader

essa sembra essere, in modo più o meno consapevole, richiamato un approccio 'tettonico-costruttivo' al progetto di architettura ed artefatti, in cui la tecnica costituisce stabilmente uno dei campi di indagine capace di determinare le forme del progetto in una rinnovata tradizione della *poiesis*.

Nader Tehrani, Dean della MIT School of Architecture and Planning:

Il Fab Lab ha avuto un impatto più strutturale, sia sul nostro spazio sia sul nostro curriculum [...] L'idea è aiutare il progettista a recuperare la comprensione dei mezzi e metodi di costruzione, per poter influire sul settore delle costruzioni dalle sue basi, utilizzando la tecnologia più avanzata, non tanto per confermare quello che già sappiamo, ma piuttosto per fare uscire invenzioni e protocolli innovativi. Sapendo quanto questo mestiere è cambiato negli ultimi due decenni, non avrebbe senso preparare gli studenti a pratiche quasi obsolete; occorre invece insegnare loro a sperimentare, a correre dei rischi, a testare al limite di rottura. Il Fab Lab (officina per la lavorazione dei materiali) è un'opportunità per portare la progettazione più vicina alla attività computazionale e alle tecnologie delle costruzioni e ai più grandi sforzi dell'Istituto (Tehrani, 2014).

Jeremy Till, Dean della Central Saint Martins, College of Art and Design, Londra:

Dobbiamo adottare la tecnologia pienamente e dobbiamo essere all'altezza della velocità digitale. Dobbiamo comprendere che cosa la tecnologia può fare per noi, senza diventarne schiavi, senza inchinarsi né sostenere che il progresso si annuncia attraverso l'avanzamento tecnologico, perché il progresso è anche il modo etico e culturale in cui la società si sviluppa. La nostra sede è pie-

Tehrani (MIT) – the modeling laboratory is located in the school's representative areas, in order to show off the strategic importance it holds.

This thematic area permanently links technology to experimentation on materials and physical systems and is characterized by updating of traditional laboratories and experimental models. It represents a reference to the knowledge of technical materials through experimentation; it seems to recall, in a more or less conscious manner, a 'tectonic-constructive' approach to the design of architecture and artifacts, where technology is one of the investigation areas able to determine the design in an updated tradition of *poiesis*.

Nader Tehrani, Dean at MIT School of Architecture and Planning:
The Fab Lab has had a more structural

impact – both on our space and our curriculum. [...] In turn, the idea is to empower the designer to regain an understanding of the means and methods of construction, to be able to impact the building industry from a grassroots level and to use state-of-the-art technology, not so much to confirm what we already know, but to tease out new inventions and innovative protocols. Knowing how much practice has changed over the past two decades, it seems senseless to prepare students for outmoded practices; they can only be taught to experiment, to take risks, to test to the yield point. The Fab Lab is an opportunity to bring design closer to computation, building technologies and the larger efforts of the Institute (Tehrani, 2014).

Jeremy Till, Dean at Central Saint Martins, College of Art and Design, London:

na di laboratori: qui tutti credono nel pensare attraverso il fare. La parola 'artigianato' è stata svuotata delle sue connotazioni nostalgiche, legate al passato. Oggi dell'artigianato fanno parte l'uso dei nuovi materiali, l'impiego di nuove forme. Ma si deve procedere di pari passo con il pensiero critico e con il diffondersi di nuove tecnologie (Till, 2015).

Annette Spiro, Dean del Dipartimento di Architettura, ETH, Zürich:

Abbiamo molti progetti che si confrontano direttamente con le nuove tecnologie, come la fabbricazione digitale che è davvero un grande tema, o la robotica che fa parte del laboratorio di fabbricazione digitale. Alcuni temi riguardano come le nuove tecnologie consentono di aggiornare tecniche antiche o artigianali, attraverso la realizzazione di modelli verificati dal punto di vista digitale e realizzati al vero, come nel caso del progetto Rammed-Earth Vaulting (Strutture voltate in terra battuta) del 2015 (Spiro, 2016).

Conclusion

I contenuti proposti sollecitano una considerazione su tre ordini di questioni aperte a successivi approfondimenti, relativa al ruolo della tecnologia in rapporto alle attività del progetto; l'obiettivo è di aprire una discussione sull'opportunità di aggiornare i temi e lo statuto della tecnologia nell'architettura e nel progetto. Una rinnovata cultura tecnologica della progettazione, riletta in un quadro ampio e filtrata da un panorama internazionale, può aprire il campo ad una fertile e non subordinata integrazione con l'attività del progetto ed estendere i suoi limiti di investigazione oltre quelli oggi consolidati.

We have to embrace technology; we need to be up to speed with the digital. We need to understand what technology can do for us, but we should not be subservient to it, we shouldn't simply bow and say progress is announced through technological advance, because progress is also how our society develops in an ethical and cultural sense. Our building is full of workshops; everyone here believes in the act of thinking through making. The word craft has been ridden of its nostalgic associations with the past. Craft has come to include the use of new materials, the use of new forms. But it has to go hand in hand with critical thinking and the emergence of new technologies (Till, 2015).

Annette Spiro, Dean at Department of Architecture, ETH, Zürich:

We have many projects that deal directly with new technologies like di-

gital fabrication which is really a very big project, or robotics which is part of the digital fabrication laboratory. It was meant to look for old craft techniques and look at how they could be equaled with very new technology. For example we had a project on the reciprocal framework, a construction method from the medieval or renaissance era, but with new technologies and digital methods, like in the Rammed-Earth Vaulting project in 2015 (Spiro, 2016).

Conclusion

The proposed content generates reflection on the three sets of questions open to further investigation concerning the role of technology in relation to design; the aim is to start a discussion on whether to update the issues and foundations of technology in architecture and design. An updated technological culture of design, reinterpreted within

In primo luogo, una questione riguarda una riflessione interpretativa sul ruolo delle vecchie e nuove tecnologie in rapporto all'attività di progettazione: proprio per il loro carattere evolutivo sembrano oggi essere imprescindibili non solo come supporto strumentale, ma come luogo di indagine e ricerca di nuove forme del progetto e della sua produzione. In questo senso un aggiornato richiamo alla 'tettonica' semperiana, rilancia l'opportunità di ristabilire uno stretto rapporto tra l'atto progettuale e la conoscenza delle tecniche stesse.

In secondo luogo si osserva come la sfera delle attività di sperimentazione pratiche richiedano un permanente aggiornamento strumentale e che il laboratorio, rinnovandosi, continua ad essere il luogo nodale per sviluppare tutte le attività di sperimentazione – digitale e materiale – in un approccio processuale per la concezione e per la produzione degli artefatti.

In terzo luogo, dalla lettura delle testimonianze, appare oggi problematica, nel panorama della ricerca nel campo delle tecnologie per l'architettura, una condizione di rigida chiusura tra i settori disciplinari. È necessario un cambio di paradigma di riferimento che integri in modo riconoscibile l'attività di progetto ed estenda i campi di indagine alle diverse scale e tra molteplici ambiti disciplinari: come avviene nel settore dei prodotti industriali. Appare quindi, nuovamente attuale, l'opportunità di ristabilire una rinnovata e originaria integrazione tra architettura e design (Paris, 2013). Proprio i confini 'aperti' stimolati dalla condizione della nuova rivoluzione postindustriale possono aprire ad un nuovo incontro tra tecnica e progetto, tra architettura e fabbricazione.

a broad framework, filtered by an international scenario, can lead to profitable and not subordinate integration with design and extend investigative limits beyond the currently consolidated ones.

Firstly, one question concerns an interpretative reflection of the role of old and new technologies in relation to design. Nowadays, given their evolutionary nature, they seem to be essential, not only as instrumental support, but as a place of investigation and research for new design forms and production. In this regard, an updated reference to Semper's 'tectonics' once again offers the chance to re-establish a close relationship between design and the knowledge of techniques.

Secondly, we can see how the area of practical experimentation requires permanent instrumental updating and that an up-to-date laboratory continues

to be the key place for developing all testing activities – digital and material – within a procedural approach for the conception and production of artifacts. Thirdly, examination of the testimonials shows how inflexible closure between disciplinary areas represents a problem in today's architectural technology research scenario. A change of reference paradigm is needed which recognizably integrates design and extends investigation areas to different scales and across multiple disciplines. Therefore, the appropriateness of re-establishing updated and original integration between architecture and design seems, once again, to be topical (Paris, 2013). The 'open' borders themselves, generated by the condition of the new post-industrial revolution can result in a new meeting of design and technique, architecture and manufacturing.

NOTE

¹ Per un quadro esaustivo sull'evoluzione della disciplina della Tecnologia dell'architettura si suggeriscono i seguenti testi:

Felli, P. (2009), "Tecnologia e storia. Genesi e sviluppo della tecnologia dell'architettura: cronaca e storia di un pensiero operativo rivolto all'innovazione", in Faroldi, E. (a cura di), *Teoria e Progetto. Declinazioni e confronti tecnologici*, Umberto Allemandi & C., Torino, pp. 63-74.

Nardi, G. (2001), *Tecnologie dell'architettura. Teorie e storia*, Clup, Milano.

Paris, S. (2008), voce Tecnologia dell'architettura, *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, 2008.

[http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/).

² Perriccioli, M. (2017), *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli, Milano.

³ Vittoria, E. (2008), "L'invenzione del futuro: un'arte del costruire", in M. De Santis, M. Losasso, M.R. Pinto (a cura di), *L'invenzione del futuro*. Primo Convegno Nazionale Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura. Napoli 7-8 marzo 2008, pp. 156-160.

⁴ Si presentano alcune denominazioni degli insegnamenti assimilabili alla tecnologia dell'architettura presso alcune tra le istituzioni universitarie internazionali di indiscussa reputazione: Building Technology (presso il MIT, Cambridge); Technology in Architecture-Technologie in der Architektur ovvero Architecture and Construction-Architektur und Konstruktion (presso il Department Architektur ETH, Zurigo), Tecnologia en la arquitectura (presso l'ETSAB-UPC, Barcelona). Altre titolazioni riguardano ambiti specifici di investigazione e ricerca meno stabili, che cambiano e si aggiornano nel tempo.

⁵ L'autore, come membro del Centro Studi Domus, si è occupato di formazione nel campo del progetto di Design e Architettura, curando i fascicoli annuali del supplemento *Europe's Top 100 Schools of Architecture and Design* nelle edizioni 2015, 2016 e 2017 curando dal 2013 al 2016 la rubrica dedicata alle Scuole, all'interno della Sezione Coriandoli della rivista Domus, diretta

NOTES

¹ For a complete overview and state of art of the discipline of "Technology for architecture" we suggest the following texts:

Felli, P. (2009), "Tecnologia e storia. Genesi e sviluppo della tecnologia dell'architettura: cronaca e storia di un pensiero operativo rivolto all'innovazione", in Faroldi E. (Ed.), *Teoria e Progetto. Declinazioni e confronti tecnologici*, Umberto Allemandi & C., Torino.

Nardi, G. (2001), *Tecnologie dell'architettura. Teorie e storia*, Clup, Milano.

Paris, S. (2008), voce Tecnologia dell'architettura, *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*.

[http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)

² Perriccioli, M. (Ed.) (2017), *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli Edizioni, Milano.

³ Vittoria, E. (2008), "L'invenzione del futuro: un'arte del costruire", in M. De Santis, M. Losasso, M.R. Pinto (Ed.), *L'invenzione del futuro*. Primo Convegno Nazionale Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura. Napoli 7-8 marzo 2008, pp. 156-160.

⁴ We point out some of the current title of courses and chairs corresponding to 'technology of architecture' within some of the international universities with high reputation: Building Technology (at MIT, Cambridge); Technology in Architecture-Technologie in der Architektur or Architecture and Construction-Architektur und Konstruktion (at Department Architektur ETH, Zürich), Tecnologia en la arquitectura (at ETSAB-UPC, Barcelona). Other titles change depending on field of investigation less stable and changeable.

⁵ The author, as member of Domus Study Centre, has appointed as curator of

da Nicola Di Battista dal settembre 2013. Attraverso interviste, visite e testi, sono stati raccolti contributi da direttori e *dean* delle seguenti scuole fino al dicembre 2016: ESADSE, Saint-Étienne, in *Domus. La città dell'uomo* n. 973/2013; ECAL, Losanna, in *Domus. La città dell'uomo* n. 974/2013; The Sir John Cass School of Art, Architecture and Design, Londra, in *Domus. La città dell'uomo* n. 975/2013; Illinois Institute of Technology, Chicago, in *Domus. La città dell'uomo* n. 976/2014; University of Waterloo, Cambridge, in *Domus. La città dell'uomo* n. 977/2014; MIT Department of Architecture, Cambridge, in *Domus. La città dell'uomo* n. 978/2014; Bezalel Academy of Arts and Design, Tel Aviv, in *Domus. La città dell'uomo* n. 979/2014; AHO-The Oslo School of Architecture and Design, Oslo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 980/2014; Design Academy Eindhoven, Eindhoven, in *Domus. La città dell'uomo* n. 981/2014; Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Porto, in *Domus. La città dell'uomo* n. 982/2014; Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid, in *Domus. La città dell'uomo* n. 983/2014; KU Leuven – Faculty of Architecture, in *Domus. La città dell'uomo* n. 984/2014; GSD, Harvard, in *Domus. La città dell'uomo* n. 985/2014; Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, in *Domus. La città dell'uomo* n. 986/2014; Aalto University, Helsinki, in *Domus. La città dell'uomo* n. 987/2015; Bauhaus-Universität, Weimar, in *Domus. La città dell'uomo* n. 988/2015; AA School of Architecture, Londra, in *Domus. La città dell'uomo* n. 989/2015; Università di Lubiana, Facoltà di Architettura, Lubiana, in *Domus. La città dell'uomo* n. 990/2015; Aarhus School of Architecture, Aarhus, in *Domus. La città dell'uomo* n. 991/2015; ENSCI – Les Ateliers, Parigi, in *Domus. La città dell'uomo* n. 992/2015; Mackintosh School of Architecture, Glasgow, in *Domus. La città dell'uomo* n. 993/2015; Central Saint Martins, Londra, in *Domus. La città dell'uomo* n. 994/2015; Moholy-Nagy University of Art and Design, Budapest, in *Domus. La città dell'uomo* n. 995/2015; ETSAB, Barcellona, in *Domus. La città dell'uomo* n. 996/2015; Rhode Island School of Design, Providence, in *Domus. La città dell'uomo* n. 997/2015; FAUUSP, San Paolo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 998/2016; Faculty of Architecture and the Built environment, Delft, in *Domus. La città dell'uomo* n. 999/2016; KADK, Copenhagen, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1001/2016; RMIT University, School of Archi-

the issue of education in Architecture and Design, as editor of the annual supplements *Europe's Top 100 Schools of Architecture and Design* for edition 2015, 2016, 2017 and as curator since 2013 to 2016 of the monthly features about Schools, within the Section *Confetti* of the review *Domus. La città dell'uomo*, under the direction of Nicola Di Battista, since 2013. Through interviews, visits, texts, it has been collected contributions by directors and deans of the following schools up to end of 2016: ESADSE, Saint-Étienne, in *Domus. La città dell'uomo* n. 973/2013; ECAL, Losanna, in *Domus. La città dell'uomo* n. 974/2013; The Sir John Cass School of Art, Architecture and Design, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 975/2013; Illinois Institute of Technology, Chicago, in *Domus. La città dell'uomo* n. 976/2014; University of Waterloo, Cambridge, in *Domus. La città dell'uomo* n. 977/2014; MIT De-

partment of Architecture, Cambridge, in *Domus. La città dell'uomo* n. 978/2014; Bezalel Academy of Arts and Design, Tel Aviv, in *Domus. La città dell'uomo* n. 979/2014; AHO-The Oslo School of Architecture and Design, Oslo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 980/2014; Design Academy Eindhoven, Eindhoven, in *Domus. La città dell'uomo* n. 981/2014; Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Oporto, in *Domus. La città dell'uomo* n. 982/2014; Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid, in *Domus. La città dell'uomo* n. 983/2014; KU Leuven – Faculty of Architecture, in *Domus. La città dell'uomo* n. 984/2014; GSD, Harvard, in *Domus. La città dell'uomo* n. 985/2014; Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, in *Domus. La città dell'uomo* n. 986/2014; Aalto University, Helsinki, in *Domus. La città dell'uomo* n. 987/2015; Bauhaus-

teature and Design, Melbourne, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1002/2016; Facoltà di Architettura di Zagabria, Zagabria, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1003/2016; University of Tokyo, Tokyo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1004/2016; Kingston University, Londra, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1005/2016; ETH, Zurigo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1006/2016; Yale School of Architecture, New Haven, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1007/2016; School of Architecture USC (University of Southern California) in *Domus. La città dell'uomo* n. 1008/2016.

⁶Si vedano a questo proposito i contributi relativi alle seguenti scuole: Beigel, F. (2013), “The Sir John Cass School of Art, Architecture and Design, Londra”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 975; Widdershoven T. (2014), “Design Academy Eindhoven, Eindhoven”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 981; Guimaraes C. (2014), “Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Porto”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 982; Maldonado T. (2014), “Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 983; Boutsen D. (2014), “KU Leuven – Faculty of Architecture”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 984; de La Cerda E. (2014), “Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 986; Steele B. (2014), “AA School of Architecture, Londra”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 989; Platt C. (2015), “Mackintosh School of Architecture, Glasgow”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 993; Till J. (2015), “Central Saint Martins, Londra”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 994; Barcza D. (2015), “Moholy-Nagy University of Art and Design, Budapest”, *Domus. La città dell'uomo* No. 995; Ros J. (2015), “ETSAB, Barcellona”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 996; Somerson R. (2015), “Rhode Island School of Design, Providence”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 997; Tine Kjølens T. (2016), “KADK, Copenhagen”, *Domus. La città dell'uomo*, n. 1001; Koružnjak B. (2016), “Facoltà di Architettura di Zagabria, Zagabria”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 1003; Spier S. (2016), “Kingston University, Londra”, *Domus. La città dell'uomo*, No. 1005.

⁷Le testimonianze sono state raccolte in lingua inglese e la versione originale viene presentata nel testo a correre.

Universität, Weimar, in *Domus. La città dell'uomo* n. 988/2015; AA School of Architecture, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 989/2015; University of Ljubljana, School of Architecture, Ljubljana, in *Domus. La città dell'uomo* n. 990/2015; Aarhus School of Architecture, Aarhus, in *Domus. La città dell'uomo* n. 991/2015; ENSCI – LesAteliers, Paris, in *Domus. La città dell'uomo* n. 992/2015; Mackintosh School of Architecture, Glasgow, in *Domus. La città dell'uomo* n. 993/2015; Central Saint Martins, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 994/2015; Moholy-Nagy University of Art and Design, Budapest, in *Domus. La città dell'uomo* n. 995/2015; ETSAB, Barcelona, in *Domus. La città dell'uomo* n. 996/2015; Rhode Island School of Design, Providence, in *Domus. La città dell'uomo* n. 997/2015; FAUUSP, San Paolo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 998/2016;

Faculty of Architecture and the Built environment, Delft, in *Domus. La città dell'uomo* n. 999/2016; KADK, Copenhagen, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1001/2016; RMIT University, School of Architecture and Design, Melbourne, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1002/2016; School of Architecture of Zagreb, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1003/2016; University of Tokyo, Tokyo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1004/2016; Kingston University, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1005/2016; ETH, Zurigo, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1006/2016; Yale School of Architecture, New Haven, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1007/2016; School of Architecture USC (University of Southern California), in *Domus. La città dell'uomo* n. 1008/2016.

⁶ About this topic, see the contributions related to the following schools: Florian Beigel, The Sir John Cass Scho-

REFERENCES

- Arets, W. (2014), "Illinois Institute of Technology", *Domus. La città dell'uomo*, No. 976, pp. 10-15.
- Blythe, R. (2016), "School of Architecture and Design, RMIT University, Melbourne", *Domus. La città dell'uomo*, No. 1002, pp. 10-15.
- Chiba, M. (2016), "Facoltà di architettura dell'Università di Tokyo", *Domus. La città dell'uomo*, No. 1004, pp. 10-15.
- Felli, P. (2009), "Tecnologia e storia. Genesi e sviluppo della tecnologia dell'architettura: cronaca e storia di un pensiero operativo rivolto all'innovazione", in Faroldi, E. (Ed.), *Teoria e Progetto. Declinazioni e confronti tecnologici*, Umberto Allemandi & C., Torino, pp. 63-74.
- Mostafavi, M. (2014), "The Harvard University Graduate School of Design, GSD", *Domus. La città dell'uomo*, No. 985, pp. 10-15.
- Nardi, G. (2001), *Tecnologie dell'architettura. Teorie e storia*, Clup, Milano.
- Paris, S. (2008), "Tecnologia dell'architettura", *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, Istituto della Enciclopedia Italiana G. Treccani. [http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologia-dell-architettura_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/).
- Paris, S. (2013), *Design and Technology. Lectures*, LISt Lab Laboratorio Internazionale Editoriale, Trento.
- Perriccioli, M. (2017), *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli, Milano.
- Qingyun, Ma. (2016), "School of Architecture USC (University of Southern California)", *Domus. La città dell'uomo*, No. 1008, pp. 10-15.
- Rudolf, B. (2015), "Bauhaus-Universität Weimar, Facoltà di Architettura e Urbanistica", *Domus. La città dell'uomo*, No. 988, pp. 10-15.
- Russell, P. (2016), "Faculty of Architecture and the Built Environment, TU Delft", *Domus. La città dell'uomo*, No. 999, pp. 10-15.
- Spiro, A. (2016), "Dipartimento di Architettura, ETH Zürich", *Domus. La città dell'uomo*, No. 1006, pp. pp. 10-15.
- Tehrani, N. (2014), "MIT School of Architecture and Planning", *Domus. La città dell'uomo*, No. 978, pp. 10-15.
- Till, J. (2015), "Central Saint Martins, College of Art and Design, Londra", *Domus. La città dell'uomo* No. 994, pp. 10-15.
- Valtonen, A. (2015), "Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Helsinki", *Domus. La città dell'uomo*, No. 987, pp. 10-15.
- Vittoria, E. (2008), "L'invenzione del futuro: un'arte del costruire", in De Santis, M., Losasso, M. and Pinto, M.R. (Eds.), *L'invenzione del futuro*. Primo Convegno Nazionale Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura. Napoli 7-8 marzo 2008, pp. 156-160.
- ol of Art, Architecture and Design, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 975/2013; Thomas Widdershoven, Design Academy Eindhoven, Eindhoven, in *Domus. La città dell'uomo* n. 981/2014; Carlos Guimarães, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Oporto, in *Domus. La città dell'uomo* n. 982/2014; Tomás Maldonado, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid, in *Domus. La città dell'uomo* n. 983/2014; Dag Boutsen, KU Leuven – Faculty of Architecture, in *Domus. La città dell'uomo* n. 984/2014; Emilio de La Cerda, Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, in *Domus. La città dell'uomo* n. 986/2014; Brett Steele, AA School of Architecture, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 989/2015; Christopher Platt, Mackintosh School of Architecture, Glasgow, in *Domus. La città dell'uomo* n. 993/2015; Jeremy Till, Central Saint Martins, London, in *Domus. La città dell'uomo* n. 994/2015; Daniel Barcza, Moholy-Nagy University of Art and Design, Budapest, in *Domus. La città dell'uomo* n. 995/2015; Jordi Ros, ETSAB, Barcelona, in *Domus. La città dell'uomo* n. 996/2015; Rosanne Somerson, Rhode Island School of Design, Providence, in *Domus. La città dell'uomo* n. 997/2015; Tine Kjøl-sen, KADK, Copenhagen, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1001/2016; Boris Koružnjak, School of Architecture di Zagreb, Zagreb, in *Domus. La città dell'uomo* n. 1003/2016; Steven Spier, Kingston University, London, in *Domus. La città dell'uomo* n.1005/2016.

⁷The testimonials cited have been collected in original English language and the original version is published in the following English version of the text.

Rosa Maria Vitrano,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo, Italia

rosamaria.vitrano@unipa.it

Abstract. La cultura tecnologica spiega il rapporto tra forma e tecnica basandosi su una dimensione concreta ed esistenziale. «La dimensione esistenziale “verità” si manifesta attraverso la storia, ma il suo significato trascende la situazione storica. Tale concretizzazione dipende in genere dal come siano le cose fatte, ossia dalle forme e dalla tecnologia» (Schulz, 1979).

In tal ottica il saggio esplora teorie e prassi della cultura tecnologica sul rapporto tra materia e forma e tra architettura e tecnica, a partire dal concetto di tecnologia: dall'evoluzione storica delle tecniche e dei sistemi costruttivi al valore dell'innovazione, sondando nelle problematiche ideologiche, sociali e materiali che si avvicendano nel processo moderno e contemporaneo.

Parole chiave: tecnologia, architettura, forma, struttura, tecnica.

Centralità della tecnologia Il principio di una centralità della tecnologia nel rapporto tra il progetto d'architettura e la sua realizzazione è ampiamente documentato da una lunga trattatistica, sul significato della tecnica e del suo rapporto con l'architettura.

Il termine tecnologia proviene etimologicamente dal Greco Τεχνολογία, Τεχνη'-λογος che significa discorso critico e sistematico sulle tecniche. In particolare la tecnologia dell'architettura riguarda il discorso critico e sistematico sulle tecniche per costruire.

Facendo un breve excursus sulla trattatistica antica vediamo che il termine tecnologia si manifesta già nel cinquecento ed uno dei primi trattati sulla disciplina è il *De re metallica* di G. Beuer (Agricola, 1556). Qui il significato che si dà al termine di tecnologia è di «studio delle tecniche di trasformazione di una materia prima in prodotto edilizio».

Sempre nel 1500 nell'opera di Alcal-Barral, *Encyclopédie technologique Dictionnaire des arts et manufactures, de l'agriculture, de miner*, il concetto di tecnologia è solidamente relazionato all'arte

The role of technological culture in the theoretical dichotomy between technique and form

Abstract. The technological culture explains the relationship between form and technique on the basis of a concrete and existential dimension. «The existential dimension “truth” becomes manifest in history, but its meaning transcend the historical situation. In general the concretization of the existential dimension depends on how things are made, that is, it depends on form and technology» (Schulz, 1979). In this perspective the essay explores theories and praxis of technological culture on the relationship between form and material, and between architecture and technique starting from the concept of technology: from the historical evolution of techniques and building systems to the value of innovation, probing material social and ideological issues that alternate in modern and contemporary process.

Keywords: architectural technology, architecture, shape, building envelope, construction.

del costruire perché interpretata come studio dei sistemi di produzione delle opere edili.

Nel 1620 Johann Heinrich Alsted, nel *Cursus philosophici encyclopaedia-Herbonae Nassaviorum*, attribuiva alla tecnologia il compito di «segmentare e organizzare la conoscenza in classi (di elementi tecnologici) e sezioni (strutturali) dove l'arte del costruire serviva ad esprimere il pensiero architettonico».

Nel 1724 Christian L.B. Wolff, nel trattato *Philosophia rationalis sive Logica*, riteneva che la tecnologia fosse una filosofia delle arti, ovvero una «scienza che studia i manufatti e che spiega le regole della tecnica e dei prodotti da essa realizzati».

Nel 1806 in Germania Johan Beckmann, uno dei primi titolari di cattedra di tecnologia delle costruzioni, nel trattato *Entwurf der allgemeinen technologie*, teorizzava la tecnologia come la «disciplina che studia le trasformazioni delle materie prime e i procedimenti tecnici atti alla realizzazione delle opere edili». Nello scritto introduce una nuova chiave di lettura della tecnologia come «strumento di un mestiere che abbraccia tanti mestieri», divenendo il trait-d'union tra questi.¹

Questo breve excursus è l'interpretazione nell'arco di tempo che va dal 1500 al 1800 quando ancora in Italia la disciplina non era riconosciuta autonomamente.

La tecnologia dell'architettura fu infatti introdotta nelle università italiane solo nel 1900 ed alla fine degli anni sessanta. Parliamo dunque di una disciplina accademicamente giovane, i cui contenuti non erano ancora del tutto ben definiti. Diverse sono state le interpretazioni che si sono avute nell'arco di questi ultimi cinquant'anni. Da disciplina di sola prestazione d'opera per la realizzazione del progetto, la tecnologia si evolve in disciplina che attraversa e riempie tutte le fasi del processo edilizio pro-

The centrality of technology

The principle of the centrality of technology in the relationship between the architectural project and its implementation is widely documented by a long series of treatises on the meaning of technique and its relationship with architecture.

The term technology comes from the Greek Τεχνολογία, Τεχνη'-λογος which means critical and systematic discourse on the techniques. Architectural technology concerns, in particular, critical and systematic discourse on the techniques used for building.

By doing a short excursus on ancient treatises we can see that the term technology already appeared in the sixteenth century, and one of the first treatises on the subject is the *De re metallica* by G. Bauer (Agricola, 1556). Here the meaning of the term technology is that of «study of the transformation

techniques of raw materials into building products».

Always in 1500 in the work of Alcal-Barral *Encyclopédie technologique Dictionnaire des arts et manufactures, de l'agriculture, de miner*, the concept of technology is closely connected to the art of building because it is interpreted as the study of the production systems of construction works.

In 1620, in his *Cursus philosophici encyclopaedia-Herbonae Nassaviorum*, Johann Heinrich Alsted assigned technology the task of «to segment and organise knowledge in classes (of technological elements) and (structural) sections where the art of building is used for expressing the architectural thought».

In 1724, in the treatise *Philosophia rationalis sive logica*, Christian L.B. Wolff considered technology as a philosophy of arts, or rather «a science that stud-

ponendosi come fondamentale strumento di organizzazione e di gestione progettuale. Da un lato analizza i processi di formazione dell'ambiente costruito, dall'altro studia i prodotti e le componenti materiali e immateriali di tali processi, per poi approfondirne le strategie. «La tecnologia è la disciplina che tratta dei processi di trasformazione di cui si sostanzia, nel tempo, la produzione culturale di una determinata società [...] La tecnologia è la trattazione e la regola del compimento della *dolie téchne* o dell'arte astuta il 'sapere perché' (l'intenzione) e il 'sapere come' di cui la tecnica sarebbe il 'sapere che cosa' (il modo di essere)» (Ciribini, 1984). Nella permanenza della realtà materiale e immateriale della nostra cultura c'è dunque una semantica delle forme di architettura che va compresa e valorizzata anche con gli strumenti della tecnologia.

Per una tecnologia ispirata Così si esprimeva Louis Kahn: «L'architettura è il far forma significativa [...] è anzitutto un'espressione delle istituzioni dell'uomo, che risalgono a quell'origine in cui l'uomo è pervenuto a realizzare i suoi desideri o le sue aspirazioni [...] anche la struttura possiede un suo ordine [...], in genere un edificio dovrebbe dimostrare il modo in cui è stato fatto, come manifestazione della sua volontà di essere. Se questo avviene si può parlare di tecnologia ispirata».²

La storia della tecnologia insegna come il rapporto tra l'uomo e l'architettura sia nato da necessità naturali e quotidiane e si sia sviluppato parallelamente all'evoluzione delle tecniche e dei processi produttivi. Inizialmente tali esigenze erano elementari, l'uomo necessitava di un riparo dalle intemperie e per costruirlo utilizzava i materiali offerti dal luogo, li lavorava e li componeva

con tecniche costruttive rudimentali. La relazione era diretta, l'architettura si manifestava con archetipi semplici: la capanna, la palafitta e man mano con piccoli aggregati...

Leggere la storia utilizzando la tecnologia dell'architettura come strumento di interpretazione, è utile anche per comprendere le diverse teorie sul costruire e le prassi, che si sono sviluppate nell'arco dei secoli. Gli uomini nelle diverse epoche storiche sono stati portati, ora ad elogiare la forma, ora ad esaltare la tecnica attraverso i mezzi e gli strumenti propri del loro tempo.

L'Alberti nel *De re Aedificatoria* (1452) afferma: «Architetto chiamerò colui che con metodo sicuro e perfetto sappia progettare razionalmente e realizzare praticamente, attraverso lo spostamento dei pesi e la congiunzione dei corpi, opere che nel modo migliore si adattino ai più importanti bisogni dell'uomo»³ (Fig. 1).

Questa attenzione alla «perizia tecnica come strumento basilare di indagine e di ideazione» la ritroviamo anche nel grande Borromini che «intende controllare ogni fase del lavoro con zelo maniacale, mediante schizzi spesso nervosi, disegni esecutivi accuratamente quotati, modelli in cera o creta, stesura di computi e stime e con la presenza assidua nel cantiere» (Argan, 1957). Argan mette in evidenza che «le materie predilette dal Borromini sono generalmente materie umili (il mattone, l'intonaco, lo stucco)... ma è la tecnica che agendo su queste materie umili, le trasforma in materie preziose; né altro è, in ultima analisi, la forma se non questo raffinarsi e impreziosirsi della materia»⁴ (Fig. 2).

Il dibattito sul rapporto forma e struttura e tra architettura e tecnica diviene rilevante, e talvolta provocatorio, alla fine del diciannovesimo secolo, in cui la rivoluzione industriale determinò un vero e proprio salto tecnologico, con l'introduzione di nuovi materiali e nuove tecniche costruttive. L'uso del ferro e il sor-

ies artefacts and that explains the rules of the technique and of the products made by it».

In 1806 in Germany, Johann Beckmann, one of the first full professor of constructions technology, in the essay *Entwurf der allgemeinen technologie*, theorised technology as the «discipline that studies the transformation of raw material and the technical processes aimed at the implementation of building works». In this work he introduces a new interpretation key for technology as an «instrument that encompasses many professions», becoming the trait d'union among these.

This short excursus is the interpretation in the period between 1500 and 1800 when, in Italy, this discipline was not recognised independent yet.

Indeed only in the late 60's, 20th century architectural technology was introduced in Italian universities. Thus

we are talking about an academically young discipline, whose contents were still not entirely well defined. There have been several interpretations in the last fifty years. From being a discipline for the implementation of the project technology evolved into a discipline that crosses and fills all of the stages of the building process, offering itself as a key instrument for project organisation and management. On the one hand it analyses the formation processes of the built environment, on the other it studies the products and the tangible and intangible components of these processes to deepen their strategies. «Technology is the discipline that deals with processes of transformation that has been embodied, over time, in the cultural production of a given society [...] technology is the close examination and the fulfilment of the *dolie téchne*, or of the

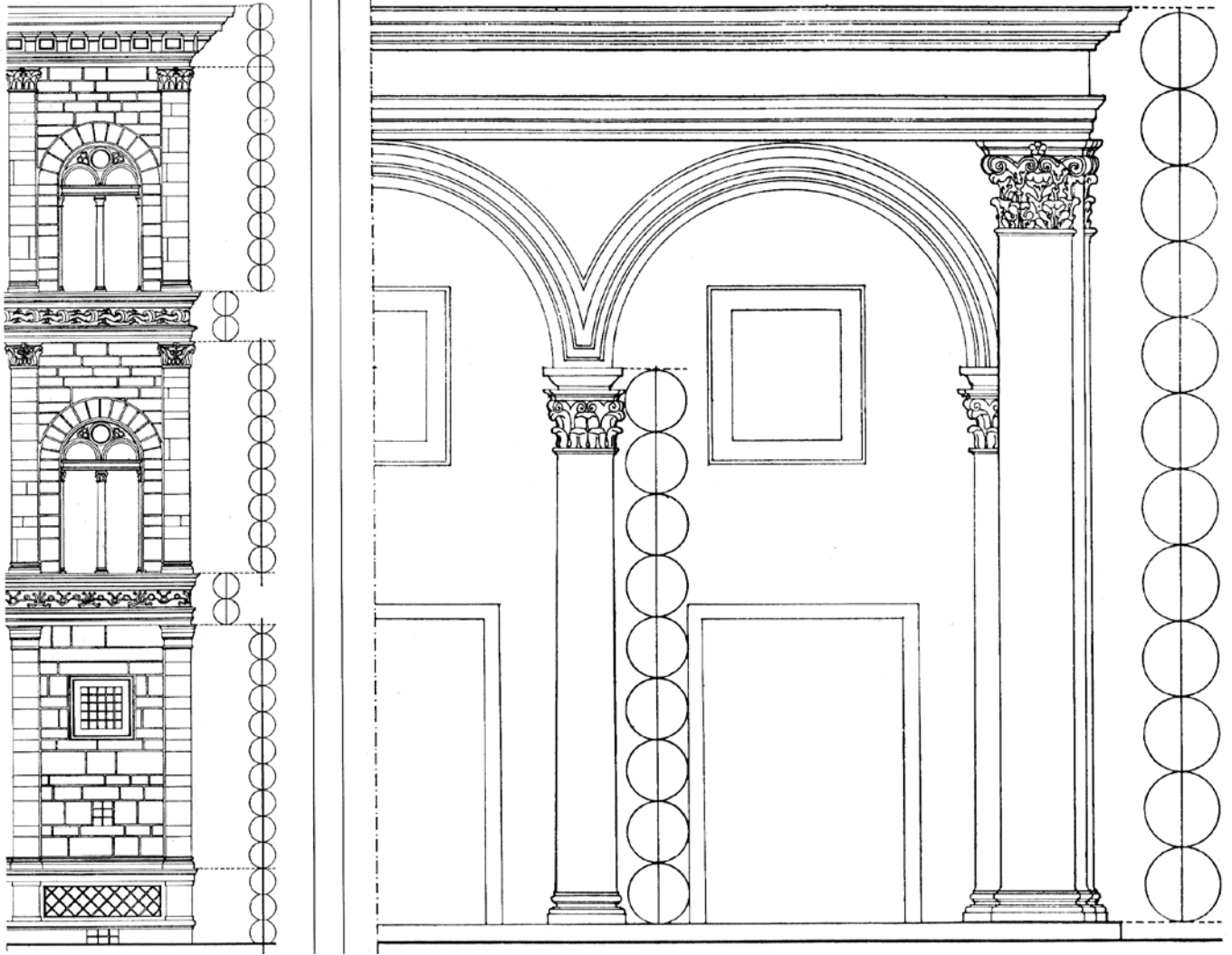
wise art of the 'to know why' (the intention) and the 'to know how' whose technique would be the 'to know what' (the way of being)» (Ciribini, 1984). Thus, in the permanence of tangible and intangible reality of our culture we can find a semantics of the forms of architecture that must be understood and even enhanced with the instruments of technology.

For an inspired technology

Louis Khan had this to say «architecture is to make significant forms [...] above all, architecture is an expression of man's institutions that go back to the source that man reached to realize his wishes and aspirations [...] also the structure has its own order [...] usually a building should show the way in which it was made, as an expression of its desire to be. If this happens, we can talk about inspired technology».²

The history of technology teaches how the relationship between man and architecture sprang from natural and ordinary needs and developed along with the evolution of the techniques and the production processes. At the beginning these were elementary need. Man needed a weatherproof shelter, and to build it he used the materials provided by the place, then he processed and composed them with rudimental building techniques. There was a direct relationship, architecture showed itself through simple archetypes: a hut, a palafitte, and little by little with small built-up areas...

Reading history using architectural technology as an instrument of interpretation, is also useful to understand the different theories on building and the praxis that have been developed over the centuries. Men in different ages have been led now to praise the form,

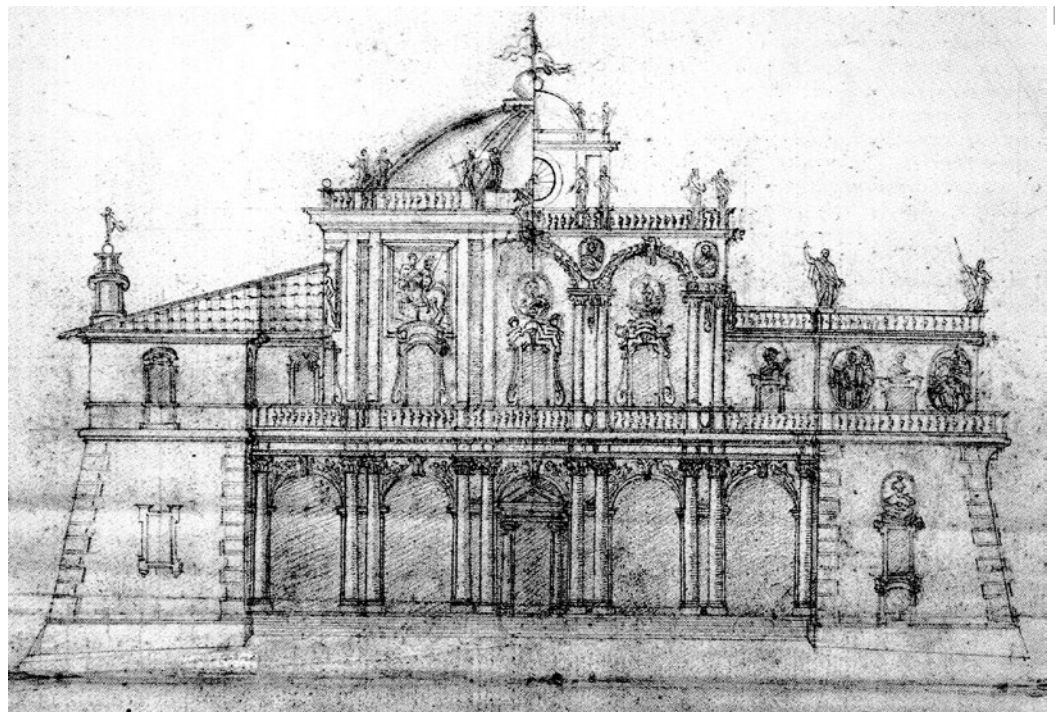


- 01 | Disegni dell'ordine della facciata di Palazzo Rucellai e della Loggia, Firenze, da Borsi F.1975, Leon Battista Alberti, *Electa*, Milano, pp. 65, 66.

Drawings of the order of the facade of Palazzo Rucellai and the Loggia, Firenze, by Borsi F.1975, Leon Battista Alberti, Electa, Milan, pp. 65, 66.

- 02 | Progetto per Villa Pamphili a San Pancrazio, alzato in due varianti – Biblioteca Apostolica Vaticana, Vat.lat. 11257, fol.201 v.

Project for Villa Pamphili in San Pancrazio, raised in two variants – Vatican Apostolic Library, Vat.lat. 11257, fol.201 v.



03 | Ville Savoje, in Willy Boesinger a cura di, Le Corbusier et Pierre Jeanneret, Opera completa 1929-1934, Las Editions D'Architecture, Zurigo, 1964, p. 87.

Ville Savoje, by Willy Boesinger, Le Corbusier et Pierre Jeanneret, complete work 1929-1934, Las Editions D'Architecture, Zurich, 1964, p. 87.

04 | Beaubourg Centre Pompidou, Parigi, in F. Dal Co, Renzo Piano, Ed. Mondadori Electa Architettura, Milano 2014, p. 111.

Beaubourg Centre Pompidou, Parigi, by F. Dal Co, Renzo Piano, Ed. Mondadori Electa Architecture, Milan 2014, p. 111.

gere delle prime costruzioni in calcestruzzo di cemento armato, cambieranno nel secolo a seguire radicalmente il modo di fare architettura.

L'introduzione del sistema intelaiato crea un radicale cambiamento della concezione stessa del costruire e dà luogo a nuove tipologie strutturali ampiamente sperimentate dall'architettura moderna.

Le Corbusier in *Vers un'Architecture* (1929), indica come obiettivo dell'architettura moderna sia il definire uno spirito nuovo dell'abitare che consenta all'uomo di ritornare all'originale e all'essenziale in nome della libertà e dell'identità.

Le due triadi di Le Corbusier: guardare, osservare, vedere - immaginare, inventare, creare si legano così all'evoluzione tecnologica acquistando ancora più ampi orizzonti e maggiori raggi di azione nello spazio architettonico a pianta libera (Fig. 3).

La sintesi tra tecnica e forma, intesa come l'insieme degli atti progettuali e costruttivi (idea-materia-forma-funzione) che precedono la realizzazione di un'opera di architettura, è d'ora in poi sempre più essenziale ed evidente.

Del resto l'etimologia della parola Architettura è Arché più Téchne, in cui l'arché è la guida, è l'asse attorno al quale ruota la sfera della téchne, dell'arte del fare.

Una riflessione moderna sulle opere costruite vede l'arte del 'fare architettura' efficacemente testimoniata nel Centre Pompidou, di Piano e Rogers. Peter Rice così si esprime:

«Beaubourg è come un libro che può essere letto a seconda del proprio livello di comprensione, a un primo livello si possono riconoscere i pilastri, le travi, le articolazioni; a un secondo, le parti in tensione (sottili, sono tiranti) e quelle in compressione (sono più spesse, sono tubi); più oltre si possono leggere le par-

now to extol the technique through the means and the instruments which were typical of their time.

Alberti in his *De re Aedificatoria* (1452) stated «I will call architect the one who, with sure e perfect method, knows how to rationally design and practically realise, through the movement of weights and the junction of bodies, works that will comply with the major human needs as best as they can»³ (Fig. 1).

We can find this attention to «technical expertise as a basic tool of investigation and conception» in the great Borromini who «aim to control each stage of the work with obsessive zeal, using often nervous sketches, accurately executive drawings, wax or clay models, estimation of costs and quantities and with his assiduous presence in the construction site» (Argan, 1957). Argan highlighted that «Borromini's favourite materials are hum-

ble materials (brick, plaster, putty)... But technique is what, by working on these humble materials, turns them into precious materials; in the final analysis, form is nothing but this refinement and embellishment of the matters»⁴ (Fig. 2).

At the end of the nineteenth century, when the Industrial Revolution brought about a real technological breakthrough with the introduction of new materials and new construction techniques, the debate on the relationship between form and structure, and between architecture and art becomes relevant, and sometimes provocative. The use of iron and the rise of the first buildings in reinforced concrete will completely change the way of making architecture.

The introduction of the frame system creates a radical change in the very conception of building and gives rise



03



04

ticolarietà dei diversi nodi fino alla forma del foro ovoidale della "gerberette", che deriva dal metodo impiegato per l'assemblaggio»⁵ (Fig. 4).

to new kinds of structures widely tested by modern architecture.

Le Corbusier in his *Vers une Architecture* (1929) showed how modern architecture aims to define a new essence of dwelling that allows the man to go back to the origins and the essentials, in the name of freedom and identity.

The two triads of Le Corbusier (to look, observe, see - to imagine, invent, create) bind to technological evolution, acquiring wider horizons and grater working ranges in open-plant architectural space (Fig. 3).

The synthesis of technique and form considered as the whole of design and construction documents (concept, materials, shape and function) that precede the implementation of an architectural work, from this moment on, is more and more evident and essential. Moreover, the etymology of the term architecture is Archèplus Téchne,

where arché is the guide; it is the axis around which the sphere of téchne, the art of doing, rotates.

A modern reflection on realised works sees the art of "doing architecture" very well demonstrated by the Centre Pompidou (1977), by Piano and Rogers. That is what Peter Rice said:

«Beaubourg is like a book that can be read according to one's level of understanding. On the first level we can recognize the pillars, girders, joins; on the second the tense parts (narrow, the tierods) and compressed parts (thicker, the pipes), we can then read the specific nature of the various nodes through to the shape of the oval hole in the "gerberette", taken from the assembly method»⁵ (Fig. 4).

In 2007, to celebrate Mr Rogers as the Pritzker Prize winner, The New York Times, citing the Beaubourg wrote that he has «turned the architecture

05 | Piramide – Louvre Parigi, in Carter Wiseman Carter, *The architecture of L.M. Pei*, Thames and Hudson, 1990, Japan, p. 242.

Pyramid – Louvre Parigi, by Carter Wiseman Carter, *The architecture of L.M. Pei*, Thames and Hudson, 1990, Japan, p. 242.

06 | Istituto del mondo arabo, Parigi, in O. Boissiere, Jean Nouvel, Ed. Terrail, Parigi 1996, p. 54. *Institute of the Arab world, Parigi*, by O. Boissiere, Jean Nouvel, Ed. Terrail, Paris 1996, p. 54.

Il *New York Times* nel 2007, in occasione della vittoria di Rogers del Premio Pritzker, citando anche il *Beaubourg* scrisse: «ha rovesciato l'architettura mondiale» ed è divenuto un'icona dell'architettura del XX secolo in cui il rapporto tra forma e materia, struttura e tecnica ha rafforzato le capacità inventive dei progettisti. Un'architettura dunque dove gli aspetti architettonici e gli aspetti tecnologici sono come «le due indissolubili facce della stessa medaglia» (Zaffagnini, 1981). E questa affermazione risulta ancora più centrata se si riflette su quanto l'evoluzione tecnologica ha trasformato l'organizzazione ed il normale svolgimento delle attività umane. Si pensi ai nuovi sistemi di impianti relativi al microclima, ai sistemi informatizzati, all'uso di tecnologie innovative per il risparmio energetico e per il controllo ambientale. Norman Foster sostiene che l'Era Vitruviana va definitivamente superata nella piena coscienza della metamorfosi dinamica del presente. Nel Nuovo Parlamento Tedesco a Berlino, l'innovazione tecnologica confluisce nel monumento poeticamente e al contempo prepotentemente con la grande cupola centrale che «deflette, regolandola, la luce del giorno nella sottostante camera plenaria e, ricambia l'aria poiché parte di un sistema di ventilazione naturale».

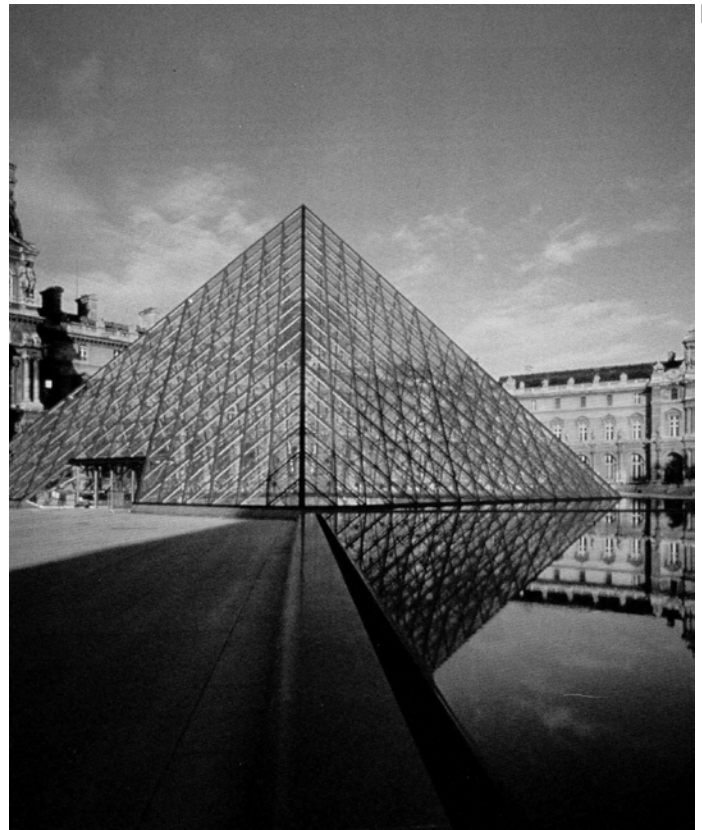
Altra opera interessante sotto il profilo tecnologico ma anche semantico è il progetto di Pei a Parigi per il restauro e l'ampliamento del Louvre (Fig. 5). La piramide di vetro di Pei è una scelta simbolica che parla un linguaggio per tutti. Storia, cultura, armonia e bellezza. All'esterno le trasparenze del vetro vengono esaltate dalla luce e dall'acqua. L'ingresso al museo dalla piramide è segnato da una scala elicoidale che sembra voler celebrare la spirale cosmica. Nel passaggio diurno il tetto in parte è celeste perché è vetrato ed in parte è coperto da un soffitto a cassettoni

world upside down» and he has become an icon of the twentieth century architecture, in which the relationship between shape and material, structure and technique, has reinforced the inventiveness of the designers. Therefore it is an architecture where architectural and technological aspects are like «the two sides of the same coin» (Zaffagnini, 1981). And this statement is even more pertinent if we reflect on how technological evolution has transformed the organisation and the normal course of human activities. Think of the new systems concerning the microclimate, think of computerised systems, and to the use of innovative technologies for energy saving and for environmental control.

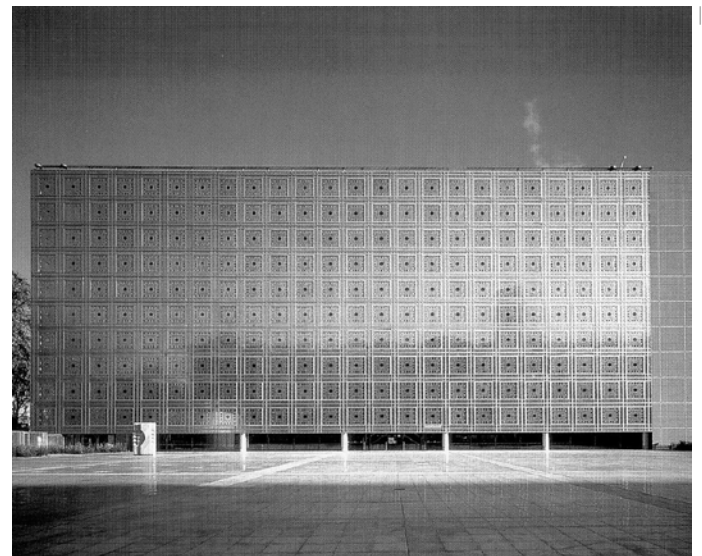
Norman Foster affirms that we have to finally overcome the Vitruvian era being fully aware of the dynamic metamorphosis of the present moment. In

the new German parliament in Berlin, technological innovation flows poetically and at the same time overbearingly into the monument; the large central dome deflects the light of the day, adjusting it, in the underlying plenary room, and as part of a natural ventilation system it also airs the room.

Another interesting work in technological and semantic terms is the project of Leoh Ming Pei in Paris for the restoration and expansion of the Louvre (Fig. 5). The Pei glass pyramid (1992) is a symbolic choice that speaks a language for all. History, culture, harmony and beauty pervade it. On the outside the light and the water enhance the transparency of glass. A spiral staircase that seems to celebrate the cosmic spiral marks the entrance to the museum from the pyramid. In the daytime the roof is partially of a sky blue color because of the glass and is partly covered



05



06

by a coffered ceiling that recalls the dome of the Pantheon in Rome. These are all signs that invite us to share and to catch the voices in human history, the beauty of nature and culture in all its artefacts. So a creative ability that realises an emblematic work, especially for the technological language, the use of materials and the building choices, perfectly appropriate, so proud but never arrogant.

In Paris there is another work with a particular architectural expression; it is the Arab World Institute (Fig. 6) by Jean Nouvel and Architecture Studio,

opened to the public in December 1987. Here the highly technological language has succeeded in reinterpreting the material culture of a particular geographical and cultural context bearing out the meeting between Arabic and western culture. The southern facade, that recalls the Arabian geometries, interacts with the changes of light in space. Through the diaphragms activated by photocells many suggestive light beams are realized. These light beams make even the interior spaces look sacred. Therefore the Arab World Institute is a technological work that

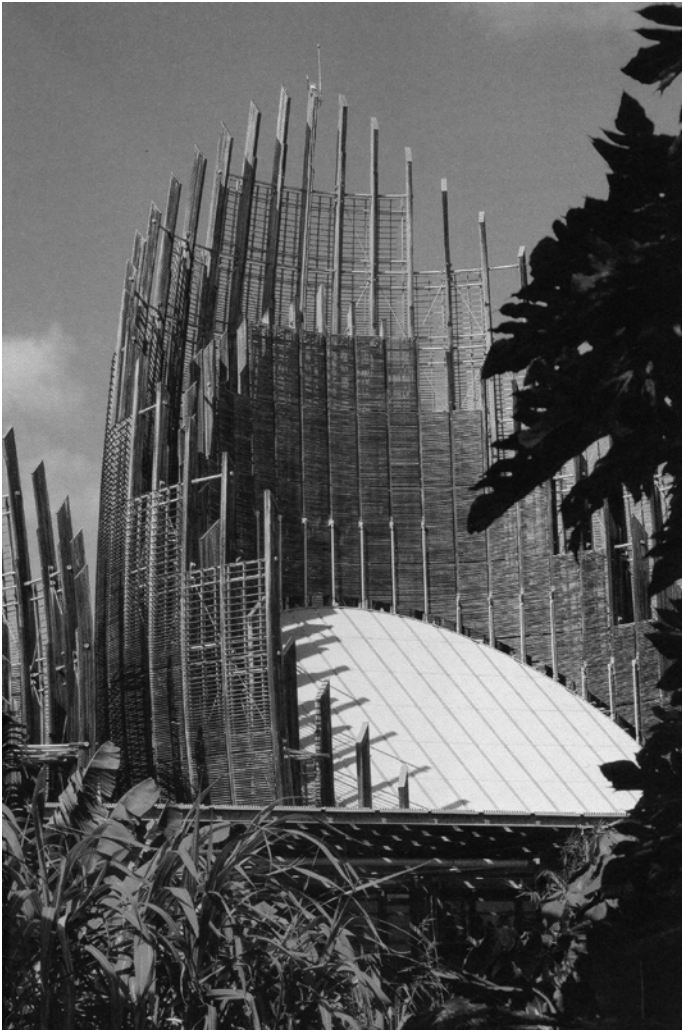
che ricorda la calotta del Pantheon a Roma. Sono tutti segni che invitano a condividere, a cogliere le voci della storia degli uomini, la bellezza della natura e la cultura in tutti i suoi artefatti. Dunque una capacità creativa che realizza un'opera emblematica soprattutto nel linguaggio tecnologico, nell'uso dei materiali, nelle scelte costruttive adottate, perfettamente appropriate, così altere ma mai arroganti.

Sempre a Parigi, opera di particolare espressione architettonica è l'Istituto del Mondo Arabo (Fig. 6) di Jean Nouvel e Architecture Studio, aperto al pubblico nel dicembre 1987. Qui il linguaggio altamente tecnologico ha voluto e saputo reinterpretare la cultura materiale di un particolare contesto geografico/culturale avvalorando l'incontro tra cultura araba e cultura occidentale. La facciata meridionale che riconduce alle storiche geometrie arabe si relaziona ai mutamenti della luce nello spazio. Attraverso

dei diaframmi attivati da fotocellule si realizzano numerosi fasci luminosi di grande suggestività che rendono sacrali anche gli ambienti interni. L'istituto del mondo arabo è dunque un'opera di repertorio tecnologico, divenuta rappresentativa di un felice connubio tra arte, architettura e tecnica.

Altra opera che si distingue, sia per le scelte costruttive finalizzate al controllo energetico-ambientale, sia per le motivazioni che ne hanno ispirato la forma e determinato la realizzazione, sono gli Uffici Nordrhein – Westfalen progettati da Karl – Hinz Petzinka e Thomas Pink. L'opera è stata realizzata nel 2002 in una zona periferica di Berlino, un "non luogo" come lo definisce Augè, che adesso ha acquistato una sua identità. Per quest'opera i progettisti parlano di *Technologische Architektur* avendo approfondito la ricerca sui principi della sostenibilità e della partecipazione. La particolare soluzione decorativa del traliccio dal tono neogotico che caratterizza le facciate, valorizza un significato strutturale: di sostegno della parete vitrea continua a prospetto e di controventamento. La stessa parete, costituita da una doppia pelle per i prospetti esposti a settentrione e a mezzogiorno, è stata progettata e studiata nel dettaglio per rispondere a dei precisi requisiti di climatizzazione. Questo edificio è un artefatto con aereazione e ventilazione naturale⁶, la cui qualità non è tanto nella sua "intelligenza" ma soprattutto nell'aver dato valore e riconoscibilità ad una ex periferia di degrado materiale e sociale.

07 |



| 08

Infine il Centro culturale Jean-Marie Tjibaou a Nouméa di Renzo Piano (Figg. 7,8), realizzato nel 1998 per commemorare il leader della comunità Kanak. Qui il ruolo della tecnologia è rivelato da un perfetto connubio tra forma e tecnica con la costruzione di dieci capanne accostate e rivolte verso la baia di Noumea. Le capanne hanno la forma di un guscio traforato in listelli/doghe di legno curvato che al movimento del vento effondono un fruscio somigliante a quello delle fronde degli alberi. Il progetto, che scaturisce da uno studio sapiente sulle tradizioni costruttive delle popolazioni locali, realizza perciò una esemplare reinterpretazione ed attualizzazione di materiali e tecniche, sempre nell'integrazione fra tradizione e innovazione.

Conclusioni

Tutte le opere moderne e contemporanee sin qui citate sono state selezionate in quanto campioni d'architettura che sottendono una forza ed una volontà mai superficiale di approccio al progetto ed in cui il rapporto tra forma e tecnica risulta oggettivamente equilibrato nel raggiungimento di determinati obiettivi. Tecnica e forma sono appunto come diceva Zaffagnini due facce della stessa medaglia.

Il concetto di tecnologia dell'architettura come disciplina che tratta della trasformazione delle materie prime in prodotti di impiego e di consumo è in parte superato.

Oggi la tecnologia è un settore di ricerca che evidenzia sempre più la necessità di un confronto interdisciplinare volto all'elaborazione di progetti e di strategie per l'abitare consapevole e sostenibile. Chiave di lettura fondamentale è "la visione integrata della tecnologia", che considera i processi tecnologici e i prodotti da questa derivati soprattutto come fenomeni sociali.

became the emblem of the happy marriage of art, architecture and technology.

The Nordrhein – Westfalen office is another work noted for its building choices aimed at environmental and energy control, and for the reasons that inspired its shape and determined its implementation. Designed by Karl – Hinz Petzinka and Thomas Pink, it was made in 2002 in a suburban Berlin area, as Augè defined it a "non-place" that now has gained its own identity. When it comes to this work, designers talk about Technologische Architektur because they have improved the research on the principles of sustainability and involvement. The particular decorative solution of the lattice with neo-Gothic overtones that characterises the facades, enhances a structural importance: the elevation and bracing support to the continuous glass wall.

The same wall, consisting of a double layer in the north and south facing facades, was designed and studied in detail to meet specific air conditioning requirements. This building is an artefact with natural ventilation⁶, whose main quality is not its "intelligence" but the fact that it enhanced the value and the recognisability of an ex suburb characterised by social and physical decay.

Ultimately, the Jean-Marie Tjibaou Cultural Centre in Noumea by Renzo Piano (Figs 7, 8), was created in 1998 in order to commemorate the leader of the Kanak community. Here the role of technology is excellently revealed by the perfect marriage of form and technique through the building of ten huts, one beside the other, oriented towards the bay of Noumea. The huts have the shape of a perforated shell. They are made of curved wooden strips or staves and when the wind blows they rustle

Secondo la visione integrata lo studio dei processi tecnologici e delle trasformazioni dell'ambiente costruito deve essere affrontato prendendo in alta considerazione il rapporto con gli attori sociali. Un approccio al progetto di tipo partecipato è un valore aggiunto, sia come spazio della creatività e della sperimentazione progettuale, sia come strumento per fronteggiare le emergenze ambientali. Occorre continuare a investire nell'architettura e nella tecnologia per una messa in valore dei nostri patrimoni materiali e immateriali, sperimentando anche nuove forme e nuove tecniche, per creare ancora altri terreni di condivisione, di innovazione, di competitività e sviluppo.⁷

Scrivi Giò Ponti: Amate tutta l'architettura, l'antica, la moderna [...] Amate l'architettura per quel che di fantastico, avventuroso e solenne ha creato – ha inventato – con le sue forze astratte, allusive e figurative che incantano il nostro spirito e rapiscono il nostro pensiero: scenario e soccorso della nostra vita [...] Amate la per l'immensa umana gloriosa millenaria fatica umana che essa testimonia con le sue cattedrali, i suoi palazzi, le sue città, le sue case, le sue rovine [...] Amate l'architettura moderna, comprendetene la tensione verso una essenzialità, la tensione verso un connubio di tecnica e di fantasia, comprendetene i movimenti di cultura, d'arte e sociali ai quali essa partecipa; comprendetene la "passione" [...] (Ponti, 1957).

like leafy branches. The project springs from a serious study on the building techniques of local populations. Therefore it realises an exemplary work of reinterpretation and updating of materials and techniques, always with the synergy of tradition and innovation.

Conclusions

All modern and contemporary works mentioned so far were selected as samples of architecture, whose will and strength in their approach to the project is never superficial. In these works the relationship between form and technique is objectively balanced in the achievement of certain goals. Indeed form and technique are just as Zaffagnini said two faces of the same coin. The concept of architecture technology as a discipline that deals with the transformation of raw materials into finished consumer products is partially

overcome. Today, technology is an area of research that highlights the growing need for an interdisciplinary approach aimed at developing projects and strategies for a conscious and sustainable living.

The fundamental interpretation key is that of an "integrated view of technology", which considers the technological processes and the products derived from it mainly as social phenomena.

According to this integrated view, the study of technological processes and of the transformation of the built environment must be addressed esteeming the relationship with the social stakeholders. An integrated approach to the project is an added value both as creativity and design experimentation, both as a means to deal with environmental emergencies.

We must continue to invest in architecture and technology to highlight our

NOTE

¹ Beckmann J., tecnologo tedesco, professore all'Università di Gottinga-Germania.

² Norberg-Schulz C. (1980), *Louis I. Kahn idea e immagine*, Officina, Roma.

³ Alberti L.B.(1452), *De re aedificatoria*, Argenterati, excudebat M. Iacobus Cammerlander Moguntinus.

⁴ Fantone C.R. (1999), *Francesco Borromini nel quarto centenario della nascita*, da Costruire in laterizio n. 72.

⁵ Rocca, A. (1993), *Peter Rice, poeta del Brutalismo*, in Lotus n. 78.

⁶ <http://www.archilovers.com/projects/151/uffici-nordrhein-westfalen.html>

⁷ Studi sulla "Progettazione Partecipata" sono stati effettuati a Palermo, a Palma di Montechiaro, a Porto Empedocle - AG (Ricerca in regime di convenzione: Habitat Edilizia Recupero Ambiente, Resp. Scientifico R.M. Vitrano) Gli studi hanno coinvolto le sedi del Politecnico di Milano, dell'Università di Firenze, dell'Università di Chieti Pescara, di Napoli Federico II, della Seconda Università di Napoli. In tali esperienze la tecnologia ha assunto, non soltanto una funzione correttiva e preventiva in termini di tutela del patrimonio costruito e di difesa dall'uso improprio, ma anche una funzione strategica in termini gestionali ed economici, grazie all'idea-forza condivisa da tutti gli attori di sviluppo locale.

tangible and intangible heritages, also experimenting with new forms and new techniques to create other fields for sharing, innovation, competitiveness and development.⁷

Gio Ponti writes: Love all architecture, ancient and modern [...] Love architecture for all the fantastic, solemn and adventurous things that it has created, invented, whose abstract, allusive or concrete forms nourish our spirit and ravish our thoughts, the scenario and saving grace of our lives [...] love it for the immense glorious millenary human effort that it testifies with its cathedrals, its buildings, its cities, its houses, its ruins[...] Love modern architecture, understand its aspiration for simplicity, its aspiration for a combination of technique and imagination, understand the cultural, artistic and social trends in which it participates; understand its "passion" [...] (Ponti, 1957)

NOTES

¹ Beckmann J., Gottinga University-Germany

² Norberg-Schulz C. (1980), *Louis I. Kahn idea e immagine*, Officina, Roma

³ Alberti L.B.(1452), *De re aedificatoria*, Argenterati, excudebat M. Iacobus Cammerlander Moguntinus

⁴ Fantone C.R. (1999), *Francesco Borromini nel quarto centenario della nascita*, by Costruire in laterizio n.72

⁵ Rocca A. (1993), *Peter Rice, poeta del Brutalismo*, Lotus n°78

⁶ <http://www.archilovers.com/projects/151/uffici-nordrhein-westfalen.html>

⁷ Studies on "Participatory Design" were carried out in Palermo, Palma di Montechiaro and in Porto Empedocle- AG (search under the agreement: Habitat Building Environment Recovery, Scientific Manager R.M. Vitrano). The studies involved the Polytechnic University of Milan, the University

REFERENCES

Arendt, H. (1958), *The human condition*, The University of Chicago Press, Chicago.

Argan, G.C. (1957), *L'architettura barocca in Italia*, Garzanti, Milano.

Auge, M., Gregotti, V. (2016), in Di Franco C., Roda M. (Eds.), *Creatività e Trasformazione*, Christian Marinotti Edizioni, Milano

Ciribini, G. (1984), *Tecnologia e progetto, argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Ed. CELID, Torino.

Guazzo, G. (1995), *Edoardo Vittoria L'utopia come laboratorio sperimentale*, Gangemi Editore, Roma.

Heidegger, M. (1976), "Costruire abitare pensare", in *Saggi e discorsi*, traduzione di Vattimo G., Misura, Milano.

Latouche, S. (2007), *La scommessa della decrescita*, Feltrinelli, Milano.

Manzini, E. (1990), *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Domus Academy, Milano.

Ponti, G. (1957), *Amate l'architettura*, CUSL, Milano.

Portoghesi, P. (2005), *Geoarchitettura. Verso un'architettura della responsabilità*, Ed. Skira, Milano.

Sinopoli, N. (1997), *La tecnologia invisibile*, Franco Angeli, Milano.

Vitrano, R.M. (2008), *Architettura Strategica, tecnologie e strategie del progetto partecipato*, Luciano Ed., Napoli.

Vitrano, R.M. (2011), *ARTEHA Architettura Tecnologia Habitat*, Alinea, Firenze.

Zaffagnini, M. (Ed.) (1981), *Progettare nel processo edilizio*, Ed. Luigi Parma, Bologna.

of Florence, the University of Chieti Pescara, the University of Naples Federico II, and the Second University of Naples. In these experiences, technology has taken on, not only a corrective and preventive function in terms of the built heritage protection and of defence from improper use, but also a strategic role in management and economic terms, thanks to the idea-strength shared by all local development stakeholders.

Paola Ascione,
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

paola.ascione@unina.it

Abstract. Le esperienze di riqualificazione energetica del patrimonio del Moderno evidenziano come l'applicazione di prassi diffuse e ricorrenti rischia di allontanare il progetto attuale da una concezione complessiva dell'opera costruita, anche quando il progetto originale si ispirava a criteri di ottimizzazione delle risorse in linea con le attuali esigenze di sostenibilità ambientale e di risparmio energetico. In tale scenario si colloca lo studio che coniuga i risultati di due ricerche, la prima riguardante i materiali ed il progetto del Moderno nella costruzione autarchica, la seconda inerente alle più generali problematiche della riqualificazione 'sostenibile' del patrimonio del Novecento. Trait d'union è un approccio che verte su una metodologia d'indagine impostata in termini di cultura tecnologica della progettazione.

Parole chiave: riqualificazione, patrimonio moderno, cultura tecnologica della progettazione, autarchia e sostenibilità.

Premessa

La riqualificazione dei patrimoni d'autore che rientrano nella categoria dei beni *Historical Modern* per il ruolo centrale che hanno assunto materiali e tecnologie conseguenti nell'innovazione architettonica del XX secolo, impone una particolare attenzione alla conoscenza delle opere, ripercorrendo a ritroso le fasi che ne hanno determinato gli esiti, spesso solo in parte oggi riconoscibili e documentati. Per recuperarne i valori culturali è necessario oggi leggere le realizzazioni nel contesto dell'attualità, inquadrando all'interno dello specifico ambito della loro origine e trasformazione. Tale percorso diviene necessario laddove, come spesso accade nelle architetture di stampo razionalista, il progetto originale era ispirato a logiche di ottimizzazione delle risorse, per certi versi concettualmente analoghe anche se differenti nelle premesse ad alcuni degli attuali criteri di sostenibilità ambientale.

Con un approccio fedele al riconoscimento di una cultura tecnologica del progetto che sottende la produzione di quell'epoca,

Technology,
experimentation,
and use of resources:
rehabilitation of Modern
architectural projects

Abstract. Experiences in energy upgrading for Modern heritage demonstrate that the simple reapplication of general practice risks losing an overall conception of the built work, including in cases where the original project drew on resource-optimisation criteria similar to the current requirements for environmental sustainability. The present study examines this context, drawing on two programs of applied research: the first concerning materials and Modern architectural design under Italian "autarchy"; the second concerning more general problems of sustainable rehabilitation for 20th century heritage properties. The two programs share a research methodology in which the knowledge-building stage extends to interpretation of the construction, in terms of the "technological culture" of the original architectural planning.

Keywords: rehabilitation, modern heritage, resource optimisation, technological culture.

la storia del costruito può divenire *strumento privilegiato* per la definizione di strategie di riqualificazione appropriate al patrimonio moderno, caratterizzato da un elevato livello di sperimentazione che, alla luce dell'esigenze contemporanee, ne determina al tempo stesso criticità e peculiarità.

In tale scenario si colloca una riflessione sul rapporto fra tecnologie costruttive e uso delle risorse nel progetto Moderno, in relazione alle inevitabili esigenze di riqualificazione delle opere prodotte, a partire dai risultati di due ricerche, una riguardante i materiali ed il progetto del Moderno nella costruzione autarchica¹, l'altra inerente alle più generali problematiche della riqualificazione sostenibile del patrimonio del Novecento². La prima è orientata a comprendere le dinamiche del rapporto tra progetto e materiali sperimentali impiegati nelle architetture del Ventennio (nel caso specifico gli isolanti), con problematiche di riqualificazione; la seconda riguarda il progetto di retrofit tecnologico-energetico dell'edilizia residenziale pubblica, con particolare riferimento agli interventi della Ricostruzione post-bellica.

L'impiego mirato delle risorse, questione centrale per coloro che nell'Italia del Regime rispondevano ai dettami della politica autarchica servendosi di materiali e tecnologie disponibili sul territorio nazionale, diviene oggi obiettivo prioritario per i progettisti che si trovano a rispondere alla domanda di riduzione dei consumi energetici e più in generale di sostenibilità ambientale.

L'autarchia incentivò la sperimentazione di materiali e prodotti isolanti prima della seconda guerra mondiale, proponendo sulla base di brevetti tutti italiani nuovi sistemi di lavorazione, prendendo a modello quanto avveniva in altri paesi più avanzati. Questo sguardo attento a quanto accadeva nelle altre realtà europee ed extracontinentali, apparteneva soprattutto agli architetti

Introduction

Materials and technologies played a central role in the architectural innovation of the 20th century, particularly in that of the Modernist movement. For this reason, the rehabilitation and enhancement of Modern "authorial" properties requires careful processes of knowledge-building, retracing the stages that have determined the observed outcomes. Rehabilitation requires comprehension of the stages in the history of the work, at this point only partially documented and recognisable. The research process must read the work in its current context, but understand its contexts of origin and subsequent transformation. This "retracing" becomes even more necessary where, as often occurs in Rationalist architecture, the original project was inspired by a logic of optimising resources: a logic which in certain ways is analogous

to current criteria for environmental sustainability.

In taking a knowledge-building approach, faithful to the technological culture that underlies past production, the study of the history of construction becomes a *privileged instrument* for defining rehabilitative strategies suited to Modern heritage. Rehabilitation can better respond to contemporary needs, which determine both critical concerns and potentials.

The current paper argues for the validity of the above philosophy, based on the experiences of two research programmes. The first, on Materials of the Modern, investigated the relational dynamics between the design stage and the experimental materials used in Italy during the Fascism and the relative rehabilitation problems.¹ The second programme, identified requirements, indicators and decision-making instru-

più legati agli sviluppi della cultura architettonica europea, che contribuirono di fatto a promuovere tale sperimentazione, stabilendo un rapporto ravvicinato tra ricerca progettuale e produzione industriale per l'edilizia.

In una condizione profondamente diversa, gli architetti contemporanei si trovano ad intervenire sugli esiti storicamente determinati di quei progetti, là dove le caratteristiche originarie meriterebbero, soprattutto in presenza di opere autoriali, una maggiore attenzione e più approfondite indagini anche quando scopo dell'intervento è "solo" l'adeguamento alle normative in materia energetica.

La diagnosi dei fabbricati oggi vanta strumenti ad alta tecnologia e software di verifica delle prestazioni del costruito, che tuttavia da soli non restituiscono un quadro conoscitivo esaustivo e sufficiente ad individuare le soluzioni di retrofit tecnologico più idonee al caso. Onde evitare quello che alcuni indicano come un "accanimento terapeutico" concentrato su interventi a volte parziali, finalizzato al mero raggiungimento delle soglie minime di norma, potrebbe essere d'aiuto rileggere l'opera di architettura nella sua complessità e così come fu concepita nel progetto.

Uno spunto interessante riguardo una possibile chiave di lettura del costruito moderno lo ha offerto Giovanni Guazzo, che ha fornito un'originale osservazione sul binomio energia - architettura, sostenendo che ogni opera di architettura può essere guardata come una complessa "macchina energetica" per consentire all'uomo di accumulare energia termica o per aiutare a disperderla nell'ambiente. In tal senso «il farsi dell'architettura, cioè la sua "tecnologia", altro non è (...) che l'uso sapiente di questa energia al fine di trasformare la materia addensata in forma significativa e la materia rarefatta in qualità di vita. Non c'è "tipologia", cioè mo-

dello di organizzazione spaziale, se non c'è una "tecnologia" che la consenta; cioè, in ultima analisi, un uso sapiente dell'energia: se si preferisce un'"economia"» (Guazzo, 2010).

Riconoscere dunque l'uso sapiente dell'energia nelle logiche che legano *tecnologie e tipologia*, ovvero materialità e spazialità; un'azione conoscitiva più articolata che tende a ri-guardare un'opera di architettura come una complessa macchina energetica senza rischiare di ridurre la questione ai soli parametri fisici e prestazionali. In questo senso, gli studi da cui partono le riflessioni che seguono hanno indagato il legame tra tecnologie costruttive e tipologie edilizie nella produzione architettonica del Novecento, in cui risiede non solo un valore testimoniale, ma anche una peculiarità da salvaguardare e valorizzare. Un'azione da realizzare attraverso interventi più realisticamente mirati ad elevare gli standard attuali senza sottovalutare né inficiare quell'innovazione, talvolta poco evidente, magistralmente elaborata da personalità di spicco della cultura architettonica del secolo scorso.

Indagine sui materiali isolanti. Requisiti autarchici e criteri ambientali

L'indagine svolta sui manuali e sulle riviste degli anni Trenta delinea uno scenario di produzione industriale per l'edilizia ampio, con la presenza di numerosi brevetti italiani e stranieri, talvolta descritti anche nelle modalità d'impiego in esempi realizzati. In particolare gli articoli sulle problematiche dell'isolamento termico e acustico erano generalmente affiancati da pubblicità di prodotti che vantavano qualità autarchiche.

Mentre le imprese italiane che lavoravano le materie prime nazionali ebbero agevolazioni fiscali, gli architetti di allora furono

ments for achievement of sustainability in retrofitting interventions, through the study of applied cases.² The investigation of insulation materials led to the development of an analytical directory, identifying the origins of categories of products currently in favour in rehabilitation interventions. The directory supports decision-making on which of these materials can potentially be supplemented or substituted by "historic" materials that remain in production, rather than using newer "higher-performing" products. The "rehabilitation" aspect of the second programme concentrated on technology and energy retrofitting for building complexes which, in the post-war Naples area, introduced new models of public housing and new environmental standards of Modernity.

From "autarchy" to sustainability: environmental requirements and the use of resources

The "autarchic" policies of the Italian fascist regime demanded the use of materials and technologies sourced within national territory. In the construction and architectural sectors, the intelligent use of resources became a central issue: an issue that is now again a priority for the architects responding to demands for environmental sustainability and reduced energy consumption. Autarchy incentivised experimentation with insulation materials and products, leading to the filing of all-Italian patents - often inspired by models of more advanced countries - and eventually to systems of commercial production. The attention to what was happening in other nations involved Italian architects closely linked to the broader developments in European

architectural culture. These individuals encouraged materials experimentation, and promoted development of close relationships between architectural research and industrial production in the construction sector.

Today's architects find themselves intervening in 1920s to 1940s projects determined by such historic conditions. In such cases, the original characteristics merit greater investigation and deeper understanding than what is typically afforded, even when the aim of the intervention is "only" regulatory conformity for energy issues. This necessity is even greater when rehabilitation concerns "authorial" architecture. The diagnosis of buildings boasts high-tech instruments and software for evaluation of structural performances. Alone, these cannot provide an exhaustive knowledge base, sufficient for identification of the most appropriate

retrofit solutions. The situation resembles that of modern medicine, in which misguided good intentions lead to cases of "obsessive overtreatment" (Graf, Marino, 2016). In the architectural case, the concentration on regulatory minimums for energy consumption blinds the "physician" to the possibilities of more complete and true rehabilitation. The rehabilitation focuses only on partial interventions, when it would be more useful to reread the architectural work as a whole, evaluating where and how it would be possible to intervene.

Giovanni Guazzo offers an interesting interpretation of the energy-architecture conjunction in modern construction - arguing that each architectural work can be regarded as a complex "energy machine", permitting man to accumulate thermal energy or disperse it in the environment: «To occupy

0.1 | Populit, S.A.F.F.A., Milano, 1935. Il prodotto è pubblicizzato per l'efficienza e la versatilità di impiego in tutti i tipi di costruzione, dall'edilizia residenziale alla costruzione coloniale. Domus 1930

"Populit", produced by Società Anonima Fabbriche Fiammiferi ed Affini (SAFFA), Milan, 1935. Corporate advertising emphasised the effectiveness and versatility of the product in all types of construction, from "continental" houses to colonial buildings (Domus, 1930).

0.2 | Eraclit: impiego dei pannelli nelle costruzioni con struttura in cemento armato. Enrico A. Griffini, Dizionario nuovi materiali per edilizia, Milano, 1934

"Eraclit": use with structures in reinforced concrete, from E. Griffini, Dizionario dei nuovi materiali per edilizia, Hoepli, Milan, 1934

costretti a fare i conti in anticipo con i limiti dello sviluppo causati dalla crisi determinata dalle sanzioni, senza tuttavia rinunciare a perseguire quell'idea di progresso alla base di una cultura industriale foriera d'innovazione. La scarsità di risorse, da privazione divenne così stimolo per il "raffinamento della costruzione" (Petrigiani 1940) e per lo sviluppo di nuove tecnologie. Tutto ciò fu reso possibile grazie al contributo dei progettisti che sperimentarono la costruzione di un'architettura moderna non solo attraverso modelli tipologici e formali, ma legandola alle reali risorse produttive offerte dallo specifico contesto nazionale. La crisi politica ed economica costituì allora uno stimolo al cambiamento e ad elaborare una rinnovata cultura tecnica del progetto, basata su un equilibrato rapporto con la norma e la produzione. Non a caso, l'informazione tecnica era mediata da articoli e manuali redatti da personaggi che parteciparono al dibattito culturale dell'epoca, come Giuseppe Pagano, Enrico Griffini e Franco Maresscott⁴.

Intanto, sollecitata dalle esigenze di carattere tecnico e condizionata da forti componenti ideologiche ed economiche, l'industria investiva su prodotti innovativi rispondendo a precisi requisiti: materie prime di facile approvvigionamento, impiego di materiali di derivazione naturale e "poveri" purché locali, recupero e reimpiego di materiali di scarto, ciclo di lavorazione basato sull'ottimizzazione dei tempi e delle risorse.

I risultati del confronto tra la produzione del Ventennio e quella attuale dimostrano come numerosi isolanti sono ancora sul mercato con l'identico marchio, come accaduto per l'Eraclit⁵, o sono stati rimessi in commercio, come nel caso dei pannelli in canna palustre o paglia pressata tipo Solomit⁶, andati in disuso nel dopoguerra ma che più recentemente hanno riguadagnato

oneself with architecture, meaning its "technology", means none other than occupying oneself with the wise use of this energy for purposes of transforming physically condensed material in meaningful form, and rarefied material in quality of life. There can be no particular architectural "typology", meaning model of spatial organisation, if there is no technology that permits it; meaning, in the final analysis, an intelligent use of energy: or if we prefer, an energy-architecture "economy"» (Guazzo, 2010). Searching for the "intelligent use of energy" as a linking logic between technology and typology, or materiality and spatiality, can result in a more complex knowledge activity, moving towards the re-examination of an architectural work as an "energy machine", without risking reduction of the question to only physical and performance parameters.

The studies noted in the introduction, and leading to the reflections that follow, have investigated the links between technologies and typologies in 20th-century architectural production. The surviving production retains structural qualities with documentary values in themselves, but also specificities to be preserved and enhanced, through interventions that are realistically targeted at improving performance without undervaluing or interfering in the innovations, at times little evident but ably elaborated, of leading personalities of the previous century's architectural culture. We must "use" energy upgrading as an instrument of enhancement and safeguard. This approach becomes even more important when we consider that a large part of Modern architecture is not protected by heritage regulations. Precisely because of its experimental character, rehabi-

IN TUTTI I TIPI DI COSTRUZIONI

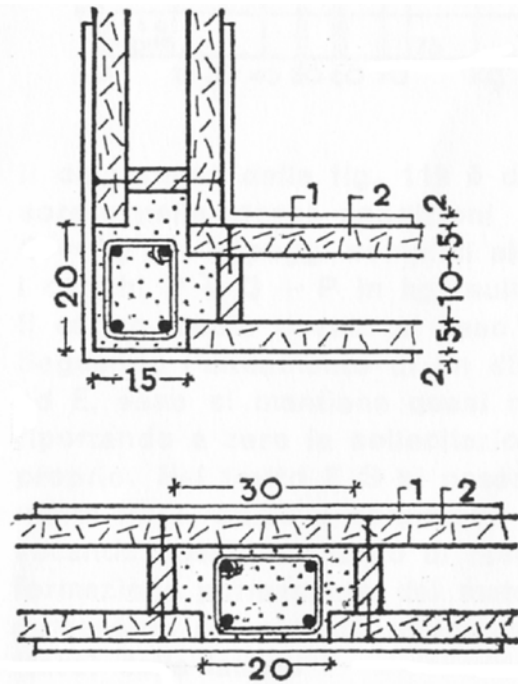
POPULIT

Il POPULIT, agglomerato di sostanze fibrose trattate chimicamente, trova largo impiego nei più svariati tipi di costruzioni, della signorile o della popolare casa d'affitto e il pedigione, alla garita, dallo stabilimento industriale alla casa colonica, ai silos, dalla caserma modernissima al baraccamento.

DOVE e COME si impiega il POPULIT è detto negli opuscoli illustrativi che si inviano dietro semplice richiesta.

S.A.F.F.A. SOC. AN. FABBRICHE FIAMMIFERI ED AFFINI
CAPITALE VERSATO L. 125.000.000
Via Moscova N. 18 - MILANO - Telefono 67-146 (5 linee)

1 casa civile
2 casa colonica
3 pedigione U. N. P. L. Piazza di Milano
4 costruzione industriale
5 caserma militare



116 - Altra ossatura portante mista: cemento armato e legno.
1. Intonaco cm 1½ - 2. Lastre di Eraclit spessore cm 5.

03 | Solomit: foto del prodotto. Enrico A. Griffini, *Dizionario nuovi materiali per edilizia: elencazione descrittiva per categorie di oltre 1000 nuovi materiali per l'edilizia*, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1934

"Solomit", from the E. Griffini's *Dizionario*

04 | Pannelli in canna palustre oggi in commercio

Panels in river cane, currently available on the commercial market

una ricca porzione di mercato grazie all'origine naturale, all'economicità ed alle proprietà traspiranti ed isolanti. A distanza di quasi un secolo, il Protocollo Itaca inserisce tra i requisiti per la certificazione ambientale dei progetti la presenza di materiali eco-compatibili che rispondono ai criteri suddetti suddividendoli in: provenienti da fonti rinnovabili, riciclati/recuperati o riciclabili e smontabili.

Nella produzione di quel periodo si ritrovano anche materiali a Km 0, ottenuti da materie prime derivanti da coltivazioni autoctone, talvolta inusuali e circoscritte a limitate aree geografiche come il Maftex (intreccio meccanico di fibre di radici di liquirizia provenienti dalla Calabria e dalla Sicilia), il Celotex (derivato da canne da zucchero depurate, sterilizzate e feltrate), la Frigorite (miscela di grani, torrefatta e agglomerata).

Vale la pena ricordare che in quegli stessi anni architetti italiani operavano nelle colonie d'Africa; l'Italia delle colonie divenne un luogo di sperimentazione, in particolare dei materiali isolanti, in quanto i progettisti si dovettero confrontare con le peculiari problematiche ambientali e della scarsità delle risorse.

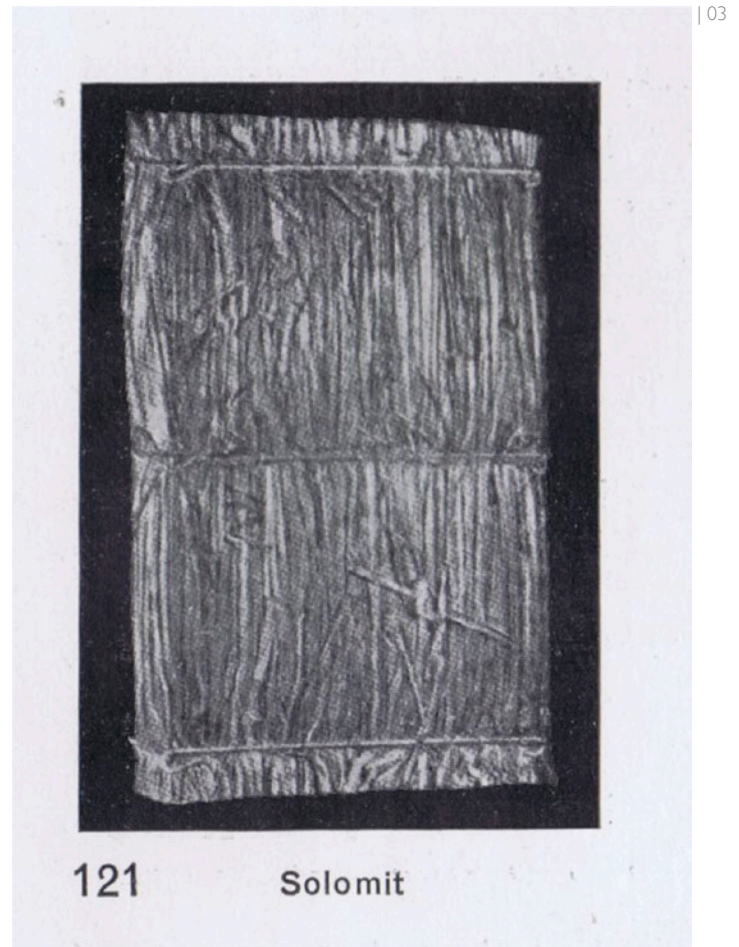
Negli stessi anni Griffini riporta nel suo manuale teorie gli studi di Alexander Klein sull'insolazione della casa in rapporto alla latitudine ed al contesto (Griffini, 1932).

Nelle Terre d'Oltremare gli architetti italiani più avveduti stabilirono un dialogo tra le logiche dell'architettura moderna in materia di tipologia, morfologia, tecnologia e materiali, ed il clima e le risorse locali (assolutamente diverse da quelle italiane e tra le varie colonie tra cui la Libia, la Somalia e l'Eritrea che corrispondevano a condizioni climatiche tra loro differenti). Tra questi, Luigi Piccinato progetta la "casa coloniale" alla V Triennale di Milano proponendo un'architettura che mitiga le criticità clima-

litation requires advanced technical-constructive capacities, specific to its unusual susceptibility to deterioration and technological obsolescence.

The research into manuals, journals and catalogues of the 1930s reveals a broad range of production, under numerous Italian and foreign patents. Articles on issues in thermal and acoustic wall insulation are flanked by advertisements for products boasting "autarchic qualities", sometimes describing their application in architectural solutions. The fascist-directed state provided tax relief to Italian companies who processed indigenous raw materials. On the other hand, architects had to design in a manner that responded to the developmental limits imposed by the political-economic crisis, while at the same time pursuing the ideal of "progress", at the base of an industrial culture primed on innovation. The

myth of technique was ever-present, and the scarcity of available resources became the stimulus for "refinement in construction" (Petrignani 1940), and for development of new technologies. This entire evolutionary direction was made possible by the contributions of architects willing and eager to experiment in new materials, for the development of a modern architecture. The political-economic crisis thus represented a stimulus for change: for development of a renewed "technological culture" of architectural design. One of the necessary fundamentals was a balanced relationship between governmental regulations and production. Given the political-economic atmosphere, it was no accident that diffusion of technical information was mediated by Italian architects who were also leading figures in the broader cultural debate, such as Giuseppe Pagano, and Enrico Grif-



fini, who devoted himself to drawing up the *Dictionary of New Materials for Construction*.⁴

The industrial sector was stimulated by the new technical demands, and conditioned by strong ideological and economic factors. Enterprises responded by investing in innovative products, meeting the contemporary requirements: accessible raw materials; use of naturally-sourced and "poor" materials of local origin; reuse of waste materials and by-products; rapid processing, featuring optimised used of resources.

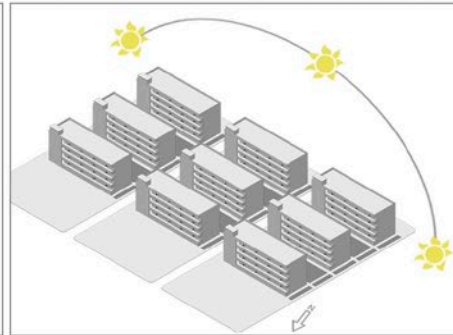
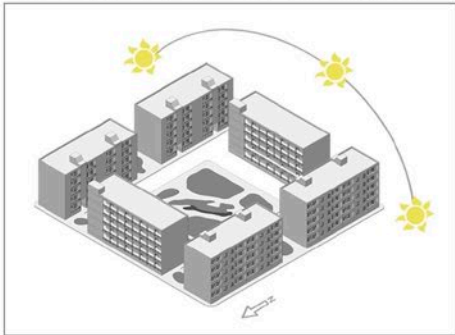
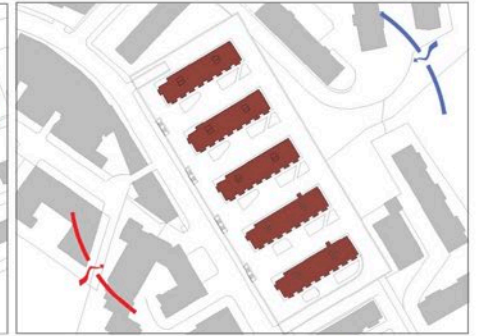
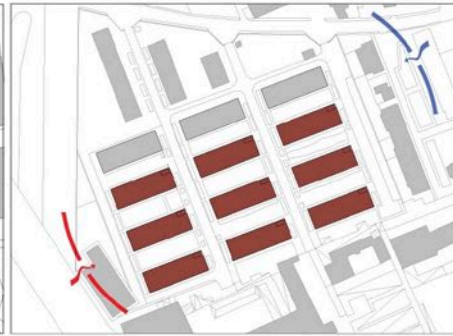
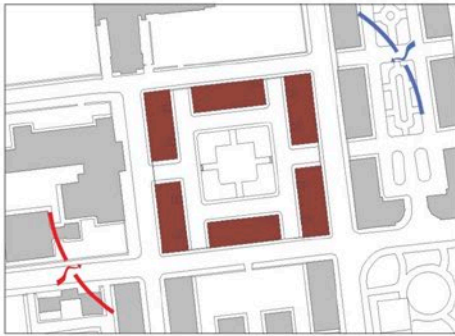
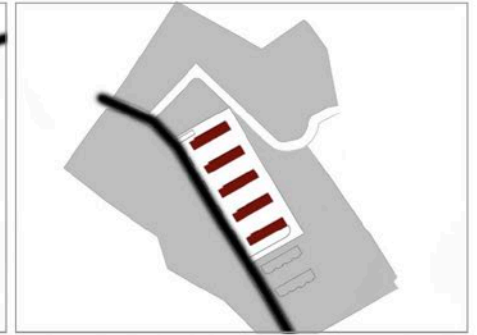
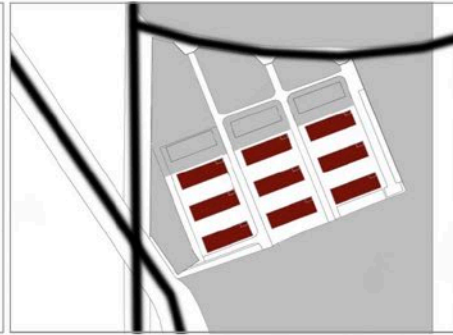
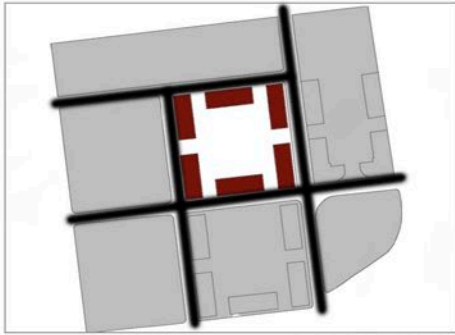
In Italy, almost a century later, the situation echoes that of the pre-war conditions. The National Construction Council (ITACA) specifications for environmental certification introduce three "Eco-compatible materials" categories: Materials from renewable sources; Recycled/recovered materials; Materials adapted to dismantling and recycling. In comparing the historic context with the modern construction market, we observe that many contemporary products are related to those of a century ago. One area of production is the continuation of the same brands

RIIONE LUIGI LUZZATTI
con C. Coen, F. Della Sala

1946-47 RIIONE MASSIMO D'AZEGLIO
con C. Coen, F. Della Sala

1946-47 CASE IN VIA CONSALVO
con R. Salvatori

1947-49



Ente costruttore : IACP
Vie di delimitazione:
via M. Freccia, via C. Bussola,
via G. Da Procida, via
N. Frangianni
Edifici: 6
Alloggi: 130
Van: 340



Ente costruttore : IACP
Vie di delimitazione:
via Figurelle
Edifici: 9
Alloggi: 180
Van: 720



Ente costruttore : Genio Civile
Vie di delimitazione:
via Consalvo
Edifici: 5
Alloggi: 103
Van: 309

S. Stenfi, *Napoli moderna. Città e case popolari*, Clean, Napoli, 1993, p.118.

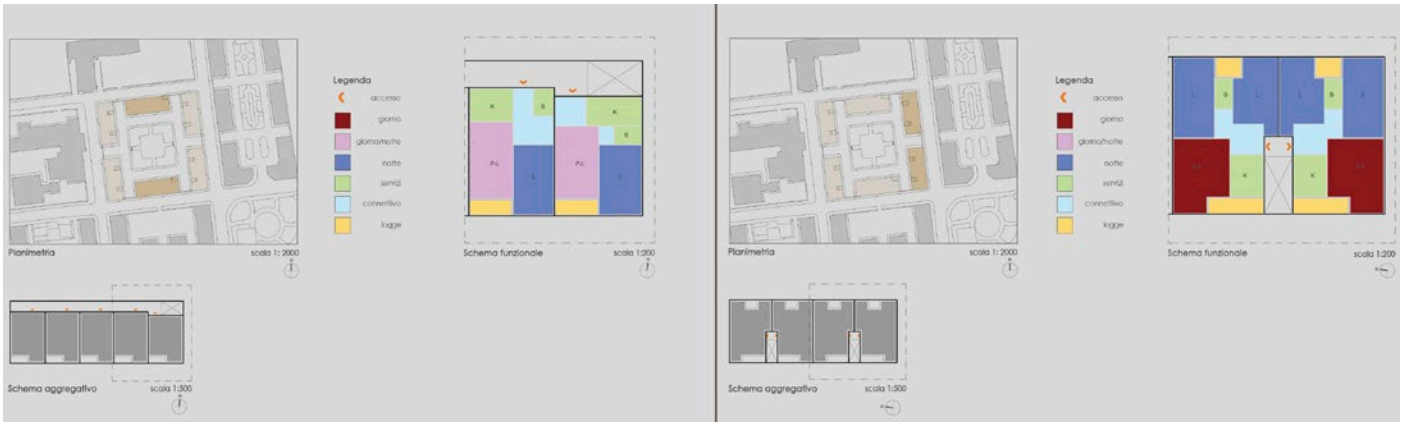
http://www.luglicosenza.it/doc/cpere/img/1043_case_barra.htm

A. Buccaro, G. Mainini (a cura di), *Luigi Cosenza oggi 1905/2005*, Clean, Napoli, 2006, p.126.

05 | Alcuni dei quartieri di stampo razionalista progettati da Luigi Cosenza a Napoli nell'immediato dopoguerra. Elaborazione Nadia Marra
Rationalist-inspired housing complexes designed by Luigi Cosenza for post-war Naples

of commercial products up to the present day, such as Eraclit⁵, another area involves the return to past technologies - as in the case of panels in woven river cane (*Arunda donax*) or pressed straw, such as the Solomit⁶, abandoned du-

ring the post-war period but recently returned, and regaining an important market share precisely because of their natural and economical sourcing of raw materials and optimal insulating characteristics.



06 | Rione Luzzatti, IACP, L. Cosenza, C. Coen, F. Della Sala, Napoli, 1946-47. Confronto tra le tipologie di edifici realizzati nell'isolato. Schemi di progetto e condizioni attuali dell'involucro.

Elaborazione Nadia Marra

Comparison of building typologies in the Luzzatti district of Naples

tiche, coniugando scelte tipologiche (casa a corte) e morfologiche (orientamento e apertura delle finestre) con quelle costruttive, stavolta paradossalmente costituite da un materiale autarchico e non africano (pareti in pietra pomice di Lipari dall'elevato potere isolante).

Queste sperimentazioni contribuiranno ad arricchire la cultura architettonica italiana che si misurerà, fino al dopoguerra e oltre, con l'adattabilità dei modelli architettonici del Razionalismo mitteleuropeo al contesto climatico e produttivo dell'area mediterranea.

I quartieri del dopoguerra. Tecnologie, tipologie, prestazioni ambientali

ri-costruzione, dove il diritto ad una casa (salubre) per tutti, in tempi brevi e costi contenuti, sposta l'interesse della cultura architettonica sull'innovazione tipologica e tecnologica per la realizzazione di alloggi sociali.

Il contributo fornito nell'ambito di una ricerca svolta presso l'Università di Napoli Federico II sul retrofit tecnologico dell'edilizia residenziale si colloca proprio in quest'ambito. Fra i numerosi

Dopo la Seconda guerra mondiale in Italia, crollato il regime e superati i limiti imposti dall'autarchia, emerge l'urgenza della

emerge l'urgenza della

emerge l'urgenza della

1920s-1940s production also featured "Km 0" materials based on raw materials from indigenous crops, in some cases highly localised, such as: "Maf-tex" acoustic-thermal insulating panels, of liquorice-root fibre (agricultural production in Calabria and Sicily); "Celotex" panels, obtained from felted sugarcane fibre; "Frigorite", utilising cereal-crop residues.

Industrial research has become more refined over the years, stimulated in part by more refined regulations, and now achieves high-performing, weather-resistant, lasting construction components with environmental certification. Today's attention to materials capable of responding to environmental criteria echoes the interest of certain past designers to the links between architecture, construction and place. The intention of the historic designers was to associate the canons of Modernity to ma-

terial culture traditions of profoundly different contexts, through reiteration of structural typologies in an adaptable manner.

We should note that prior to the war years, Italian architects also operated in the colonies (Libya, Somalia, Eritrea-Ethiopia), where they experimented with "continentally" produced insulation materials in stimulating new contexts, given the different climatic conditions and scarcity of local resources. Architects addressed the demands for efficiency in construction time, and product typologies that could simplify execution, simultaneously with other parameters of modernity: serial production, prefabrication, modularity, and non-masonry "dry" construction. At the same time Griffini interpreted and applied Alexander Klein's theories on insulation, considering factors of latitude and context.

esempi analizzati, risulta significativo il caso studio di un isolato di case popolari a Napoli nel Rione Luzzatti, progettato da Luigi Cosenza, Carlo Coen e Francesco della Sala nel 1946, su cui sono stati verificati approcci conoscitivi e strategie d'intervento di riqualificazione, contemplando in parallelo metodologie per il retrofit strutturale e le azioni manutentive. Il caso è unico più che singolare, per l'introduzione di tipologie di alloggi di stampo razionalista all'interno del vecchio tessuto rionale composto da isolati a corte che risaliva ad un piano IACP del 1914.

Dalle indagini speditive sono emersi dati contrastanti, a partire dalla documentata presenza di fondazioni originarie in muratura contro una struttura in elevazione in cemento armato con sezioni e armature oggi considerate inadeguate, all'utilizzo di materiali e prodotti diversi per tompagni e solai, quali tufo, lapilcimento e laterizio. La disomogeneità materica restituisce discontinuità alle prestazioni dell'involucro, manifestando tutta la debolezza e la fragilità di quelle costruzioni 'economiche e popolari'.

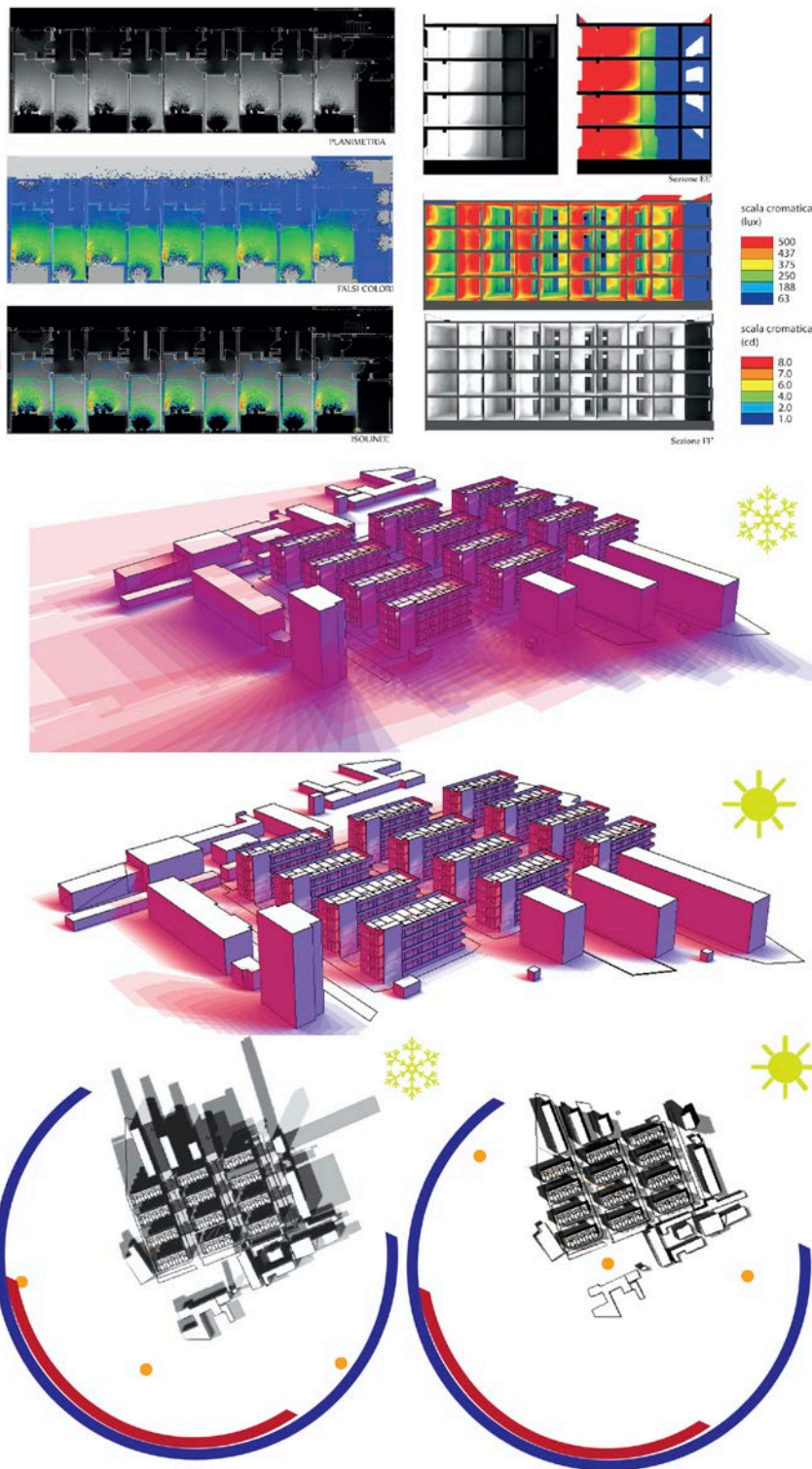
Nella fase di conoscenza, la ricerca si è avvalsa di un approccio metodologico basato sul confronto tra le condizioni attuali, degradate ed alterate nel corso del tempo dalle trasformazioni degli abitanti, e le condizioni originali rilevate dai disegni e le foto d'ar-

The Italian colonies became places for experimenting in the logic of Rationalist architecture, adapted to and dialoguing with local climate and resources through typology, morphology, technology and materials. As just one example, we note Luigi Piccinato's "Colonial Home", presented at the Fifth Milan Triennial: an architecture that mitigated critical climatic factors, combining typological choices (the home with central courtyard) with morphological ones (orientation and placement of windows), and with ones concerning construction, this time using non-African autarchic material: lavic pumice from the Aeolian island of Lipari, selected for its high insulation values, used in the construction of walls. This experimentation enriched the Italian architectural culture, which held its own well into the post-war period, considering the difficulties in adapting

northern-European Modernist models to the climatic and productive context of the Mediterranean area.

Italian post-war public housing: technologies, typologies, environmental performance

The aftermath of the second world war, with the collapse of the regime and the passing of autarchic limits, opened the way to major programmes of reconstruction. The recognition of the right to a "healthy" home for all, in rapid time and at contained cost, shifted the focus of architectural culture towards renewed applications of typological and technological innovation, now for the development of public housing. Interdisciplinary research in technological retrofitting has the potential to deal with this precise historic context. Our case studies for evaluation of knowledge-building, strategic approaches to



intervention simultaneously consider methodologies for structural retrofitting and maintenance actions. One of the cases is a block of tenement housing in the Luzzatti quarter of Naples, designed in 1946 by Luigi Cosenza, Carlo Coen and Francesco della Sala. The project was virtually unique, for the introduction of housing typologies of rationalist imprint within the existing urban fabric: courtyard-centred tenement blocks

constructed by the Italian Institution for Autonomous Social Housing (IACP), prior to World War II. The initial research yielded contrasting data, beginning with the documented presence of original foundations in masonry, under super-structures in reinforced concrete, with sections and reinforcing now considered inadequate, and with presence of different materials and products for infill and floors,

including tuff-stone, cinder block and fired brick. The material heterogeneity of the building shell resulted in discontinuities in performance, revealing all the weaknesses and fragility of the “economic and public” construction of the period.

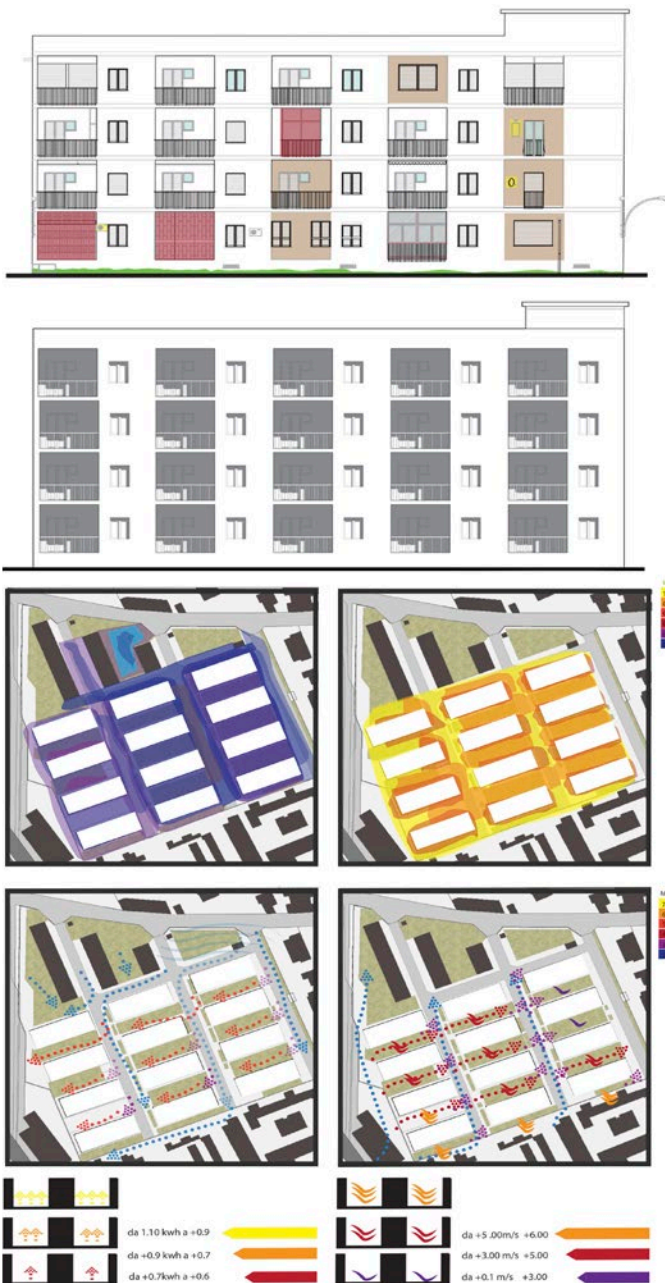
In the knowledge-building stage, our methodological approach was to reveal, study and contrast the current and original conditions. The original status

chivio, nonché dagli scritti autografi di Cosenza. Gli evidenti deficit costruttivi sono tuttavia in parte compensati da un progetto originale più controllato dal punto di vista del comfort ambientale interno, derivante da un'attenta progettazione della ventilazione e del soleggiamento degli alloggi. I modelli razionalisti sono adattati alla specificità del luogo, attraverso la scelta della tipologia edilizia (a ballatoio per i due edifici con esposizione nord-sud ed in linea per quelli esposti est-ovest), la definizione dei caratteri distributivi dell'alloggio e l'articolazione dell'involucro (come la presenza di logge sui prospetti più esposti al soleggiamento estivo).

La ricerca, a partire dal confronto tra i risultati dell'analisi ambientale dello stato dei luoghi e del progetto originale, ha restituito una lettura a ritroso dell'opera in chiave prestazionale attraverso l'ausilio di software di verifica attualmente in uso. L'idea progettuale di un ripristino dell'esistente risulta quindi motivata non dalla teoria del “com'era dov'era”, considerato che il dettaglio tecnico dell'involucro in questo caso non ha valore testimoniale né culturale di per sé, ma va ripensato nella sua stratificazione come parte di un'architettura vista nel suo insieme. Pertanto la ricerca ha proposto una strategia di riqualificazione energetica orientata prevalentemente sull'involucro attraverso l'aggiunta di superfici (con l'aggiunta di strati di isolante tramite

is determined from archival drawings and photographs, and from Cosenza's personal documents. The current status reflects deterioration and alterations over time, including interventions by the occupants, often executed without permits and with negative consequences for ventilation and insulation. The original architects adapted Rationalist models to the specifics of the place, through choices regarding building typologies (tenements accessed from communal balconies, for the two buildings oriented east-west; access via central stairwells and landings for those oriented north-south), as well as the distributional character of the individual homes and articulation of the building shell, in particular with positioning of external loggias to compensate for high levels of solar radiation.

The research was by no means a purely historical reading. For the environmen-



tal analyses of the current state versus original project we used currently available software to provide a “reverse” reading of the work in performance terms. The idea for rehabilitation of the current status is motivated not by a theory of “as it was, where it was”. Indeed, we are aware that the technical detail of the building shell has no documentary or cultural value in itself, but must be rethought in its stratification, as part of an architecture to be understood in the whole. The research led to a strategy of energy rehabilitation dealing primarily with the shell, through addition of surfaces and subtraction of volumes: “addition” referring to application of layers of insulating panels from the interior, and “subtraction” referring to restoration of the closed-in loggias as interior-

exterior tenement spaces, serving as buffers for mitigation of solar radiation. The results from the Luzatti quarter were used as the basis for further research, extending to other typologically and technologically representative cases, such as the “Torre Ranieri Experimental Quarter”, again by Luigi Cosenza. The Luzatti and Torre Ranieri research projects share the application of knowledge-building methodologies appropriate to Modern heritage, but produce different results. In both cases the technological experimentation of the period rendered the architectural projects highly innovative, just as today they render the rehabilitation interventions highly complex. One of the overall aims is that the critical repertory of insulation materials and products and

08 | Rione d’Azeglio, IACP, L. Cosenza, C. Coen, F. Della Sala 1946-47. Analisi ambientali del quartiere per il rilevamento delle condizioni degli spazi aperti e degli involucri. Confronto progetto originale e condizioni attuali del prospetto sud-est dell’edificio 3. Elaborazione Emilio Esposito
Rione d’Azeglio, IACP, L. Cosenza, C. Coen, F. Della Sala, Barra, Napoli, 1946-47. Environmental analysis housing complexes. Comparison original and current conditions façade, building 3

placcaggio interno) e di sottrazione di volumi per ripristinare le logge chiuse che, in quanto spazio interno-esterno alla casa, sono utilizzabili come *buffer-space* in grado di mitigare gli effetti negativi del soleggiamento estivo.

Sulla base di questi risultati lo studio è proseguito indagando su altri casi rappresentativi dal punto di vista tipologico e tecnologico, come quello del Quartiere Sperimentale “Torre Ranieri”, sempre di Luigi Cosenza appartenente allo stesso programma ministeriale del QT8⁷.

Le ricerche presentate hanno restituito prodotti differenti e fanno emergere quanto ancora sia necessario individuare metodologie e strumenti applicativi per il recupero del patrimonio moderno. Il repertorio critico degli isolanti e del loro uso nelle architetture del Ventennio potrebbe confluire in un archivio digitale più articolato, che indichi: criticità e potenzialità di quei materiali alla luce della normativa corrente; impiego dei prodotti nella costruzione moderna con indicazione dei pacchetti di involucro ricorrenti; soluzioni di retrofit migliorative compatibili con le tipologie ricorrenti. Nel caso dei quartieri napoletani che sono stati oggetto d’indagine, i rilievi, i saggi ed il materiale documentario (attualmente parzialmente riversato in un sistema informativo), potrebbero confluire in un sistema informativo BIM attraverso il quale la documentazione del costruito possa divenire operativamente il dato di partenza del progetto di riqualificazione sostenibile e della gestione futura del costruito.

Conclusioni

Le questioni sinteticamente riportate tentano di fare emergere alcuni aspetti del patrimonio moderno d’autore ancora poco considerati nelle strategie di riqualificazione: la rispondenza ai

their use in period architecture can be gathered in a systematic digital archive, indicating: critical factors and potentials of the materials with respect to 21st-century regulations; use of the products in Modern construction, with indications of optimal retrofit solutions, compatible with recurrent typologies. A further objective is that the as-found records, test results and documentary material from our case studies can eventually be used for development of a building information modelling tool, for historical-critical analysis of heritage structures. The BIM would serve as a documentation instrument and a support for planning sustainable rehabilitations and preventive maintenance programmes.

Conclusions, future prospects

The issues briefly discussed in the current paper bring to light certain

aspects of Modern “authorial” architectural heritage that are as yet little considered in rehabilitation strategies: response of interior spaces to principles of environmental comfort; presence of materials and products that offer technical-construction solutions of great interest, sometimes surprisingly close to contemporary environmental requirements; trends in optimisation of resources and “economy” of construction, for maximum results with minimum waste.

The experimental character of Modern architectural projects prohibits the resort to assumptions, and instead requires precise, knowledge-building analysis of the object of intervention (Graf, 2012). Rereading the *status quo*, distinguishing what is original from what is now seen, is also important for environmental performance considerations. The aim is not to evaluate the

principi di comfort ambientale degli spazi interni, la presenza di materiali e prodotti che forniscono soluzioni tecnico-costruttive di estremo interesse e, talvolta, meno distanti di quanto si possa credere alle istanze ambientali contemporanee, la tendenza ad ottimizzare le risorse guardando alla costruzione in termini di 'economia' ovvero di massimo risultato con il minimo 'spreco'. La condizione sperimentale del progetto, in particolare quella del periodo che in Italia si può circoscrivere agli anni Trenta e alla ricostruzione post bellica, non consente di dare nulla per scontato ma richiede un'approfondita analisi conoscitiva dell'oggetto dell'intervento.

Rileggere l'esistente, distinguendo ciò che è originale da quello che oggi ci appare, è importante anche nelle analisi prestazionali, non tanto per la verifica filologica dell'autenticità di materiali ed elementi tecnici del patrimonio edificato, ma per indagare la rispondenza delle effettive caratteristiche del costruito alla luce delle attuali istanze ambientali.

In tal senso la ricerca può farsi carico di individuare strategie appropriate, più che soluzioni date. L'esperienza maturata dagli studi di settore sul patrimonio dell'edilizia sociale d'autore, corrispondente agli anni più proliferi della modernità italiana, evidenzia la portata, l'attualità e la centralità della tematica che, superando definitivamente il principio della mera conservazione, va inquadrata nell'ottica più complessa del "progetto di riqualificazione" strategico, sul modello di alcune ricerche europee, con l'obiettivo di definire metodologie e strumenti per la conoscenza e per l'interpretazione, anche in chiave prestazionale, di un patrimonio complesso e diversificato come quello del Novecento. Si cita ad esempio l'esperienza di ricerca del TSAM (laboratoire Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne et

contemporaine) dell'EPFL di Losanna, iniziata con la sperimentazione sul sito di Lignon e proseguita su altri esempi di edilizia residenziale sociale del secondo Novecento riferiti a differenti tipi costruttivi. Il lavoro ha dimostrato che la soluzione di «equilibrio tra la conservazione dell'oggetto costruito e un conseguente miglioramento termico» è solitamente comparabile all'80-90% dei valori ammessi, a seconda delle tecniche utilizzate. Il restante 20-10%, necessario per rispettare le norme in vigore, comporterebbe interventi pesanti e estremamente distruttivi, la cui fattibilità tecnica è resa più complessa da un aumento esponenziale dei costi di riqualificazione non facilmente ammortizzabili in un consono ciclo di vita del manufatto. Alla luce di questi risultati, il prezzo da pagare per la salvaguardia del patrimonio, ma anche l'investimento economico per l'efficientamento energetico, può apparire sproporzionato⁸. Da qui la necessità di condurre un "approccio responsabile" che consideri seriamente il patrimonio costruito come una risorsa, accettando una performance che favorisca una riduzione dei consumi rilevante grazie all'isolamento termico dell'involucro, compensando il gap di consumo (rispetto alle previsioni di norma) attraverso l'adozione di fonti rinnovabili. Il progettista che agisce sull'ambiente costruito e che ha a cuore le attuali istanze ambientali, non può porsi nell'ottica del tecnico che assume come obiettivo il mero rispetto delle norme di soglia. Ripercorre fasi e motivazioni delle scelte del progetto originale ed assumere una maggiore capacità critica, significa forse sperimentare non solo materiali e soluzioni, ma nuove strategie progettuali da applicare quando si agisce sul patrimonio moderno, dove tecnologie e materiali assumono grande importanza proprio per il ruolo centrale che ha avuto la costruzione nella progettazione architettonica del XX secolo.

authenticity of the heritage structure, applying conservation-restoration concepts, but to rediscover the specificities of its construction, including their potential relations to economic, energy and environmental requirements.

The response of Modern architectural projects to essential principles of bioclimatic structural behaviour and their application of technical-construction solutions of exceptional interest, including in terms of eco-compatibility, sometimes renders these historic realities surprisingly close to contemporary environmental specifications.

University-based multi-disciplinary research is more suited to the identification of appropriate strategies than it is to the development of application-ready solutions. The experience matured in sectoral studies of author-designed public housing from the highly prolific Italian Modern period shows the scope,

relevance and centrality of the issues. These clearly supersede the principles of mere conservation-restoration, and instead require consideration under the more complex optic of "strategic rehabilitation".

In this regard, I would like to cite the instructive experience of the Lausanne Polytechnic's "Laboratory of Techniques and Safeguard of Modern Architecture" (TSAM), which began its work with Le Lignon urban development of Geneva, and has proceeded to other examples of social housing of the later 20th century, featuring different constructive types. The TSAM experiments demonstrate that the achievement of "equilibrium between conservation of the built object and the subsequent achievable thermal improvement" usually attains 80-90% of the values required under regulatory standards, depending on the techni-

ques used. Achievement of the remaining 10-20% necessary for conformity with contemporary standards would require heavily destructive interventions, implying exponentially increasing costs, without realistic prospects of amortization over the life cycle of the rehabilitated structure. "The price to be paid for the safeguard of the existing heritage assets, as well as the economic investment for energy efficiency, appear disproportionate." Given this, we argue the necessity of taking a responsible approach, with serious consideration of the built heritage as a resource. The objectives should be to substantially reduce consumption through insulation of the building shell, and compensate for the remaining consumption in excess of regulatory requirements through adoption of renewable resources. The architect who acts on the current environmen-

tal specifications but takes to heart the built environment, cannot serve as a simple technician with the sole objective of meeting minimum standards. Retracing the stages and motivations of the original architectural project, and assuming greater critical capacities and responsibilities, implies experimenting not only with materials and solutions but also with new planning strategies. This is crucially important in dealing with Modern heritage, where technologies and materials assume importance precisely for their central role in architectural design.

In retrospect, we have understood some limits of Modernist thought. There has been a passage from the Modernist myth of technique, supported by faith in progress, to a more balanced contemporary vision of technological-environmental relationships. The term "development" is now flanked by "su-

Il passaggio dal mito della tecnica supportato dalla fede nel progresso ad una visione più equilibrata del rapporto tra tecnologia ed ambiente, che ridimensiona il concetto di sviluppo attraverso l'aggettivo 'sostenibile' o lo supera con la prospettiva economica di 'de-crescita', ci mostra ovviamente i limiti di quel pensiero di modernità. Tuttavia, recuperando ciò che oggi è rappresentato da manufatti o "macchine energetiche" imperfette ma perfezionabili, l'azione di riqualificazione diviene intervento culturalmente e tecnicamente consapevole e professionalmente responsabile, più affine alla salvaguardia dell'ambiente costruito che alla mera conservazione o al puro rispetto di una norma.

NOTE

¹Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. *Best Practice per il retrofit e la manutenzione*. Programma FARO (Finanziamento per l'Avvio di Ricerche Originali), Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Università degli Studi di Napoli "Federico II", 2012. Responsabile: Raffaele Landolfo. Il contributo di ricerca ha riguardato l'individuazione di requisiti, indicatori e strumenti di supporto decisionale per la sostenibilità degli interventi di retrofit attraverso lo studio di casi applicativi in Italia e in Europa. Coordinatore dell'Unità di ricerca del DPUU: Mario Losasso.

²L'autrice ha approfondito i materiali isolanti nell'ambito del progetto docomomo Italia coordinato da Luciano Cupelloni, i cui risultati sono confluiti nel libro: L. Cupelloni (a cura di), *I materiali del Moderno. Campi, temi e modi del progetto di riqualificazione*, Gangemi, Roma.

³Quanto riportato riguarda i casi di studio curati dall'autrice.

⁴si ricordano ad esempio i numerosi articoli di Marescotti su Casabella, ed i manuali: Pagano, G., Bertolini, L., Fiorin, G., Vicenzi, G. (1934), *Repertorio dei materiali per l'edilizia e l'arredamento*, Editoriale Domus, Milano; Griffini E.A. (1934), *Dizionario dei nuovi materiali per l'edilizia*, Hoepli, Milano.

stainable", substituting the idea of pure growth with that of stabilisation, and even reduction.

In recovering what today appear as imperfect objects or energy systems, but still "perfectible", the action of rehabilitation becomes an intervention of cultural and technical awareness and responsibility, more in tune with the safeguard of the natural and built environment than mere conservation-restoration of monuments or respect of regulations.

NOTES

¹The study coordinated by Luciano Cupelloni (University of Rome 'Sapienza' and Docomomo Italia), leading to publication of *Materiali del Moderno* (in press), Gangemi, Rome. The current author contributed the chapter on insulation materials.

²The second of these studies called "Innovation and sustainability in in-

terventions for building rehabilitation" was conducted under the "Financing for Initiation of Original Research" (FARO) programme, Naples 'Federico II' University, supported by the inter-institutional Science and Technology Hub and the Compagnia di San Paolo Foundation (programme Scientific Director: Raffaele Landolfo. Coordinator DPUU: Mario Losasso).

³cases of extensive studied by the author
⁴Pagano, G. (1934), *Repertorio dei materiali per l'edilizia e l'arredamento*, Domus, Milan; Griffini, E., *Dizionario dei nuovi materiali per l'edilizia: elencazione descrittiva per categorie di oltre 1000 nuovi materiali*, Hoepli, Milan.

⁵ Wood-fibre/magnesite panels, developed in 1925 and now publicised as "100% eco-bio-compatible".

⁶parallel strands of straw, compressed and bound using galvanised wire.

⁷ cfr: Griffini, E. (1932), *Costruzione*

⁵Marchio brevettato nel 1925, l'Eraclit è oggi pubblicizzati dall'azienda come "materiale eco-bio-compatibile al 100%".

⁶Steli di paglia accostati parallelamente, poi compressi e vincolati da cuciture in filo di ferro galvanizzato.

⁷Il lavoro è stato sviluppato prima mediante un accordo tra il DiARC e l'IACP della provincia di Napoli, e successivamente, attraverso uno studio dal titolo " *Issues of upgrading in an experimental housing estate: Luigi Cosenza at Torre Ranieri*" nell'ambito della ricerca " *Critical Encyclopedia of Restoration and Reuse of XXth Century Architecture*" responsabili B. Reichlin, F. Graf, V. Magnago Lampugnani.

⁸ cfr: Graf, F., Marino, G. (2016), "Une transfiguration silencieuse. Transition énergétique et patrimoine de la grande échelle", *Tracés*, Vol. 142, N. 5-6, p. 18.

REFERENCES

Ascione, P., Bellomo, M. (2013), *Retrofit per la residenza. Tecnologie per la riqualificazione del patrimonio edilizio in Campania*, Clean, Napoli.

Cupelloni, L.(Ed.), *I materiali del Moderno. Campi, temi e modi del progetto di riqualificazione*, Gangemi, Roma.

Graf, F., Marino, G. and Rappaz, P. (Eds.) (2016), "TSAM. Sauvegarde de l'architecture du XXe siècle", *Tracés*, n. 05-06, Espazium, Lausanne.

Guazzo, G. (2010), "Cultura materiale e cultura del progetto: il costruire come coscienza del trasformare", in Perriccioli, M. (Ed.), *Lofficina del pensiero tecnologico*, Alinea Firenze.

Olmo, C. (2010), *Architettura e Novecento. Diritti, conflitti, valori*, Donzelli Editore, Roma.

Poretti, S. (2004), "Modernismi e autarchia negli anni Trenta", in Ciucci, G., Muratore, G. (Ed.). *Storia dell'architettura italiana. Il primo Novecento*, Electa, Milano.

Stein, C. (2010), *Greening Modernism. Preservation, sustainability, and the modern movement*, W.W. Norton & Company, New York, NY.

Vittoria, E. (1949), "Nuovi quartieri popolari a Napoli", *Metron*, n. 33-34.

razionale della casa. I nuovi materiali, Hoepli, Milan.

⁸ The initial University of Naples research on the Luzzatti housing block was prolonged under agreement with the Province of Naples Entity for Social Housing (IACP), and led to studies of other significant cases, such as Luigi Cosenza's Torre Ranieri Complex, commissioned by the Lausanne Polytechnic. The latter study was titled *Issues of upgrading in an experimental housing estate: Luigi Cosenza at Torre Ranieri* and was part of a larger program for the *Critical Encyclopedia of Restoration and Reuse of XXth Century Architecture*, coordinated by Bruno Reichlin, Franz Graf, and Vittorio Magnago Lampugnani.

⁹ cfr: Graf, F., Marino, G. (2016), "Une transfiguration silencieuse. Transition énergétique et patrimoine de la grande échelle", *Tracés*, Vol. 142, No. 5-6, p. 18.

“C’è una certa angolazione della luce ...”

Gli strumenti di previsione qualitativa e di sintesi interpretativa dei fattori ambientali nell’ambito del progetto architettonico e urbano sostenibile

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Marco Bovati,

Dipartimento di Architettura e Studi Urbani, Politecnico di Milano, Italia

marco.bovati@polimi.it

Abstract. Scopo della ricerca è l’indagine sulle conseguenze della crisi ecologica a carico delle discipline del progetto ed in particolare la possibilità di costruire un approccio alla conoscenza e alla interpretazione dei dati climatico-ambientali più funzionale alle specificità del progetto architettonico e urbano.

L’argomentazione si inserisce in una ipotesi di revisione del processo progettuale e dei suoi strumenti, affinché questi possano integrarsi alla lettura dei caratteri ambientali intesi come allargamento della nozione di contesto, in questo quadro si vuole sottolineare l’importanza della dimensione soggettiva implicita nella pratica del progetto, la quale appare l’unica in grado di far transitare la progettazione ambientale dal piano quantitativo al piano qualitativo.

Parole chiave: progetto, clima, contesto, oggetto/soggetto, sostenibilità.

Per vedere una città non basta tenere gli occhi aperti. Occorre per prima cosa scartare tutto ciò che impedisce di vederla, tutte le idee ricevute, le immagini precostituite che continuano a ingombrare il campo visivo e la capacità di comprendere. Poi occorre saper semplificare, ridurre all’essenziale l’enorme numero d’elementi che a ogni secondo la città mette sotto gli occhi di chi la guarda, e collegare i frammenti sparsi in un disegno analitico e insieme unitario, come il diagramma d’una macchina, dal quale si possa capire come funziona.

I. Calvino

Per quanto io ritenga tutta l’architettura un fatto positivo, un argomento concreto, penso che alla fine noi ci scontriamo contro qualcosa che non può essere del tutto razionalizzato: questo qualcosa è in gran parte l’elemento soggettivo.

A. Rossi

L’architettura scaturisce da un dialogo tra il luogo e il libero pensiero dell’architetto.

R. Moneo

“There’s a certain Slant of light...”

The tools of qualitative forecasting and interpretative synthesis of environmental factors in the field of sustainable architectural and urban design

Abstract. The purpose of the research is to investigate the consequences of the ecological crisis on design disciplines, especially the possibility of constructing an approach to knowledge and interpretation of climatic-environmental data more appropriate to the specificities of the architectural and urban design.

The argument is part of a proposed review of the design process and its tools, so that they might integrate the reading of environmental characters understood as an enlargement of the notion of context; within this framework, our intention is to underline the importance of the subjective dimension inherent in the design practice, which is ostensibly the only factor capable of shifting environmental design from the quantitative to the qualitative.

Keywords: design, climate, context, object/subject, sustainability.

Premessa

Nell’ottica del miglioramento delle qualità energetico-ambientali dell’architettura, finalizzato alla costruzione di un ambiente urbano sostenibile, un ruolo determinante è giocato dalla progettazione architettonica e urbana e dall’approccio responsabile alla trasformazione dell’ambiente costruito.

In questo quadro la conoscenza approfondita dei contesti oggetto di trasformazione è necessaria a qualsiasi intervento che voglia dirsi sostenibile e passa attraverso l’indagine dei caratteri fisico spaziali, dei tessuti costruiti, delle componenti tipologiche, delle sedimentazioni storiche e dell’insieme dei fattori energetici e climatico-ambientali specifici che caratterizzano i luoghi.

La lettura e la restituzione di questo ultimo aspetto è oggetto da qualche tempo di trattazione da parte delle discipline della progettazione ambientale e della fisica-tecnica applicata alla costruzione; ciò avviene prevalentemente attraverso la raccolta di una grande quantità di dati restituiti in forme tabellari o grafiche, spesso non di facile impiego da parte del progettista ai fini della elaborazione di principi e forme architettoniche. Si è inteso pertanto indagare la possibilità di costruire un approccio alla conoscenza e all’interpretazione dei dati climatico-ambientali, maggiormente funzionale alle specificità del progetto architettonico e urbano.

Seguendo questo obiettivo si vuole proporre una revisione critica del processo di indagine dei caratteri ambientali ed una sua articolazione secondo una strutturazione in tre fasi che prevede: la raccolta dei dati cui segue la loro sistematizzazione e restituzione in tabelle e diagrammi; l’elaborazione di mappe ambientali strategiche quali strumenti in grado di tradurre i dati in forme e disegni utili al progetto architettonico; la costruzione di dia-

For us to see a city it is not enough to keep the eyes open. We need first of all to discard whatever prevents us from seeing it, all the inherited ideas, the preconceived issues still clattering the visual field and the ability to understand. We then have to be able to simplify, reduce to the essence the huge number of elements a city places every second under the beholder’s eyes, and string together the fragments scattered around in an analytical design and unified whole, like the diagram of a machine, from which we can realize the way it functions.

I. Calvino

Although I believe that the whole architecture is a positive fact, a concrete argument, I think that we ultimately clash against something that is not entirely susceptible to rationalization: this thing is largely a subjective element.

A. Rossi

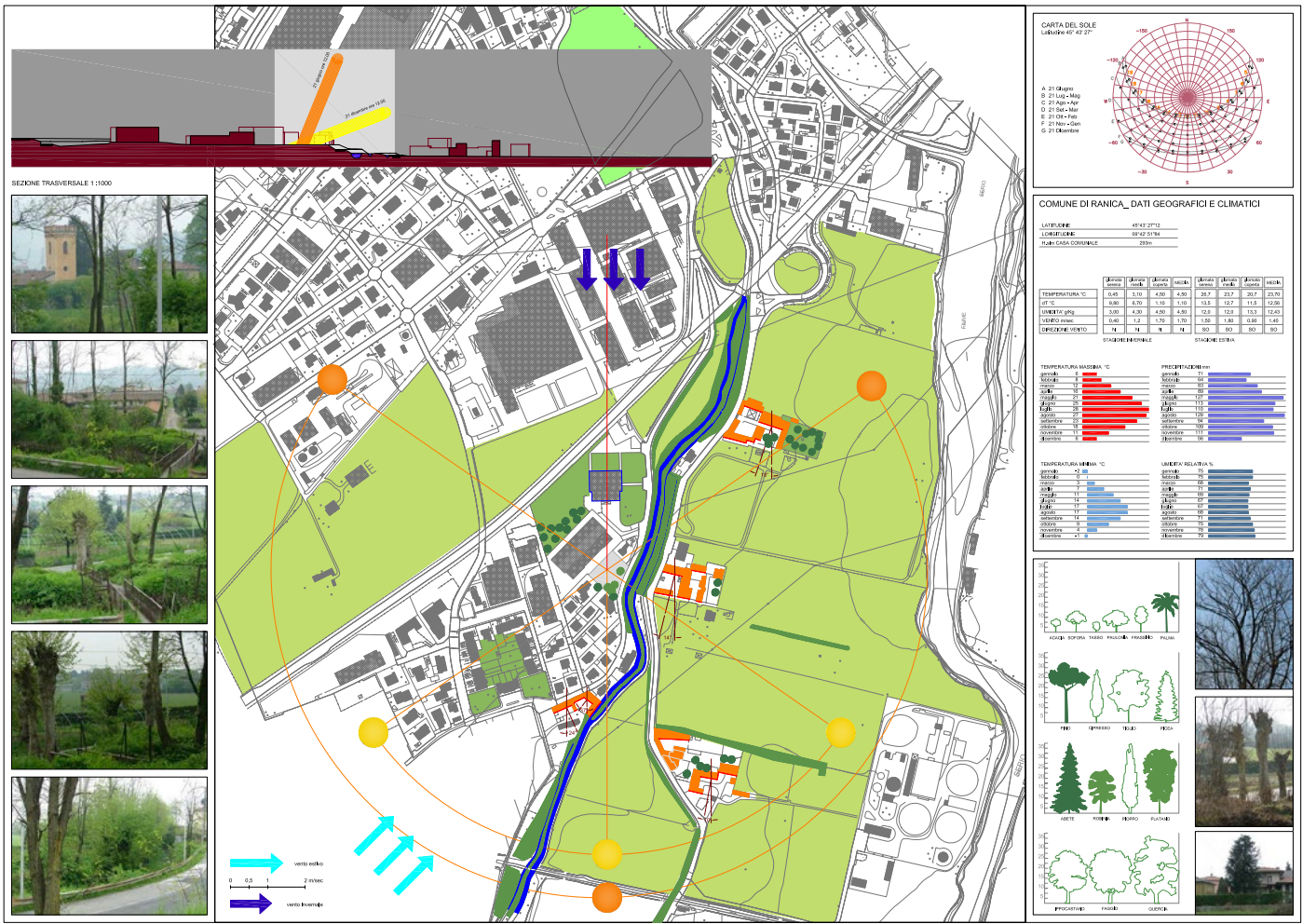
Architecture arises from a dialogue between the site and the free thought of the architect.

R. Moneo

Foreword

From a viewpoint of improving the energy-environmental qualities of architecture, aimed at constructing a sustainable urban environment, a decisive role is the one played by architectural design and by a responsible approach to the transformation of the built environment.

Within this framework, the in-depth knowledge of contexts subject of the transformation, is necessary to any intervention that is meant to be sustainable. This knowledge requires an investigation of the spatial-physical characters, the built networks, the typological components, the historical sedimentations and the totality of spe-



01 | Mappa dei caratteri ambientali: in alto a sinistra sezione che mostra le condizioni di irraggiamento solare del lotto di progetto il 21 giugno e il 21 dicembre; nella colonna di sinistra rilievo fotografico delle qualità ambientali specifiche dell'area (vegetazione, filari, rogge, preesistenze storiche); nella colonna di destra, dall'alto verso il basso, indagine dei fattori a-scalari (carta del sole, temperatura massima e minima, precipitazioni, umidità relativa), indicazione e rilievo fotografico delle specie arboree presenti nell'area; al centro carta delle qualità ambientali con indicazione del cerchio solare, delle scie di vento, delle presenze vegetali, dei corsi d'acqua e dell'edilizia storica letta secondo l'orientamento solare. Tavola elaborata nell'ambito del progetto: Residenze sociali sostenibili a Ranica (BG); committente: Comune di Ranica; anno: 2005-07; autori: Luca Berta e Marco Bovati (Studio Bio2), con Simona Albani, Andrea Colombo, Ester Dedé.

Environmental Characters Map: the top-left section shows the conditions of solar irradiation of the project lot on June 21 and December 21; left column: photographic survey of the specific environmental qualities of the area (vegetation, ditches, rocks, historical preexisting); right column: top-down, a-scalar factors survey (sun chart, maximum and minimum temperature, precipitation, relative humidity), indication and photographic survey of the arboreal species in the area; middle: environmental quality chart with indication of the solar circle, windswept, plant presences, watercourses and historic buildings, read according to the solar orientation. Map elaborated within the project: Residenze sociali sostenibili a Ranica (BG); customer: Comune di Ranica; year: 2005-07; authors: Luca Berta and Marco Bovati (Studio Bio2), with Simona Albani, Andrea Colombo, Ester Dedé.

cific energy and climatic-environmental factors characterizing the places. Reading and reproducing the last-mentioned aspect has been for some time the focus of environmental design and applied building physics-technique disciplines; that is mainly taking place through the collection of a large quantity of data expressed in tables or charts, often not easy to use for the designer for purposes of elaborating architectural principles and forms. Based on that, it was decided to investigate the possibility of constructing an approach to knowledge and to the interpretation of climatic-environmental data more appropriate to the specificities of the architectural and urban design. In pursuing this goal, we would like to put forward a critical review of the process of investigation of environmental

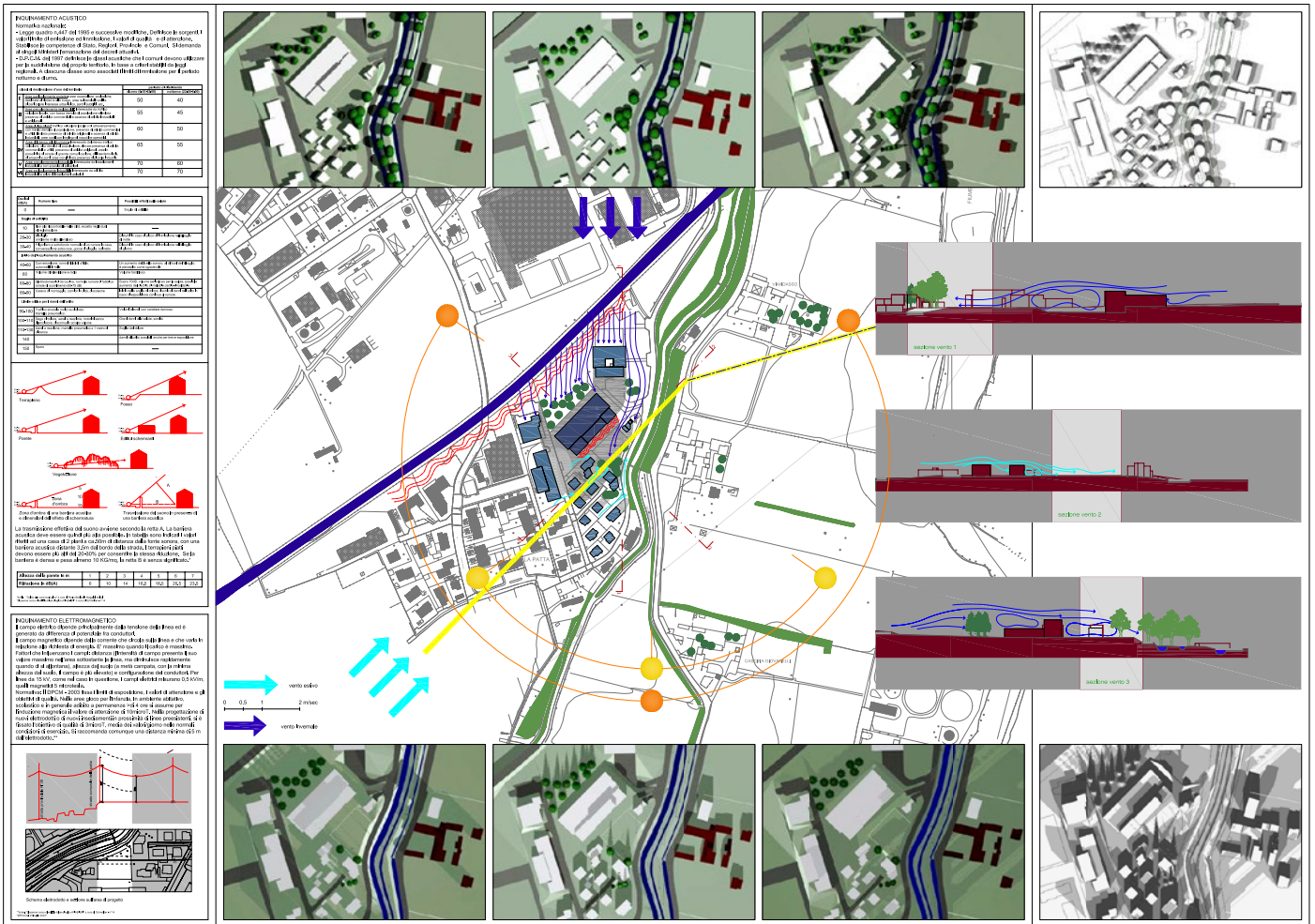
characters, pursuant to a three-phase structuring that envisages: collection of data, followed by their systematization and formulation in tables and charts; the elaboration of strategic environmental maps as tools capable of translating the data into forms and drawings serving the needs of the architectural design; the construction of synthetic-interpretative diagrams capable of orientating design choices by integrating them with the other elements of contextual knowledge. Through the first and second phases, it is possible to eventually define working tools capable of expressing in a clear and immediately intelligible manner the implications in terms of architectural form, orientation, distributive logic, and typological aspects of the totality of environmental factors, impacting on a

specific place. Through the third phase, it is possible to operate an interpretative synthesis of such factors, enabling them to be involved in defining specific design proposals, and combining them with a broader investigation of the place; that occurs thanks to an oriented re-elaboration, in which a crucial role is played by the subjective component. On the one hand, the argument is part of a proposed general review of the design process and its tools, so that they might integrate a reading of environmental characters, understood as an enlargement of the notion of context (Bovati, 2010b, 2011); on the other hand, our intention is to underline the importance of the subjective dimension inherent in the design practice, which, by orientating the interpretative synthesis of data, is ostensibly the only

one capable of shifting environmental design from the quantitative to the qualitative plane.

Reference theoretical framework

In a famous text, dating from 1968 and titled "Architettura per i musei" ("Architecture for museums"), Aldo Rossi mentioned the importance of the subjective component in design practice. He did so after discussing the theory of architectural design, its constituent elements, its criteria and its relationship with history. He furthermore tackled the issue after openly declaring his endorsement of the idea of architecture as science, or otherwise «as logical formulation of the principle [and] as reflection around architectural facts (Rossi, 1968)»². He viewed the subjective element as inseparable from the other essential com-



02 | Mappa delle criticità ambientali: nella colonna di sinistra valutazione dell'inquinamento acustico ed elettromagnetico; a destra simulazione grafica in sezione delle scie di vento; in alto e in basso diagrammi planimetrici delle proiezioni solari estive e invernali; al centro mappa delle criticità con sintesi e localizzazione degli elementi perturbanti. Tavola elaborata nell'ambito del progetto: Residenze sociali sostenibili a Ranica (BG); committente: Comune di Ranica; anno: 2005-07; autori: Luca Berta e Marco Bovati (Studio Bio2), con Simona Albani, Andrea Colombo, Ester Dedè.

Environmental Criticalities Map. Left column: assessment of acoustic and electromagnetic pollution; right: graphic simulation -in section- of the winds trails; top and bottom: planimetric diagrams of summer and winter solar projections; middle: criticalities map with summary and localization of perturbing elements. Board elaborated within the project: Residenze sociali sostenibili a Ranica (BG); customer: Comune di Ranica; year: 2005-07; authors: Luca Berta and Marco Bovati (Studio Bio2), with Simona Albani, Andrea Colombo, Ester Dedè.

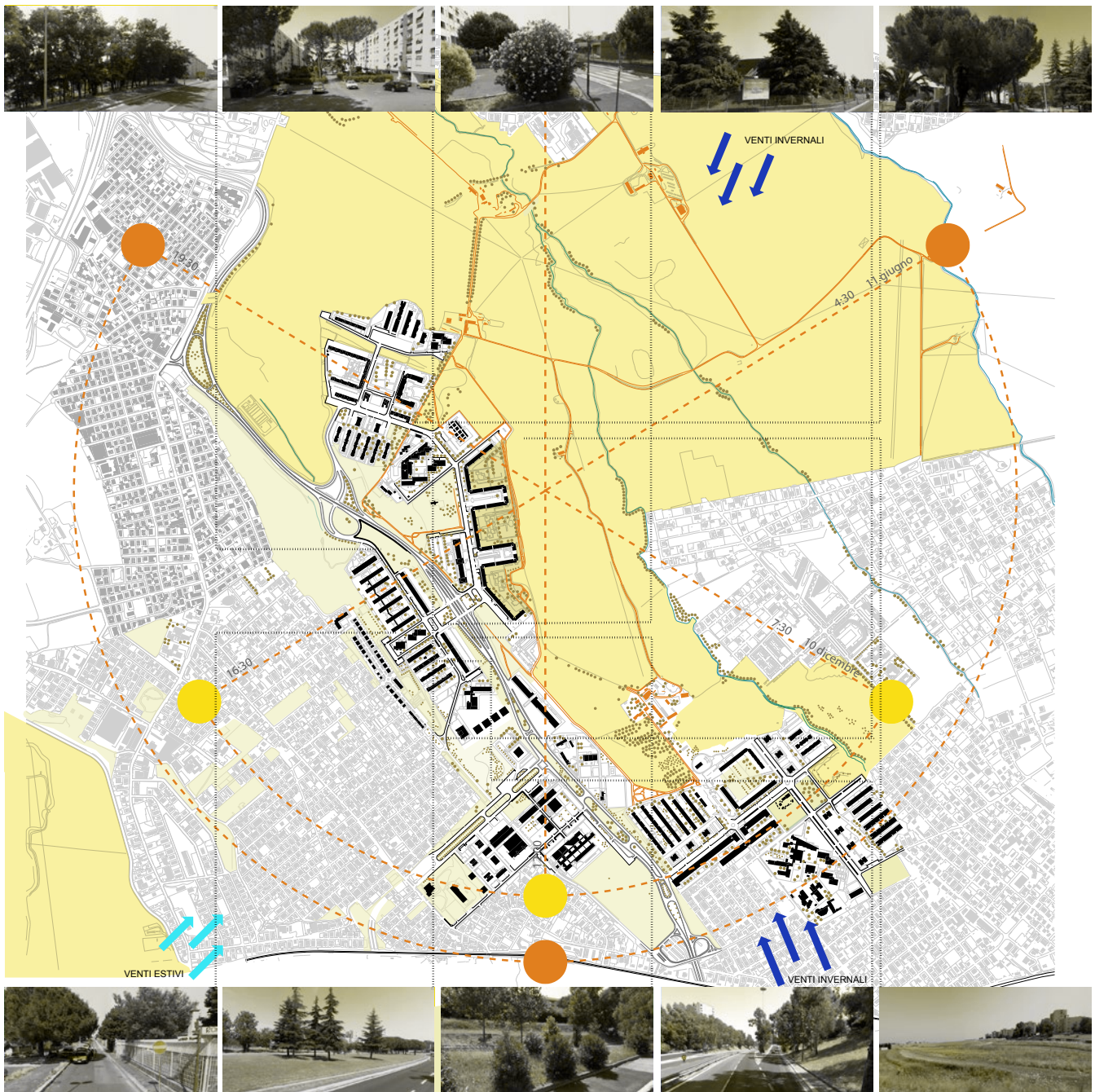
ponents of design theory – «reading the monuments, [...] the discourse on the form of the architecture and the physical world, [...] reading the city, i.e. our conception, for many verses new, of urban architecture (Rossi, 1968)» – such as to place it in a prominent position. Already in the years following World War II, after the polarisations of the avant-garde period, the issue of the relationship between subjectivity and art, and more specifically between subjectivity and architecture, was given renewed impetus as part of the critical review of modern architecture. By way of illustration, we may quote the original reading of the masters suggested by Rogers, who contrasts an idea of modernism in the sense of 'common disciplinary premise' (Bonfanti, 2001) with that of a 'mosaic' of personalities, each one with a specific poetics expressed by a personal style (Rogers, 1956).

However, the element of subjectivity in relation to architectural design is seemingly more closely linked to the poetical than to the technical implications, concerning which a 'positivist' trust in the answers of science still survives today. Interest in Rossi's essay, and its anticipatory character, lies instead in his attempt to establish a direct relationship between technique and subjectivity: or rather between technical skills and possibilities of expressing personal contents, as clearly expressed by the allegation of the inseparability of poetical and rational aspects, the latter synthesized in 'examples' and in 'practice'. The psychological component finds expression indeed, in Rossi's vision, through a style and a technique, where the utmost technical skill enables the utmost subjective expression: «Intelligence and technique (examples and practice) are therefore what ma-

kes doing possible, thereby releasing the personal element [...] only the full possession of such technique may empower an original expression» (Rossi, 1968).

Although the dimension of subjectivity as understood by Rossi mainly relates to the 'freeing of the personal element', and might as such seem limited to a reflection around the expressive authoriality of architectural language, though directly linked to the 'complete possession of a technique', it is precisely in their establishing a close relationship between the latter – technique – and the possibility of an 'original expression' that his words open up a multiplicity of potential relationships between the objective dimension and the construction of different design responses to one and the same question. Already in Rogers' positions it was clear that the role of the subject and his inter-

pretative and operative action, necessarily orientated by his position about the design theme, had to be understood as an element capable of acting as antidote to the culture of 'functionalist determinism', which envisaged a single response – or one better than the others – to a problem posed by the program. Implicit in the same didactic approach of 'Rogersian maieutics', there was the possibility of constructing many correct responses to a single design question, basing such differentiation on the subjectivity of the designer/s, on their training and their references, as well as on the interpretation of the design theme itself, on the program, on the elements found in the physical context and on the critical reading of historical traces and pre-existences, besides to the disciplinary culture. Rossi's contribution, moreover, clarifies and summarizes in the 'technical' dimension one part of



03 | Mappa dei caratteri ambientali del quartiere di Tor Bella Monaca a Roma: in alto e in basso rilievo fotografico delle qualità ambientali specifiche dell'area; al centro mappa delle qualità ambientali con indicazione del cerchio solare, delle scie di vento, delle presenze vegetali, dell'edilizia storica e delle qualità ambientali specifiche legate alla presenza di un brano esteso di agro romano. Tavola elaborata nell'ambito del progetto dal titolo *Interpretazione dei tessuti marginali e rigenerazione urbana. Tor Bella Monaca, Roma, ricerca PRIN 2008 "Rigenerazione di tracciati e di tessuti urbani marginali. Metodi, strumenti e strategie di progetto per nuove forme di abitare sostenibile"*, coordinatore UR Milano prof. Ilaria Valente. Elaborazione grafica di Debora Magri e Vitaliano Tosoni, coordinamento di Marco Bovati, anno: 2010-11.

Map of the environmental characters of Tor Bella Monaca neighborhood, in Rome. Top and bottom: photographic survey of the specific environmental qualities of the area; middle: map of environmental qualities with indication of the solar circle, wind trails, plant presences, historic buildings and specific environmental qualities related with the presence of an extended Roman agro. Board elaborated within the project: Interpretazione dei tessuti marginali e rigenerazione urbana. Tor Bella Monaca, Roma, PRIN research 2008 "Rigenerazione di tracciati e di tessuti urbani marginali. Metodi, strumenti e strategie di progetto per nuove forme di abitare sostenibile", coordinator RU Milano Prof. Ilaria Valente. Graphic by Debora Magri and Vitaliano Tosoni, coordinator Marco Bovati, year: 2010-11.

these aspects, establishing a dialectical exchange between it and the cultural component, which proves to be inseparably tied up with the subjective implications, as well as with the involvement of the 'critical' dimension.

Precisely the critical readings and the interpretative dimension of the design, link back, in more general terms, to the issue of the subjectivity of knowledge – including scientific knowledge – related to the subjectivity of the action; a topic relating on the one hand to the relationship between subject and scientific investigation, and on the other hand to the impossibility of arriving at a thoroughly objective dimension of knowledge (Bovati, 2004), being an

aspect which, after the formulation of Heisenberg's uncertainty principle, has progressively asserted itself within the scientific and cultural debate.

The aspect of the subjective component of knowledge is an issue that, together with the one of the subjectivity of the design response, represent a theoretical remark, partly supporting the following remarks; moreover, the original welding suggested by Rossi between 'complete possession of a technique' and resultant originality of the subjective expression, takes the matter beyond the traditional dialectics of object and subject, linking the terms together pursuant to a principle of consequential co-operativeness rather than one of mutual strife.

04 | Diagrammi planimetrici delle proiezioni solari estive, invernali, primaverili e autunnali. Tavola elaborata nell'ambito del progetto dal titolo *Interpretazione dei tessuti marginali e rigenerazione urbana*. Tor Bella Monaca, Roma, ricerca PRIN 2008 "Rigenerazione di tracciati e di tessuti urbani marginali. Metodi, strumenti e strategie di progetto per nuove forme di abitare sostenibile", coordinatore UR Milano prof. Ilaria Valente. Elaborazione grafica di Debora Magri e Shahrooz Vahabzadeh, coordinamento di Marco Bovati, anno: 2010-11.

Planimetric diagrams of summer, winter, spring and autumn solar projections. Board elaborated within the project: Interpretazione dei tessuti marginali e rigenerazione urbana. Tor Bella Monaca, Roma, PRIN research 2008 "Rigenerazione di tracciati e di tessuti urbani marginali. Metodi, strumenti e strategie di progetto per nuove forme di abitare sostenibile", coordinator RU Milano Prof. Ilaria Valente. Graphic by Debora Magri and Shahrooz Vahabzadeh, coordinator Marco Bovati, year: 2010-11.

grammi sintetico-interpretativi in grado di orientare le scelte progettuali integrandole con gli altri elementi di conoscenza del contesto.

Con il primo e il secondo passaggio è possibile pervenire alla definizione di strumenti di lavoro in grado di esprimere in maniera chiara e immediatamente comprensibile le implicazioni in termini di forma architettonica, orientamento, logiche distributive, aspetti tipologici, del complesso dei fattori ambientali che insistono in uno specifico luogo. Con il terzo passaggio è possibile operare una sintesi interpretativa di tali fattori, consentendo loro di entrare direttamente in gioco nella determinazione di specifiche proposte progettuali e coniugandoli ad una più ampia indagine del luogo; ciò avviene grazie ad una rielaborazione orientata, nella quale svolge un ruolo cruciale la componente soggettiva. Da un lato l'argomentazione si inserisce in una ipotesi di revisione generale del processo progettuale e dei suoi strumenti affinché possano integrare strutturalmente nelle loro procedure le letture dei caratteri ambientali, intesi come allargamento della nozione stessa di contesto (Bovati, 2010b, 2011); dall'altro si intende sottolineare l'importanza della dimensione soggettiva implicita nella pratica del progetto, la quale, orientando la sintesi interpretativa dei dati, appare l'unica in grado di far transitare la progettazione ambientale dal piano quantitativo al piano qualitativo.

Quadro teorico di riferimento

In un celebre scritto del 1968 dal titolo "Architettura per i musei"¹ Aldo Rossi richiamava l'importanza della componente soggettiva nel progetto. Lo faceva dopo aver discusso della teoria della progettazione architettonica, dei suoi elementi costitutivi, dei suoi criteri e del suo rapporto con la

storia. Inoltre affrontava l'argomento dopo aver dichiarato apertamente la sua adesione all'idea di architettura come scienza, ovvero come «formulazione logica dei principi [e] meditazione sui fatti architettonici (Rossi, 1968)»².

Egli considerava l'elemento soggettivo inscindibile dalle altre componenti fondamentali della teoria della progettazione – «la lettura dei monumenti, [...] il discorso sulla forma dell'architettura e del mondo fisico, [...] la lettura della città, cioè la concezione per molti versi nuova e nostra dell'architettura urbana (Rossi, 1968).» – tanto da collocarlo in una posizione di primo piano.

Già negli anni che seguirono la Seconda Guerra Mondiale, dopo le polarizzazioni del periodo delle avanguardie, il tema del rapporto tra soggettività e arte e più in particolare tra soggettività e architettura, era stato ripreso nell'ambito della revisione critica dell'architettura moderna. A titolo esemplificativo si ricorda l'originale lettura dei maestri proposta da Rogers, il quale ad una idea di modernismo inteso come 'premessa disciplinare comune' (Bonfanti, 2001), contrappone quella di un 'mosaico' di personalità ognuna con una particolare poetica espressa da uno stile personale. (Rogers, 1956)

L'elemento della soggettività in rapporto al progetto di architettura, sembra però legarsi maggiormente alle implicazioni di natura poetica e meno a quelle di natura tecnica, per le quali sopravvive ancora oggi una fiducia 'positivista' nelle risposte oggettive e impersonali della scienza. L'interesse per lo scritto di Rossi, e il suo carattere anticipatorio, risiede invece nel voler mettere in relazione diretta tecnica e soggettività, ovvero competenze tecniche e possibilità di esprimere contenuti personali, come chiaramente espresso dall'affermazione sull'inseparabilità tra l'e-

Objectives

The present work belongs to the final stages of an individual research aimed at investigating the consequences of the ecological revolution on design

practices, especially by questioning the changes in design processes following the introduction of the climatic-environmental issues in the disciplines of building and transformation of the

built-up space. The investigation evolved out of the PhD thesis (2005) and continued with a two-year research fellowship (2007-09, titled: "Strategies of architectural, town planning and

environmental design in significant contemporary contexts - Theories, methods, instruments") and a TD Junior - Dote Lombardia researcher contract (2010-13, title of the proposal: "Use



05 | Mappa dei caratteri ambientali di una porzione del comune di Albino (BG): al centro mappa delle qualità ambientali con indicazione del cerchio solare, delle scie di vento e delle presenze vegetali articolate secondo la loro tipologia. Tavola elaborata nell'ambito del concorso ad inviti: Progetto per sei case unifamiliari; committente: privato; anno: 2008; autori: Luca Berta e Marco Bovati (Studio BiO2), con Marco Ceccherini, Ester Dedé.
Environmental map of a portion of the municipality of Albino (BG). In the middle: map of the environmental qualities with indication of the solar circle, wind trails and plant presences, articulated according to their typology. Board elaborated within the invited competition "Progetto per sei case unifamiliari"; customer: private; year: 2008; authors: Luca Berta and Marco Bovati (Studio BiO2), with Marco Ceccherini, Ester Dedé.

lemento poetico e quello razionale, quest'ultimo sintetizzato negli 'esempi' e nella 'pratica'. La componente psicologica infatti si esprime secondo Rossi attraverso uno stile e una tecnica, laddove la massima competenza tecnica consente la massima espressione soggettiva: «Intelligenza e tecnica (gli esempi e la pratica) sono quindi ciò che rende possibile il fare e con questo la liberazione dell'elemento personale [...] solo il possesso completo di quella tecnica può permettere un'espressione originale.» (Rossi, 1968) Sebbene la dimensione della soggettività intesa da Rossi riguardi prevalentemente la 'liberazione dell'elemento personale', e dunque possa apparire limitata alla riflessione intorno alla autorità espressiva del linguaggio architettonico, seppur in diretta connessione con il 'possesso completo di una tecnica', è proprio nel fissare un rapporto stretto tra quest'ultima – la tecnica – e la possibilità di una 'espressione originale' che le sue parole aprono ad una molteplicità di relazioni potenziali tra la dimensione oggettiva e la costruzione di risposte progettuali differenti ad una medesima domanda.

Già nelle posizioni di Rogers era chiaro come il ruolo del soggetto e della sua azione interpretativa e operativa, necessariamente orientata dalla sua posizione rispetto al tema progettuale, fosse da intendersi quale elemento in grado di fare da antidoto alla cultura del 'determinismo funzionalista', che prevedeva una sola risposta – o una migliore di altre – ad un problema posto dal programma. Nella stessa impostazione didattica della 'maieutica rogersiana' era implicita la possibilità di costruire molte risposte corrette ad un'unica domanda progettuale, fondando questa differenziazione sulla soggettività del/dei progettisti, sulla loro formazione e sui loro riferimenti, ma anche sull'interpretazione del tema stesso, del programma, degli elementi presenti nel contesto

fisico e sulla lettura critica delle tracce e preesistenze storiche oltre che della cultura disciplinare. Il contributo di Rossi in più precisa e riassume nella dimensione 'tecnica' una parte di questi aspetti, istituendo una dialettica tra questa e la componente culturale, la quale risulta essere inscindibilmente legata alle implicazioni soggettive oltre che al coinvolgimento della dimensione 'critica'.

Proprio le letture critiche e la dimensione interpretativa del progetto si ricollegano, in termini più generali, alla questione della soggettività della conoscenza – compresa quella scientifica – che si affianca alla soggettività dell'azione; tema che attiene da un lato al rapporto tra soggetto e indagine scientifica, e dall'altro all'impossibilità di raggiungere una dimensione pienamente oggettiva della conoscenza (Bovati, 2004), aspetto che dopo la formulazione del *Principio di Indeterminazione* da parte di Heisenberg ha visto un progressivo affermarsi all'interno del dibattito scientifico e culturale.

Quello della componente soggettiva della conoscenza è un argomento che, insieme a quello della soggettività della risposta progettuale, costituiscono una anticipazione teorica che in parte sostiene le seguenti riflessioni; inoltre l'originale saldatura suggerita da Rossi tra il 'possesso completo di una tecnica' e la conseguente originalità dell'espressione soggettiva, conduce l'argomentazione fuori dalla tradizionale dialettica tra oggetto e soggetto, legando i termini tra loro secondo un principio di co-operatività consequenziale, piuttosto che di conflittualità oppositiva.

of the soil, landscape urbanism, town planning and architectural design towards a control of the energy cycle and environmental quality"). The research has identified some fields of investigation ranging from the theoretical fundamentals of design – about which 'purpose' and 'diachronic' component are significantly renewed by the introduction of the ecological issue – to the methodological tools – especially the readings of contexts, critical interpretations and strategic syntheses lying at the root of the ideational processes. Development of this topic demands a critical extension of the relationship between rational and subjective components, expressed by the dialectical exchange between technical and poetical dimensions, to the issues raised by the climatic-environmental factors and their relationship with design practices. Faced with a seemingly objective

system of climatic data, based on instrumental measurements and survey campaigns, concerning which there is a real risk of adopting a design approach leaning towards determinism, the aim is to understand the manner in which the subjective component plays in reality an active role in the selection and especially in the interpretation of such data which predates their use in the design. The underlying idea lies in the assumption that precisely such component, implicit in the design practice, is the element enabling environmental design to shift from the quantitative plane of an extensive reading of data and their extended reproduction, to the qualitative plane of their synthesis and interpretation, all the way to the consequences on the definition of architectural and town planning form, mediated by the designer's sensibility and culture. To achieve that, it is necessary that the



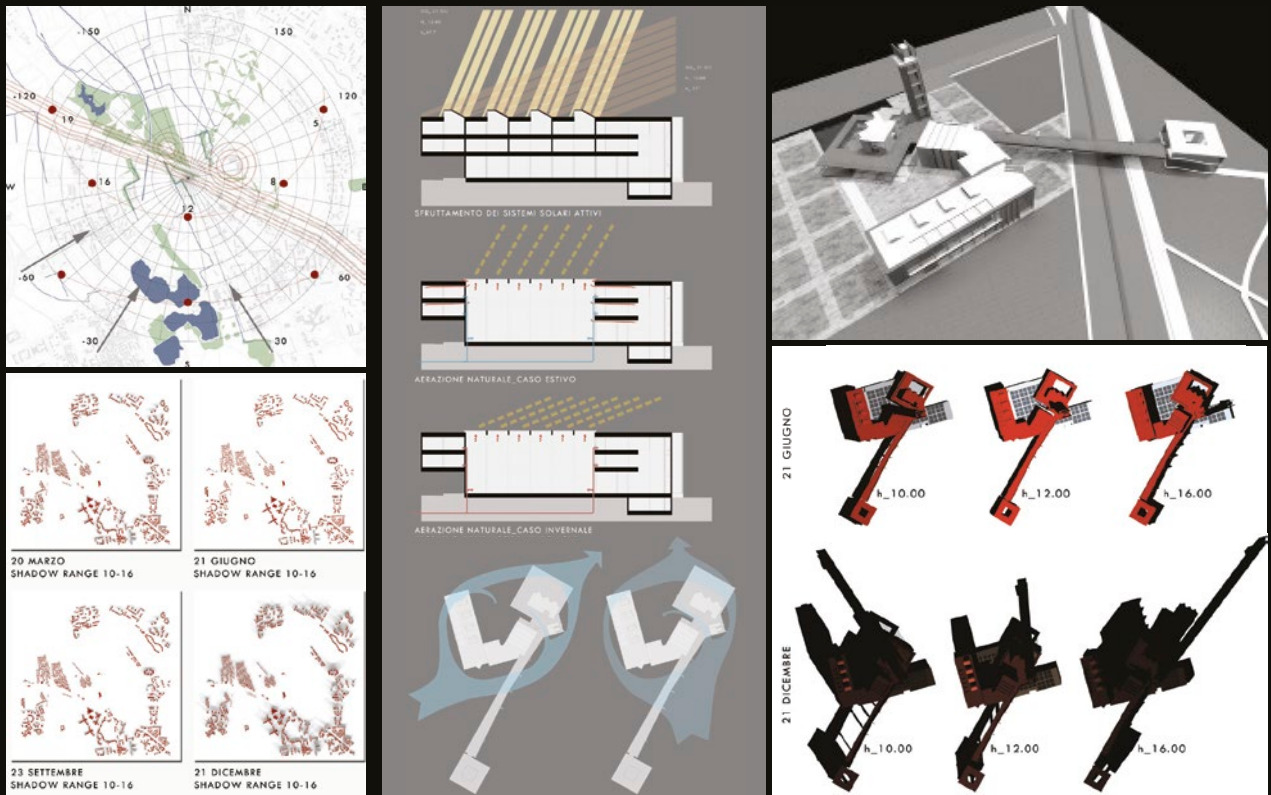
6 | Mappa dei caratteri ambientali e diagrammi planimetrici delle proiezioni solari estive, invernali, primaverili e autunnali. Tavola elaborata nell'ambito del Laboratorio di Progettazione di Architettura Sostenibile, Scuola di Architettura e società del Politecnico di Milano, a.a. 2010-11, studenti: Marco Rizzi, Jacopo Santi, Jacopo Spigaroli.
Map of environmental characters and planimetric diagrams of summer, winter, spring and autumn solar projections. Board elaborated within the Sustainable Architecture Design Studio (Laboratorio di Progettazione di Architettura Sostenibile), Scuola di Architettura e società, Politecnico di Milano, a.a. 2010-11, students: Marco Rizzi, Jacopo Santi, Jacopo Spigaroli.

Obiettivi

Il presente scritto si colloca nelle fasi finali di una ricerca individuale che ha inteso investigare le conseguenze della rivoluzione ecologica a carico delle pratiche del progetto, in particolare interrogandosi sulle modificazioni nei processi progettuali seguite all'introduzione delle questioni climatico-ambientali nelle discipline di costruzione e trasformazione dello spazio abitato. L'indagine si è sviluppata a partire dalla tesi di dottorato (2005), è proseguita con un assegno di ricerca biennale (2007-09, dal titolo: "Strategie del progetto architettonico, urbano, ambientale in significativi contesti contemporanei - Teorie, metodi, strumenti") e con un contratto da ricercatore TD Junior - Dote Lombardia (2010-13, titolo della proposta: "Uso del suolo, landscape urbanism, progetto urbano e architettonico verso il controllo del ciclo energetico e della qualità ambientale"). La ricerca ha individuato alcuni campi di indagine che vanno dai

fondamenti teorici del progetto – rispetto ai quali 'scopo' e componente 'diacronica' vengono significativamente rinnovati dall'introduzione della tematica ecologica – agli strumenti metodologici – in particolare le letture dei contesti, le interpretazioni critiche e le sintesi strategiche che sono alla base dei processi ideativi. Lo svolgimento della presente argomentazione richiede un'estensione critica del rapporto tra la componente razionale e quella soggettiva, espressa dalla dialettica tra la dimensione tecnica e quella poetica, ai temi posti dai fattori climatico-ambientali ed alla loro relazione con le pratiche del progetto. A fronte di un sistema di dati climatici apparentemente oggettivo, basato su misurazioni strumentali e campagne di rilevazioni, rispetto al quale è reale il rischio di assumere un atteggiamento progettuale che tende al determinismo, l'obiettivo è comprendere come la componente soggettiva giochi in realtà un ruolo attivo nella selezione e soprattutto nell'interpretazione di tali dati, preliminarmente al loro

06 |



Laboratori di Progettazione di Architettura Sostenibile
 Prof. Marco Bovati | Prof. Marco Tomo | Prof. Leonardo Belladelli
 A.A. 2009/2010
 A.A. 2010/2011

IL PAESAGGIO E LO SGUARDO
 Marco RIZZI | Jacopo SANTI | Jacopo SPIGAROLI

7 | Mappa dei caratteri ambientali e diagrammi planimetrici delle proiezioni solari estive, invernali, primaverili e autunnali. Tavola elaborata nell'ambito del Laboratorio di Progettazione di Architettura Sostenibile, Scuola di Architettura e società del Politecnico di Milano, a.a. 2010-11, studenti: Emanuela Aguzzoli, Ilario Nicolò, Michele Tirloni.
Map of environmental characters and planimetric diagrams of summer, winter, spring and autumn solar projections. Board elaborated within the Sustainable Architecture Design Studio (Laboratorio di Progettazione di Architettura Sostenibile), Scuola di Architettura e società, Politecnico di Milano, a.a. 2010-11, students: Emanuela Aguzzoli, Ilario Nicolò, Michele Tirloni.

impiego nel progetto. L'idea di fondo consiste nell'ipotesi che proprio tale dimensione, implicita nella pratica del progetto, sia l'elemento che consente di far transitare la progettazione ambientale dal piano quantitativo della lettura estensiva dei dati e della loro restituzione estesa, al piano qualitativo della sintesi e dell'interpretazione, fino alle conseguenze sulla definizione della forma architettonica e urbana, mediate dalla sensibilità e dalla cultura del progettista. Per fare ciò è però necessario che gli strumenti del processo progettuale vengano integrati da tecniche ed elaborati in grado di rappresentare e controllare questo passaggio. Le questioni affrontate da Rogers e da Rossi, relative al superamento della cultura del 'determinismo funzionalista' attraverso la ricostituzione di un rapporto stretto tra architettura e storia e tra architettura e soggetto, appaiono in un certo senso analoghe ai rischi di deriva riduzionista rappresentati da un 'determinismo climatico' eccessivamente tecnicistico. In questo senso l'ipotesi di

ricerca vede nel rinnovo delle pratiche di indagine e restituzione del quadro contestuale e nella componente soggettiva, chiamata a svolgere il ruolo di mediazione e selezione critica del complesso degli elementi di conoscenza, gli strumenti per scongiurare tale rischio e ribadire da un lato il carattere culturale e complesso delle pratiche del progetto e dall'altro il ruolo di critica attiva che esse svolgono nei confronti della forma costruita e più in generale dei processi di modificazioni dello spazio urbano. Il pericolo legato all'emergere di un atteggiamento determinista connesso al rapporto tra clima e progetto, era già stato evidenziato da Sergio Los e Jeffrey Cook (Los e Cook, 1981), nell'introduzione scritta per l'edizione italiana di 'Progettare con il clima' di Victor Olgyay. In quel testo veniva stigmatizzato l'approccio, definito 'funzionalismo climatico', che il volume sembra perseguire quando, in maniera eccessivamente deduttiva, propone soluzioni tipologico-formali standardizzate in risposta a climi



Laboratorio di Progettazione di Architettura Sostenibile
 Prof. Marco Bovati | Prof. Marco Tomo | Prof. Leonardo Belladelli
 A.A. 2009/2010
 A.A. 2010/2011

TAKE A DIFFERENT PATH

Emanuela AGUZZOLI | Ilario NICOLÒ | Michele TIRLONI

specifici, mostrando una sostanziale indifferenza nei confronti degli aspetti storici, morfologici e sociali, per non dire di quelli soggettivi. La posizione di Olgyay, comune ad un approccio più 'tecnicista' alla progettazione ambientale – tutt'altro che scomparso dal dibattito contemporaneo – sembra eludere la questione centrale rappresentata dalla dialettica tra efficienza energetica della forma architettonica e morfologie locali, in particolare quando la 'razionalità energetico-ambientale' entra in conflitto con le implicazioni storico-contestuali dei tessuti costruiti.

In realtà nessun protocollo di efficienza energetica può determinare in maniera deduttiva la configurazione di una forma costruita, se non a condizione di astrarre quest'ultima da ogni relazione con il luogo – ad eccezione di quella di natura climatica. La via d'uscita che si propone è rappresentata da una lettura critica dei dati ambientali e da una loro interpretazione selettiva, analogamente a quanto si è soliti fare con le implicazioni storico-morfologiche dei contesti; l'interferenza tra i due sistemi di informazioni (quello climatico-ambientale e quello storico-morfologico), necessariamente guidata dalla soggettività intesa come cultura, formazione e sensibilità del progettista, rappresenta uno strumento in grado di orientare le decisioni progettuali in maniera consapevole e fondata. In questo quadro assume un nuovo significato la ricerca della relazione tra competenza tecnica nella raccolta e restituzione dei dati climatici e componente soggettiva nella selezione, interpretazione e costruzione della risposta progettuale.

Approccio e metodologia Di seguito si propone una riflessione sugli aspetti metodologici e sugli strumenti operativi finalizzata a fornire un contributo all'integrazione tra indagini dei caratteri ambientali e progetto. È

tools of the design process are supplemented by techniques and conceptual designs capable of representing and controlling this shift.

The issues tackled by Rogers and by Rossi, relating to the transcendence of the culture of 'functionalist determinism' through the reconstruction of a close relationship between architecture and history and between architecture and subject, appear in one sense similar to the reductionist deviation embodied by an excessively technical 'climatic determinism'. From this perspective, the research proposal identifies in the renewal of investigation practices and reproduction of the contextual framework, and in the subjective component, called upon to perform the role of mediation and critical selection of the totality of knowledge-related elements, the tools to avoid such a risk and reiterate, on the one hand, the complex

cultural character of design practices and, on the other hand, the role of active critique they play in relation to the built-up form and more generally to the processes of modification of urban space.

The risk associated with the emergence of a determinist approach, linked to the relationship between climate and design, had already been highlighted by Sergio Los and Jeffrey Cook (Los e Cook, 1981), in the introduction written for the Italian edition of 'Progettare con il clima' ('Designing with the climate') by Victor Olgyay. The said text stigmatized the approach, termed 'climatic functionalism', which the volume seems to pursue when, in an excessively deductive manner, it suggests standardized typological-formal solutions in response to specific climates, showing a substantial indifference towards the historical, morphological and social

opportuno precisare che tale integrazione dovrebbe avvenire sin dalle prime fasi del processo progettuale, per consentire la formulazione di scelte corrette e maggiormente consapevoli³.

Oggi gli strumenti di indagine dei dati climatici sono più sofisticati e complessi ma anche piuttosto eterogenei; occorrerebbe avviare una messa a sistema di tali contributi, nell'ottica di individuare ciò che può effettivamente determinare ricadute nella pratica del progetto architettonico e urbano, a partire dalle fasi preliminari del procedimento progettuale. In questo senso è importante ricordare l'utilità dell'impiego di metodi euristici di simulazione qualitativa dei fattori ambientali, quali schizzi, diagrammi, etc., elaborati anche attraverso l'uso di tecniche grafiche tradizionali, in grado di offrire strumenti di valutazione e controllo immediatamente disponibili e dunque tali da fornire un supporto operativo a partire dalle prime formulazioni progettuali.

Un'indagine della letteratura sull'argomento mostra un quadro di ricerche orientato a prediligere una valutazione di tipo analitico degli elementi climatici e meno di tipo sintetico, inoltre l'attenzione sembra più fortemente orientata alla scala dell'edificio a discapito di quella intermedia del sito (Hausladen et al., 2001; Baker and Steemers, 2000; Hegger et al., 2008; Köster, 2004; Lechner, 2009). Tra i testi che fanno eccezione si segnalano il volume "The Green Studio Handbook" (Kwok and Grondzik, 2011) che già nel sottotitolo riporta la dizione 'schematic design' ad indicare l'importanza degli studi euristici, esso presenta inoltre alcuni diagrammi concettuali alla scala del sito (pp. 33, 353 e 359); i volumi di Hyde 'Climate Responsive Design' (Hyde, 2000) e 'Bioclimatic Housing: Innovative Designs for Warm Climates' (Hyde, 2008), nei quali è possibile individuare schizzi e diagrammatici alla sca-

pects, not to speak of the subjective ones. Olgyay's position, in common with a more 'technical' approach to environmental design – far from vanished from contemporary debate – seems to eschew the central issue represented by the dialectics between energy efficiency of the architectural form and local morphologies, particularly when the 'energy-environmental' rationality clash with the historical-contextual implications of built-up tissues.

In reality, no energy efficiency protocol can deductively determine the configuration of a built-up form, save on condition of detaching the latter from any relationship with the place – except from the climatic one. The suggested way out consists in a critical reading of the environmental data and in a selective interpretation thereof, similarly to what is usually done with the historical-morphological implications

of the contexts; the interference between the two information systems (the climatic-environmental and the historical-morphological ones), necessarily guided by the subjectivity understood as culture, training and sensibility of the designer, represents a tool capable of steering the design decisions in a conscious and well-founded manner. Within this scenario, the search for the relationship between technical ability in the collection, and the reproduction of climatic data and subjective component in the selection, interpretation and construction of the design response, assume a new meaning.

Approach and methodology

Hereunder we put forward a reflection around the methodological aspects and the operational tools aimed at providing a contribution to the integration between survey of environmental cha-

la intermedia (Hyde, 2000, pp. 40-41) e alcuni esempi di masterplan che includono principi bioclimatici (Hyde, 2008, p. 133, nel capitolo a cura di F. Sartogo e V. Calderaro); ma soprattutto il volume di Rogora (Rogora, 2012) che dedica un intero capitolo, il settimo, alla descrizione e rappresentazione delle preesistenze energetiche del luogo di progetto con alcune ipotesi di carte di sintesi delle emergenze ambientali (pp. 127, 139, 140, 145 e 146), e l'importante testo di Brown e DeKay, 'Sun, Wind & Light, Architectural Design Strategies' (Brown and DeKay, 2001), che presenta diagrammi alla scala del sito di progetto, planimetrici e in sezione, inseriti in una trattazione il cui approccio esplicita già nell'introduzione la sua filosofia di fondo⁴, attribuendo grande importanza alla fase progettuale schematica e all'integrazione tra lo sguardo alla scala intermedia e le fasi progettuali preliminari, indagata attraverso l'uso di rappresentazioni schematiche, schizzi, disegni a mano libera di grande raffinatezza. In ognuno dei riferimenti presi in considerazione non sono comunque presenti, o sono molto rari, elementi di integrazione tra letture climatico-ambientali e descrizioni storico-morfologiche dei contesti e in generale le mappe e i diagrammi presentati sono da intendersi quali strumenti di lettura sostanzialmente oggettiva dei caratteri energetici, climatici e ambientali.

Il processo di descrizione dei caratteri climatico-ambientali qui proposto, ha lo scopo di evidenziare le qualità e le potenzialità paesistico-ambientali da salvaguardare e valorizzare attraverso il progetto; inoltre ha l'obiettivo di fornire al progettista un quadro di conoscenza che gli consenta di impostare le ipotesi trasformativa affinché esse siano in grado di garantire qualità ambientale e comfort, evitando di commettere errori progettuali che spesso vengono corretti ex post in maniera generalmente insoddisfa-

cente. Tecnica, forma e uso dello spazio, clima e geografia, cultura materiale e costruttiva, fattori storico-culturali, architetture e morfologie insediative esistenti, sono gli elementi coinvolti nella lettura critica dei caratteri di uno specifico contesto e nella formazione di una consapevolezza del rapporto profondo che esiste tra architettura e clima⁵.

Si ipotizza una revisione critica del processo di indagine dei caratteri ambientali strutturata secondo un'articolazione in tre fasi. Si tratta di indicazioni di carattere generale, da integrare e sviluppare nella fase di applicazione; in particolare risulta evidente la necessità di comprendere, per ogni contesto indagato, i fattori che ne determinano i caratteri di originalità, orientando di volta in volta la ricerca verso la comprensione delle specifiche qualità locali ed evitando generalizzazioni troppo radicali che rischiano di non riconoscere le caratteristiche originali di un luogo.

La prima fase prevede la raccolta dei dati climatico-ambientali cui segue la loro sistematizzazione e restituzione in tabelle e diagrammi. Dopo una preliminare articolazione in elementi climatici (radiazione solare, temperatura, umidità dell'aria, precipitazioni, ventosità) e in fattori climatici (processi che producono, conservano o alterano il clima: latitudine, altitudine, presenza di acqua, influenza della vegetazione, fattore antropico) è possibile immaginare uno schema di indagine e valutazione dei caratteri climatico-ambientali configurato secondo alcune categorie individuabili e riconoscibili. La prima li suddivide in fattori *scalari* e *a-scalari* (Rogora, 2003), ovvero tra caratteri privi di dimensione e localizzazione nel sito, non specifici e non influenzati dalla sua estensione (temperatura, piovosità, umidità relativa, sole, albedo, vento, vegetazione autoctona) e altri dotati di dimensione e localizzazione, graficamente rappresentabili con un disegno (ge-

characters and design. We need to specify that such integration should occur already since the first phases of the design process, thereby enabling the formulation of correct and more aware choices³.

Nowadays, the tools of investigation of climatic data are more sophisticated and complex, but also rather heterogeneous; we would have to initiate a systematization of such contributions, from a viewpoint of identifying what might actually trigger off repercussions on the practice of architectural and urban design, beginning with the preliminary phases of the design process. In this regard, it is important to stress the benefit of using heuristic methods of qualitative simulation of the environmental factors, such as sketches, diagrams, etc., also elaborated through the use of traditional graphic techniques, capable of offering assessment and control tools

immediately available and as such providing an operational support starting from the first design formulations.

An investigation of the literature on the issue evinces a research scenario tending to favour an analytical assessment of the climatic elements, more than a synthetic one; moreover, the attention seems to lean more strongly towards the building scale, to the detriment of the intermediate scale (Hausladen et al., 2001; Baker and Steemers, 2000; Hegger et al., 2008; Köster, 2004; Lechner, 2009). Among the texts that represent an exception, worth mentioning are the volume "The Green Studio Handbook" (Kwok and Grondzik, 2011), which already in the title contains the phrase 'schematic design', as indication of the importance of heuristic studies, and which presents some conceptual diagrams on the intermediate scale (pp. 33, 353 e 359); Hyde's volumes 'Climate

Responsive Design' (Hyde, 2000) and 'Bioclimatic Housing: Innovative Designs for Warm Climates' (Hyde, 2008), where we may also find intermediate-scale sketches and diagrams (Hyde, 2000, pp. 40-41) and some masterplan examples that include bio-climatic principles (Hyde, 2008, p. 133), in the chapter edited by F. Sartogo and V. Calderaro; and, even more so, Rogora's volume (Rogora, 2012) which devotes an entire chapter, the seventh one, to the description and representation of energy factors of the project site, with some working hypotheses of summary maps of environmental emergencies (pp. 127, 139, 140, 145 and 146), and the important text by Brown and DeKay, 'Sun, Wind & Light, Architectural Design Strategies' (Brown and DeKay, 2001), which sets out diagrams (plans and sections) at the scale of the project site, included in an essay characterised

by an approach that already from the introduction explicitly embodies its underlying philosophy⁴, lending great importance to the schematic design phase and to the integration between a focus on the intermediate scale and the preliminary design phases, investigated through the use of schematic representations, sketches, and freeform drawings of great refinement. However, in none of the reference works we have examined there are elements of integration between climatic-environmental readings and historical-morphological descriptions of the contexts, and if there are they are rare. In general, the maps and diagrams included, should be construed as tools of an essentially objective reading of the energetic, climatic and environmental characters.

The process of description of the climatic-environmental characters herein proposed aims to highlight the

ometrie solari, scie di vento, presenza di fattori di modificazione ambientale quali masse boschive, corsi d'acqua, altro). La seconda suddivide i caratteri climatici in *stabili* e *variabili*, ciò permette di comprendere la qualità delle loro modificazioni e l'incidenza specifica del fattore temporale (alcuni presentano infatti una variabilità ciclica su base oraria, giornaliera, stagionale, altri mostrano maggiore stabilità nel tempo). La terza infine li articola in *naturali* e *antropici*, consentendo di interrogarne l'origine al fine di organizzarli secondo il differente livello di antropicità o di naturalità che li caratterizza e comprenderne il grado di modificazione possibile.

La seconda fase prevede la redazione di mappe ambientali strategiche che possono essere suddivise in *carta delle potenzialità*, risorse alle quali riferire l'azione progettuale, e *carta delle criticità*, fattori problematici da risolvere o mitigare. Tali elaborati – cui si riferiscono la maggior parte delle illustrazioni che accompagnano il testo – selezionano e integrano i dati climatici in un unico prodotto grafico, affiancando la rappresentazione “in scala” dei fattori scalari, che divengono pertanto misurabili e confrontabili con le dimensioni del sito di progetto, e la restituzione tabellare dei fattori a-scalari principali, che in questo modo si rendono immediatamente disponibili per la riflessione progettuale; ad essi vengono aggiunti diagrammi e schemi in grado di restituire gli aspetti legati alla stabilità/variabilità e alla naturalità/antropicità degli elementi; queste mappe infine possono mostrare altre considerazioni sulle qualità ambientali e generali del luogo (es. Fig. 1). Esse contengono infatti molti dei risultati delle ricerche precedenti, integrati a specifici aspetti legati ai caratteri ambientali dell'area o a particolari fattori di rischio presenti nel contesto di intervento.

L'obiettivo è costruire una vera e propria *mappa ambientale stra-*

landscape-environmental qualities and potentialities to safeguard and enhance through the design; moreover, a further objective thereof is to provide the designer with a knowledge framework enabling him to elaborate the transformative hypotheses so that they might ensure environmental quality and comfort, avoiding design mistakes that are often rectified ex post facto in a generally unsatisfactory manner. Technique, form and use of the space, climate and geography, material and building culture, historical-cultural factors, existing architectures and morphologies are the elements involved in the critical reading of the characters of a specific context and the creation of an awareness of the deep-rooted relationship linking together architecture and climate⁵.

We may assume a critical review of the process of investigation of environmen-

tal characters structured around three phases. We are speaking of general indications, to be supplemented and developed during the application phase; there is in particular a clear need to understand, concerning each analysed context, the factors defining its characters of originality, steering the research on an ad hoc basis towards an understanding of the specific local qualities and averting excessively radical generalizations that risk to miss out on the recognition of the original characteristics of a place. The first phase envisages the collection of climatic-environmental data, followed by their systematization and reproduction in tables and diagrams. After a preliminary structuring around climatic elements (solar radiation, temperature, humidity of the air, rainfall, windiness) and climatic factors (processes that produce, preserve or alter the climate: latitude, altitude, presence

tegica, in grado di integrarsi alle elaborazioni sintetiche esito finale delle procedure descrittive e interpretative dei contesti, per fornire uno strumento in grado di tradurre i dati in forme e disegni utili al progetto architettonico, offrendo un contributo strategico alle diverse fasi della progettazione e consentendo così di indirizzare correttamente le ipotesi progettuali verso soluzioni ambientalmente, climaticamente ed energeticamente sostenibili. L'accuratezza nelle scelte di rappresentazione grafica è fondamentale al fine di rendere le mappe efficaci dal punto di vista dei contenuti espressi e della loro decodifica; al contempo non è possibile fornire un criterio univoco di rappresentazione poiché ogni contesto presenta delle specifiche caratteristiche ambientali da comprendere caso per caso. Ciò rende la mappa stessa un elaborato originale non compilativo, la cui messa a punto, sulla base di un vero e proprio ‘progetto della mappa’, è parte fondamentale del lavoro.

Con il lavoro delle prime due fasi è possibile pervenire alla definizione di strumenti di lavoro in grado di esprimere in maniera chiara e immediatamente comprensibile alcune possibili conseguenze in termini di forma architettonica, orientamento, logiche distributive, aspetti tipologici del complesso dei fattori ambientali che insistono in uno specifico luogo.

La terza fase è quella in cui maggiormente è coinvolto l'aspetto soggettivo, consiste infatti nel mettere in atto una serie di scelte mirate ad integrare gli esiti delle letture climatico-ambientali con l'insieme dei fattori contestuali. Ciò può avvenire solo attuando un approccio critico al progetto, che implica la necessità di privilegiare alcuni temi e alcune questioni e relativizzarne altre, con tutte le responsabilità e i rischi conseguenti ad ogni scelta. Il sistema decisionale si basa su diversi fattori: la cultura e la forma-

of water, influence of the vegetation, anthropic factor), it is possible to imagine a scheme of investigation and evaluation of the climatic-environmental characters shaped in accordance with a few identifiable and recognizable categories. The first category is divided into scalar and a-scalar factors (Rogora, 2003), i.e. between characters devoid of size and on-site localization, non-specific and not influenced by its extension (temperature, rainfall, relative humidity, sun, albedo, wind, indigenous vegetation) and others equipped with size and localization, capable of a graphical representation through a drawing (solar geometries, wind trails, presence of environmental change factors, such as wooded masses, waterways, others). The second one divides the climatic characters into stable and variable, enabling us to understand the quality of their changes and the specific impact

of the time factor (some of them show in fact a cyclic variability on an hourly, daily, seasonal basis, while others are characterized by greater stability over time). Lastly, the third category divides them into natural and anthropic (man-made), allowing us to investigate their origin with a view to organizing them pursuant to the different level of anthropic or natural dimension that characterizes them and understanding their possible degree of alteration.

The second phase envisages the draft of strategic environmental maps capable of subdivision into chart of potentialities, i.e. resources the design action should be referred to, and chart of critical elements, i.e. problematic factors to be solved or mitigated. The said drawings – which most of the illustrations accompanying the text refer to – select and integrate the climatic data in a single graphic product, alongside the re-

zione del progettista, il tipo di lettura del luogo, la rilevanza delle implicazioni climatico-ambientali. Pur riconoscendo la necessità di pervenire ad una condivisione intellegibile delle scelte, i modi e le ragioni per cui queste avvengono sono interferiti da una forte componente soggettiva, la cui presenza implica, per ogni singola domanda progettuale, la possibilità di diverse risposte corrette. Il progettista è di fronte ad una assunzione di responsabilità e i termini della progettazione ambientale si spostano su un piano qualitativo, allontanando i rischi di una processualità lineare e deterministica che a partire dal dato quantitativo implichi una automatica deduttività della forma architettonica.

Gli elaborati di questa fase possono essere di natura diversa: diagrammi interpretativi in grado di orientare le scelte progettuali e di legarle agli altri elementi di conoscenza del contesto, elaborati sintetici e strategici che mettono a sistema e restituiscono le scelte effettuate e i criteri che le hanno sostenute ed anche relazioni scritte e dichiarazioni di intenti rispetto alla realizzazione del programma.

Tuttavia, in coerenza con quanto affermato in precedenza circa l'impossibilità – ed anche la non auspicabilità – di costruire strumenti di lavoro che in maniera deduttiva possano indicare la forma del progetto, tali elaborati conservano un carattere diagrammatico e aperto, sono strumenti di lavoro da integrare con gli altri elaborati conoscitivi e che in nessun modo possono predeterminare in maniera incontrovertibile quella sorta di discontinuità radicale (“rottura epistemologica”, per usare le parole di Bachelard) condensata nel passaggio dalla fase descrittivo-interpretativa all'elaborazione sintetica delle prime ipotesi progettuali. Per un altro verso è opportuno sottolineare quale si ritiene essere il carattere di originalità della presente proposta, in rapporto ad

presentation “in scale” of scalar factors, which accordingly become measurable and comparable with the size of the project site, and the reproduction in table form of the main a-scalar factors, which in that way become immediately available for design reflection; to them we add diagrams and charts capable of reproducing the aspects associated with stability/variability and with the natural/anthropic character of the elements; lastly, these maps might show other observations on the environmental and general qualities of the place (e.g. Fig. 1). They will in fact include many of the results from previous researches, supplemented by aspects linked to the environmental characters of the area or specific risk factors found within the intervention context.

The aim is to construct a fully-fledged strategic environmental map, capable of supplementing the synthetic elab-

orations, such as final outcome of context-describing and context-interpreting procedures, in order to provide a tool capable of translating the data into forms and drawings benefiting the architectural design, offering a strategic contribution to the various design phases and thereby correctly steering the design hypotheses towards sustainable solutions from an environmental, climatic and energy viewpoint. Accuracy in graphic representation choices is essential to the purpose of rendering the maps effective from the perspective of the contexts expressed and their decoding; at the same time, it is not possible to provide a unified representation criterion, inasmuch as each context discloses specific environmental characteristics to be understood case by case. This makes of the map itself an original, non-compile script, the development whereof, pursuant to a

altre ricerche che hanno come obiettivo l'analisi delle componenti climatico-ambientali alla scala architettonica e urbana, quali quelle citate in precedenza, ciò può essere espresso facendo riferimento a due argomentazioni principali. Innanzi tutto il carattere integrato delle mappe proposte, che consiste nel provare a intrecciare, già nella fase di indagine del luogo, gli elementi climatici di natura quantitativa e i fattori ambientali, con alcuni esiti delle indagini storiche, tipologiche e morfologiche, per evidenziarne gli ambiti di interazione reciproca alla luce di un'idea allargata della nozione di contesto (Los, 2003). In secondo luogo vi è il tentativo di portare alle estreme conseguenze questa ipotesi di integrazione, evidenziando come la relazione dialettica tra le differenti componenti implicate (climatica, ambientale, storica, tipologica, morfologica) possa attivare processi di interazione tra elementi qualitativi e quantitativi ed inoltre dare luogo a dinamiche di selezione/interpretazione dei fattori in gioco, per le quali svolgono un ruolo guida la cultura e la sensibilità del progettista nell'orientare criticamente le conseguenze progettuali di questa fase del lavoro. Esiste infatti un tema generale di rapporto tra forma, orientamento ed efficienza energetico-ambientale che sta alla base della riflessione sulle configurazioni architettoniche maggiormente sostenibili alla scala dell'isolato e dell'insieme di edifici. Il tema è quello della densità (indice quantitativo), delle relazioni di posizione e di prossimità, delle morfologie insediative (indici qualitativi), dei rapporti di limite tra spazi edificati e disegno degli spazi aperti e della loro efficienza sul piano energetico e ambientale. In particolare nei casi di intervento in contesti morfologicamente consolidati si pone la questione del rapporto tra prestazione energetica della forma architettonica e configurazione del costruito che si sostanzia nella dialettica tra forme energeticamen-

'map design' action, properly so-called, is an essential part of the work.

Through the work of the first two phases, we may eventually define working tools capable of expressing, in a clear and immediately intelligible manner, some possible consequences in terms of architectural form, orientation, distributive logic, and typological aspects of the complex of environmental factors impacting upon a specific place.

The third phase is the one witnessing the greatest involvement of the subjective aspect, as it consists in fact in the implementation of a series of choices aimed at integrating the outcomes of climatic-environmental readings with the totality of contextual factors. That might only occur by implementing a critical approach to the design, which implies the need to favour some topics and some issues whilst relativizing others, along with all the responsibili-

ties and risks attendant on any choice. The decision-making system is founded on different factors: the designer's culture and training, the way in which the site is interpreted, and the significance of the climatic-environmental implications. While acknowledging the need to arrive at an intelligible sharing of choices, the manner and reasons for their occurrence are interfered with by a strong subjective component, the presence of which implies, for each design question, a range of possible correct answers. The designer is faced with a responsibility, and the terms of environmental design shift onto a qualitative plane, keeping at bay the risks of a linear and deterministic type of process which, moving from the premise of a quantitative data, entails an automatic deductibility of the architectural form. The scripts of this phase may be of various nature: interpretative diagrams

te efficienti e istanze storico contestuali. Quali scelte compiere quando l'efficienza in termini di forma e orientamento contrasta con le morfologie locali dei tessuti urbani, è questione che non può essere predeterminata e che attiene alla sfera complessa delle decisioni del progettista.

Conclusioni

Il percorso di indagine dei caratteri climatico-ambientali presentato in questo scritto è stato sperimentato per parti, una verifica completa è in corso ma non si è ancora conclusa. È stato invece possibile sviluppare in diverse occasioni la restituzione grafica e diagrammatica dei dati e l'elaborazione di mappe ambientali strategiche, comprese la carta delle potenzialità e delle criticità (seconda fase). Il riscontro delle ipotesi contenute nella sequenza proposta è in corso di applicazione sia in contesto didattico che di ricerca. Le difficoltà incontrate finora riguardano principalmente l'aspetto della raccolta dei dati climatici, in particolare per alcuni siti per i quali non esistono banche dati aggiornate, e la messa a punto di un codice di rappresentazione grafica che unisca la rapidità di lettura alla necessità di rappresentare i fattori scalari nella loro dimensione reale, al fine di comprendere l'impatto anche in termini di forma e geometria.

Si ritiene che l'insieme delle azioni proposte possano configurarsi come strumento di conoscenza e di orientamento delle scelte progettuali, ripetibile criticamente in diversi contesti ed in grado di integrare la necessità di rispondere alle istanze della questione ambientale, in termini di ricadute architettoniche, con l'importanza di garantire una autonomia di scelta al progettista affinché il progetto liberi le sue capacità critiche e trasformative, scongiurando la deriva verso un riduzionismo determinista.

capable of piloting the design choices and linking them to the other elements of contextual knowledge, synthetic and strategic drawings systematizing and reproducing the choices made and their underlying criteria, as well as written reports and statements of intent around the implementation of the program.

However, consistently with what we stated earlier about the impossibility – as well as the non-desirability – of building working tools which might deductively indicate how design the form of the architecture, the said scripts retain a diagrammatic and open character. They are, in other words, working tools to be supplemented by the other cognitive scripts without having any capacity to predetermine, in an indisputable manner, the radical discontinuity (“epistemological break”, to borrow Bachelard's words) crystallized in the shift from the descriptive-inter-

pretative phase to the synthetic elaboration of the initial design hypotheses. On the other hand, it is worth underlining what we deem the original character of this proposal, compared to other researches aiming to analyse the climatic-environmental components at the architectural and urban scale, such as those cited before; we might sum that up by referring to two main arguments. Firstly, the integrated character of the proposed maps, consisting in an attempt to intertwine, already at the stage of knowledge of the place, the climatic elements of a quantitative nature and the environmental factors with some outcomes of historical, typological and morphological surveys, in order to highlight their spheres of mutual interaction in the light of an extended notion of context (Los, 2003). Secondly, there is the attempt of taking this integration hypothesis to its utmost limits,

NOTE

¹ Il testo è la trascrizione di una lezione del 1966 tenuta nell'ambito del corso di Giuseppe Samonà a Venezia.

² Scrive Aldo Rossi: «Noi raccogliamo questa strada dell'architettura come scienza, della formulazione logica dei principi, della meditazione sui fatti architettonici e quindi principalmente sui monumenti e pensiamo di verificarla attraverso una serie di architetti e di opere antiche e moderne che noi scegliamo, su cui operiamo un certo tipo di scelta.»

³ Si veda a proposito la prefazione di Gianni Scudo a Rogora, 2003, p. XII.

⁴ Nell'introduzione si legge: “A basic premise of this book is that most decisions that affect a building's energy use occur during the schematic design stage of the project. Furthermore, the effort required to implement those decisions at the beginning of the design process is small compared to the effort that would be necessary later on.” Brown, G. Z. and DeKay, M. (2001), *Sun, wind & light: architectural design strategies*, John Wiley & Sons, Hoboken NY (2nd edition), p. xviii.

⁵ A questo proposito ed in particolare sul tema del tipo situato si possono consultare gli scritti di Sergio Los e le ricerche che hanno animato, qualche decennio fa, il dibattito intorno al Regionalismo Critico.

REFERENCES

- Bachelard, G. (1938), *La Formation de l'esprit scientifique*, Librairie philosophique J. Vrin, Paris.
- Bonfanti, E. (2001), «Rogers e i “maestri”», in Biraghi, M. e Sabatino, M. (Eds.), *Nuovo e moderno in architettura*, Bruno Mondadori, Milano, pp. 319-328.
- Baker, N., Steemers, K. (2000), *Energy and Environment in Architecture. A Technical Design Guide*, E & FN Spon, Taylor & Francis Group, London.
- Bovati, M. (2004), “Conoscenza e Progetto”, in Bertoldini, M. (Ed.), *La Cultura Politecnica*, Paravia Bruno Mondadori Editori, Milano, p. 172.

emphasizing the way in which the dialectical relationship between the different components involved (climatic, environmental, historical, typological, morphological) is capable of activating interaction processes between qualitative and quantitative elements, as well as giving rise to dynamics of selection/interpretation of the factors concerned, for which a key role is played by the designer's culture and sensibility in critically orientating the design consequences of this phase of work.

There is in fact a general theme of relationship between form, orientation and energy-environmental efficiency underpinning the reflection around the most sustainable architectural configurations at the scale of districts and clusters of buildings. The theme is one of density (quantitative index), positional and proximity relationships, settlement morphologies (qualitative indexes),

relationships of limit between built spaces and design of open spaces, and their energy-related and environmental efficiency.

In particular, in the event of interventions in morphologically consolidated contexts, the question arises of the relationship between energy performance of the architectural form and configuration of the built-up tissue, which materializes in the dialectical exchange between energy-efficient forms and historical-contextual requirements. Which choices should be made when efficiency in terms of form and orientations clashes with the local morphologies of urban networks is a question incapable of predetermination that relates to the complex sphere of designers' decisions.

Conclusions

The climatic-environmental characters

Bovati, M. (2010a), *L'ambiente dell'architettura - alterità progettuale del paradigma ecologico*, collana Politecnica, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.

Bovati, M. (2010b), "Progetto architettonico e urbano e questione energetico-ambientale", *Atti del convegno: Abitare il futuro...dopo Copenhagen*. Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica, Università Federico II di Napoli, 13-14 dicembre 2010. CD-ROM edizioni CLEAN, Napoli.

Bovati, M. (2011), "L'indagine del contesto climatico-ambientale come supporto al progetto sostenibile negli interventi di riqualificazione urbana", *Territorio*, n. 59, pp. 83-88.

Brown, G.Z., DeKay, M. (2001), *Sun, wind & light: architectural design strategies* (2nd edition), John Wiley & Sons, Hoboken NY.

Calvino, I. (1980), "Gli dèi della città", in *Una pietra sopra. Discorsi di letteratura e società*, Einaudi, Torino.

Hausladen, G., de Saldanha, M., Liedl, P. and Sager, C. (2001), *Climate Design: Solutions for Buildings That Can Do More with Less Technology*, Birkhauser Architecture, Basel.

Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T. and Zeumer, M. (2008), *Energy manual: sustainable architecture*, Birkhauser, Munich.

Hyde, R. (2000), *Climate responsive design*, Taylor & Francis Group, London.

Hyde, R., Watson, S., Chesire, W. and Thomson, M. (2005), *The Environmental Brief: Pathways for Green Design*, Taylor & Francis Group, London.

Hyde, R. (Ed.) (2008), *Bioclimatic housing: innovative designs for warm climates*, Earthscan, London.

Köster, H. (2004), *Dynamic Daylighting Architecture. Basics, Systems, Projects*, Birkhäuser Architecture, Basel.

Kwok, A., Grondzik, W. (2007), *The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design*, Elsevier - Architectural Press, Amsterdam.

Lechner, N. (2009), *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects* (3rd edition), John Wiley & Sons, Hoboken NY.

investigation process put forward in this writing has been tested in parts, while a full verification is underway though not yet concluded. It was instead possible, on various occasions, to implement the graphic and diagrammatic reproduction of the data and the formulation of strategic environmental maps, including the map of potentialities and critical elements (second phase). Verification of the assumptions included in the proposed sequence is in course of application both in an educational and in a research context. The difficulties encountered so far, mainly concern the aspect of collection of climatic data, especially as regards some sites for which no updated databases exist, and the implementation of a graphical representation code combining speed of reading with the need to represent the scale factors in their actual size, with a view to understanding

their impact in terms of form and geometry as well.

We believe that the totality of proposed actions may be seen as a tool of knowledge and orientation of design choices, critically repeatable in different contexts and capable of integrating the answer to the needs of the environmental issue (in terms of architectural effects) with the importance of ensuring autonomous choice by the designer, so that the design might free its critical and transformative skills, thereby avoiding any drift towards a determinist reductionism.

NOTES

¹ The text is the transcript of a 1966 lesson held within the scope of Giuseppe Samonà's course in Venice.

² Aldo Rossi writes: «We cultivate this architectural path as science, the path of logical formulation of principles,

Los, S. (Ed.) (1990), *Architettura e territorio*, Franco Muzzio Editore, Padova.

Los, S. (2003), *Geografia dell'architettura. Progettazione bioclimatica e disegno dell'architettura*, Il Poligrafo, Padova.

Los, S., Cook, J. (1981), "Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico", introduzione a Olgyay, V., *Progettare con il clima: Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova (ed. originale 1963).

Moneo, R. (2012), *L'altra modernità. Considerazioni sul futuro dell'architettura*, Christian Marinotti Edizioni, Milano.

Olgyay, V. (1981), *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova (ed. originale 1963).

Rogers, E. N. (1956), "L'architettura moderna dopo la generazione dei maestri", *Casabella*, n. 211, pp. 1-5.

Rogora, A. (2003), *Architettura bioclimatica - La rappresentazione dell'energia nel progetto*, Sistemi Editoriali, Napoli.

Rogora, A. (2012), *Progettazione bioclimatica per l'architettura mediterranea: metodi esempi*, Wolters Kluwer, Assago.

Rossi, A. (1968), "Architettura per i musei", in AA.VV., *Teoria della progettazione architettonica*, introduzione di Giuseppe Samonà, Dedalo libri, Bari, pp. 121-138.

meditation on architectural facts and thus mainly on monuments, and we feel like ascertaining it through a series of architects and ancient and modern works we select, on which we operate a certain kind of choice».

³ See in this connection Gianni Scudo's preface to Rogora, 2003, page XII.

⁴ In the introduction, we read: "A basic premise of this book is that most decisions that affect a building's energy use occur during the schematic design stage of the project. Furthermore, the effort required to implement those decisions at the beginning of the design process is small compared to the effort that would be necessary later on." Brown, G. Z. and DeKay, M. (2001), *Sun, wind & light: architectural design strategies*, John Wiley & Sons, Hoboken NY (2nd edition), page xviii.

⁵ In this regard, especially on the issue of the situated type, the reader may refer

to the writings of Sergio Los and the researches that, a few decades ago, have enlivened the debate around Critical Regionalism.

Giacomo Chiesa,
Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

giacomo.chiesa@polito.it

Abstract. L'articolo considera le implicazioni degli strumenti parametrici e algoritmici nell'innovazione della prassi progettuale, considerando un approccio esplicito al progetto, con l'obiettivo di fornire una nuova chiave di lettura e delineare possibili orientamenti per la definizione futura di nuovi tool e concezioni progettuali. Una breve riflessione inquadra la tematica nella letteratura specifica permettendo di supportare una innovativa concezione delle implicazioni digitali introducendo una classificazione delle ere digitali, sia teorica sia supportata da semplici esempi applicativi. L'approccio teorico e metodologico descritto identifica tre macro ere intese come ambiti di implicazione delle tecnologie digitali nella prassi progettuale in base ad una visione propria della cultura tecnologica ed esigenziale.

Parole chiave: IoT, digital design, progettazione parametrico-computazionale, metodo esigenziale-prestazionale, ere digitali.

Introduzione

La rivoluzione digitale ha modificato fortemente l'azione e le prospettive della prassi e della teoria progettuale e produttiva negli ambiti dell'architettura e del progetto urbano. L'azione progettuale compositiva, ma spesso anche quella tecnologica, si avvale di processi e metodi impliciti, intrinseci all'esperienza e alla cultura del progettista, che tende a rallentare l'applicazione delle potenzialità dei nuovi strumenti quando gli stessi sono usati al di là del loro semplice valore rappresentativo – per una definizione dei termini “implicito” ed “esplicito” si vedano, tra gli altri, Ferraris (2013), Conole e Wills, (2013), Woodbury (2010), Reigeluth & Carr-Chellman (2009), Oxman (2006), Rothenberg (1989). Tali strumenti digitali stanno prefigurando, inoltre, nuovi orizzonti progettuali ponendo in essere la necessità di riconfigurare l'approccio teorico e la prassi secondo operazioni di re-designing e re-engineering. Il ruolo della cultura tecnologica, l'approccio prestazionale, il dialogo interdisciplinare e

Explicit-digital design practice and possible areas of implication

Abstract. The paper considers the implications that parametric and algorithmic tools have on the innovation of the design practice. An explicit approach to project design is considered with the aim of providing a new interpretative key and possible directions for future development of new tools and design conceptions. A brief reflection contextualises the matter in the literature to support an innovative conception of digital implications on the design practice focused on a classification of digital eras, which is both theoretical and supported by simple application examples. The described theoretical and methodological approach identifies three main implication areas of digital technologies in the technological design practice.

Keywords: IoT, digital design, parametric-computational design, performance-requirement methodology, digital eras.

la creazione di un crescente contenuto informativo costituiscono ambiti tematici di gestione della spinta innovativa propria delle *ere digitali*.

Inquadramento: “Innovare o perire”

L'azione del progetto architettonico riscontra, rispetto ad altri ambiti di innovazione della prassi digitale, alcune reticenze al cambiamento che possono, almeno provocatoriamente, richiamare un rischio di estinzione o obsolescenza della figura del progettista a favore di altre discipline (e.g. ICT, software engineering) o, addirittura, di un'automatizzazione algoritmica del processo, così come discusso da Celento (2007). Tali reticenze al cambiamento possono essere di natura culturale – non essendo l'architettura un prodotto di massa – e metodologica – considerando la resistenza dei progettisti a modificare la propria prassi professionale.

Nel primo caso – matrice culturale – una lettura del processo progettuale in chiave liquido-baumaniana può portare alla decadenza introdotta da Droege (2006) in cui gli edifici sono ridotti a “banali prodotti di consumo” che “crescono come erbacce”. Seppur sul versante della produzione, la digital fabrication permetta di rinnovare totalmente le potenzialità proprie della prefabbricazione mass-customizzata, tale pratica dovrebbe, ai fini di “rendere operabile la qualità”, relazionarsi con il quadro esigenziale relativo all'utenza e al contesto ambientale di sito considerando fenomeni di adattamento/“disadattamento” (Cavaglià et al., 1975). La mancanza di mediazione tecnico-culturale può condurre al disallineamento tra la cultura di progetto, la restituzione in segni – cartacei o digitali – di un'idea e la sua realizzazione (Sennet, 2008) che si materializza nella nascita di “paesaggi-CAD” e “vil-

Introduction

The digital revolution has deeply changed the action and the prospective of design and production practices and theory in the fields of architecture and urban design. The compositional design action – and sometimes the technological one – employs implicit processes and methods, which are intrinsic to the experience and culture of single designers. These implicit practices tend to slow down the full application of the potential of new instruments when used beyond their mere representative value – for a definition of “implicit” and “explicit”, see, among others, Ferraris (2013), Conole e Wills, (2013), Woodbury (2010), Reigeluth & Carr-Chellman (2009), Oxman (2006), Rothenberg (1989). These digital tools are foreshadowing innovative horizons in design practice while underlining the need to reconfigure theories and

practices according to operations of re-designing and re-engineering. The role of technological culture, together with a performance-driven approach, interdisciplinary dialogue and the creation of a growing information content are essential to manage innovation in the context of digital eras.

Framework: “Innovate or perish”

Architectural design, compared to other fields of innovation in digital practices, is characterized by a reluctance to change that can, at least provocatively, invoke a risk of extinction or obsolescence of the architect figure in favour of other disciplines – e.g. ICT, software engineering – or, even, of a automatic algorithmic processes (Celento, 2007). This reluctance to change may be due to a cultural matrix – architecture is not a mass product – and/or a methodological matrix – considering the

lette-CAD” a-localizzati e contraddistinti da una scarsa qualità tecnologica (Autore, 2016).

Nel secondo caso – matrice metodologica – è necessario superare la reticenza al cambiamento dovuta al consolidamento della prassi architettonica tradizionale basata su un elevato numero di saperi impliciti spesso non direttamente comunicanti. In tal senso la progettazione integrata permette, almeno a livello modellistico, di scambiare informazioni tra diversi modelli disciplinari lasciando spazio di sviluppo a specialismi “apertura” e non specialismi “chiusura” (Geymonat, 1986).

Il metodo essenziale si è da subito rivolto a “strumenti e procedure per la definizione dei sistemi di edilizia” (Cavaglià et al., 1975), tratteggiando un approccio “per programmi” ai modelli abitativi, traguardando a utenza, attività, esigenze, requisiti tecnologici e ambientali. Calcoli automatici di disadattamento sono disponibili sin dagli anni ’70, aprendo a possibilità che trovano piena applicazione grazie agli attuali strumenti digitali e algoritmici. Si pensi, per esempio, all’ottimizzazione su base essenziale-prestazionale della distribuzione funzionale degli spazi interni tramite approcci algoritmici alla progettazione spaziale (Medjdoub e Yannou, 2001), o a strumenti come Space Syntax.

Le ere digitali

La ricerca ha portato all’identificazione e articolazione di tre principali ambiti di implicazione e innovazione, definibili come “ere” – in linea con i quadri metodologici introdotti da Oxman (2006) e Mitchell (2005) –, indotti da strumenti e metodi propri della rivoluzione digitale nel contesto della prassi e della cultura tecnologica del progetto. La prima *era digitale* è focalizzata sulla relazione rappresentazione-generazione-valutazione e ottimiz-

zazione del modello, inteso come strumento di progetto; la seconda *era* è basata sul processo di materializzazione, opposto alla modellazione della prima *era*; mentre la terza *era* è incentrata sulla datizzazione e sull’ibridazione tra virtualità e mondo reale considerando la produzione e l’utilizzo di grandi quantitativi di dati e monitoraggi in tempo reale (Autore, 2015).

La prima *era* mira a classificare progressivamente il ruolo del progettista sulla base della natura della relazione instaurata con gli strumenti digitali (Oxman 2006). In questo senso rappresentazione, generazione, valutazione e performance sono identificabili come sotto-categorie del progetto, che si relazionano con i costrutti digitali tramite le seguenti classi: interazione con il progetto stampato (o disegnato a mano), interazione con costrutti digitali (CAD tradizionali), interazione con rappresentazioni digitali generate tramite meccanismi (approccio parametrico-generativo) e interazione con ambienti digitali capaci di generare rappresentazioni digitali (approccio algoritmico e interazione con meccanismi computazionali) (Oxman, 2006; Terzidis, 2006). L’ibridazione progressiva tra cultura-prassi del progetto e ambiti digitali comporta necessariamente un’esplicitazione del processo progettuale stesso. Tale esplicitazione necessita almeno l’integrazione tra sviluppi geometrico-formali e analisi essenziali-prestazionali per permettere logiche di reiterazione e feed-back (Ozkaya e Akin, 2006). La necessità di uno sforzo ontologico nella costruzione del modello è evidente, in quanto tale approccio permette un’esplicitazione formalizzante delle conoscenze al fine di un loro utilizzo digitalmente mediato e di una loro possibile condivisione (Carrara et al., 2014) – es. BIM. Nell’ambito della progettazione computazionale è possibile, inoltre, ampliare l’approccio topologico tendendo ad un orizzonte algoritmico o

reluctance of architects to change their professional practices.

In the first case - cultural matrix -, the possibility of thinking of the design process from a liquid-Baumanian point of view may result in the drastic vision introduced by Droegge (2006) in which buildings are reduced to “banal consumer products” that “grow like weeds”. From the production point of view, even if digital fabrication allows us to totally renew the potentiality of mass-customized prefabrication, it should, in order to “make operable the quality”, relate to user and environmental-site needs including the phenomena of adaptation / disadaptation (Cavaglià et al., 1975). The lack of technical and cultural mediation can lead to misalignments between the design culture, the restitution in signs - paper or digital - of an idea, and its realization (Sennett, 2008). This disadaptation can be materialized

localized “CAD-based landscapes” and “CAD-based villas”, which are characterized by low technological quality (Author, 2016).

In the second case - methodological matrix -, it is necessary to overcome the reluctance to change which is due to the consolidation of traditional architectural-design practice based on consolidated implicit knowledge content which is often not directly interconnected. Integrated design (e.g. BIM applications) enables, at least for modelling, the exchange of information between different disciplinary models thus fostering the integration of specialisms towards “openness” and specialisms towards the “closure” (Geymonat, 1986). However, in order to activate a dialogue between different fields of knowledge, it is necessary to change implicit definition processes into explicit ones (and later into associ-

ative processes) to make them operable even in hybrid environments.

Since its early definition, the performance-driven approach has considered “tools and procedures for the definition of building systems” (Cavaglià et al., 1975), outlining a “programming-based” approach to housing models. This approach refers to users, activities, needs, and technological and environmental requirements. Automatic calculation models of disadaptation have been available since the 70s, even if only current digital and algorithmic tools have resulted in the full application of this approach. Consider, for example, the performance-driven functional optimization of internal space distribution through algorithmic approaches to spatial planning (Medjdoub and Yannou, 2001), or tools such as Space Syntax.

Digital eras

The research has led to the identification and articulation of three main areas of implication and innovation, defined as “eras” – in line with the methodological framework introduced by Oxman (2006) and Mitchell (2005), wherein digital revolution tools and methods influence technological design practice. The first digital era (first area of implication) is focused on the representation, generation, evaluation and optimization of models, considered as design tools. The second era is based on the materialization process, which is the opposite of the modelling one; while the third era focuses on datization and hybridisations between the virtual and real worlds while considering production and usage of large amounts of data and monitoring in real time (Author, 2015).

The first era aims to progressively clas-

ibrido capace di innovare la validazione/creazione di forme per programmi e grafi. La rappresentazione è solo una delle pre-materializzazioni di modelli basati su regole, parametri, algoritmi e quadri essenziali, ovvero totalmente distante da una definizione casuale e non-controllata. Al fine di rendere pienamente possibile l'applicazione di tali strumenti è tuttavia necessario superare la situazione attuale, in cui i progettisti non sono culturalmente e tecnicamente pronti a trarre pieno vantaggio dal potere computazionale dei mezzi digitali (Terzidis, 2006), anche tramite la nascita di figure professionali "digerate".

La seconda *era* è basata sulla reificazione e materializzazione dei modelli. In tal senso la nuova rivoluzione industriale descritta da Anderson (2012) può costituirne uno degli orizzonti applicativi più emblematici. Alcuni degli ambiti di innovazione propri dell'*era* della materializzazione sono il movimento dei maker, l'artigianato 2.0 e il superamento dell'industria tradizionale – es. l'"industria 4.0" e la produzione tramite macchine intelligenti connesse a Internet le cui problematiche sociali risultano ancora irrisolte (Hawking, 2016). Nella seconda *era digitale* sono affrontati diversi livelli di pervasività, passando dalla mass production tradizionale alla mass customization (Brandon e Kocaturk, 2008) fino ad arrivare alla completa applicazione della digital fabrication. In ambito architettonico, al di là dell'innovazione artigianale 2.0 e dell'automatizzazione, si possono identificare almeno tre assi di sviluppo. Il primo asse è inerente la produzione personalizzata capace di parametrizzare la materializzazione di oggetti e progetti (es. le case prefabbricate in legno della Rubner e le texture per le scarpe della Superga). Il secondo asse si concentra sull'applicazione di tecniche quali contour crafting, concrete printing e D-shape, ovvero una produzione a controllo numerico

sify the role of the designer according to the nature of the relationship established with digital tools (Oxman, 2006). According to this background, representation, generation, evaluation and performance are identified as sub-categories of the project. These sub-categories relate to digital constructs using the following classes: interaction with the printed project (or hand drawn), interaction with digital constructs (traditional CAD), interaction with digital representations generated by mechanisms (parametric-generative approach), and interaction with digital environments which are able to generate digital representations (algorithmic approach and interaction with computational mechanisms) (Oxman, 2006; Terzidis, 2006). The progressive hybridization between the design culture/practice and digital domains necessarily requires that the design process itself

become explicit.

This process requires at least the integration between formal and geometric aspects and performance-driven analyses in order to implement logics of repetition and feedbacks (Ozkaya and Akin, 2006). The need for an ontological effort in the construction of models is evident, as this approach allows for an explicit formalisation of the knowledge involved in order to facilitate its digitally-mediated use and sharing (Carrara et al., 2014) – e.g. in BIM applications. In the context of computational design, it is also possible to expand the topological approach towards an algorithmic or hybrid horizon, which will be able to innovate the validation / creation of forms for programs and graphs. A representation is just one of the numerous possible pre-materialisations of models whose definition is based on rules, parameters, algorithms

di componenti o interi edifici tramite stampaggio in calcestruzzo o altri materiali (si vedano le ricerche e le applicazioni di Khoshnevis, 2004, Lim et al., 2012, Tibaut et al., 2016 e la review di Perkins e Skitmore, 2015). Il terzo asse si riferisce alle nuove possibilità nell'ambito dello stampaggio derivate dalla produzione di oggetti in cera per fusioni-creazioni di stampi a perdere, dalla possibilità di stampare in nuove gamme di materiali direttamente utilizzabili come stampi dotati di maggiore resistenza termica e meccanica e dalla progressiva diffusione delle tecniche additive (es. stampante in stereolitografia Form2 della Formlabs che trova applicazione dal settore manifatturiero, alla gioielleria, sino all'ingegneria medica).

La terza *era* è imperniata sull'innovazione inerente il tema dei dati, ovvero una piena applicazione della società dell'informazione e della post-informazione. Come ricordato da Mitchell (2005), gli edifici, che un tempo rappresentavano la materializzazione di uno specifico progetto, si stanno trasformando in materializzazioni continue e mutevoli di informazioni digitali il cui utilizzo apre a nuovi scenari. Tale *era* ha implicazioni hardware e software e si lega all'internet delle cose (IoT), ai big data e alla datazione. Tale ultimo concetto, già esistente nell'*era* pre-digitale, trova ora applicazione oltre i limiti tradizionali permettendo quantificazioni e misurazioni al di là dell'immaginario collettivo. I limiti alla pervasività delle ICT nella società sono di natura termodinamica e fisica nel senso della quantità di dati conservabili. I dati stessi stanno diventando una nuova piattaforma dove lo spazio del progetto, ormai digitalmente mediato, e delle sue materializzazioni intercettano i flussi di informazioni (dati+metadati) in un nuovo rapporto tra il numero crescente di contenuti di progetto e i corrispettivi contenuti di costruzione,

and need-performance frameworks, which are far removed from a random and non-controlled definition. In order to arrive at the full application of these tools, it is necessary to go beyond the current situation, in which designers are not culturally and technically prepared to take full advantage of the computational power of digital media (Terzidis, 2006) by supporting new professional figures such as building "digerati".

The second era is based on the reification and materialization of models. Hence, the new industrial revolution described by Anderson (2012) may become one of the most emblematic horizons for this area of implication. Possible innovation frameworks for materialization are the maker movement, craftsmanship 2.0, and new industrial organization – e.g. "Industry 4.0" and production through intelligent ma-

chines connected to the Internet, though social issues are still unresolved (Hawking, 2016). The second digital era faces different levels of pervasiveness, passing from traditional mass production to the mass customization approach (Brandon and Kocaturk, 2008) and up to the full application of digital fabrication. In architecture, in addition to craftsmanship 2.0 and automation, it is possible to identify at least three axes of development. The first axis focuses on customized production which is able to parameterize the materialization of objects and projects (e.g. Rubner's prefabricated wooden houses; Superga's user-customized textures for shoes). The second axis is based on the application of techniques, such as contour crafting, concrete printing and D-shape in numerically-controlled production of components and/or whole buildings by printing concrete or other

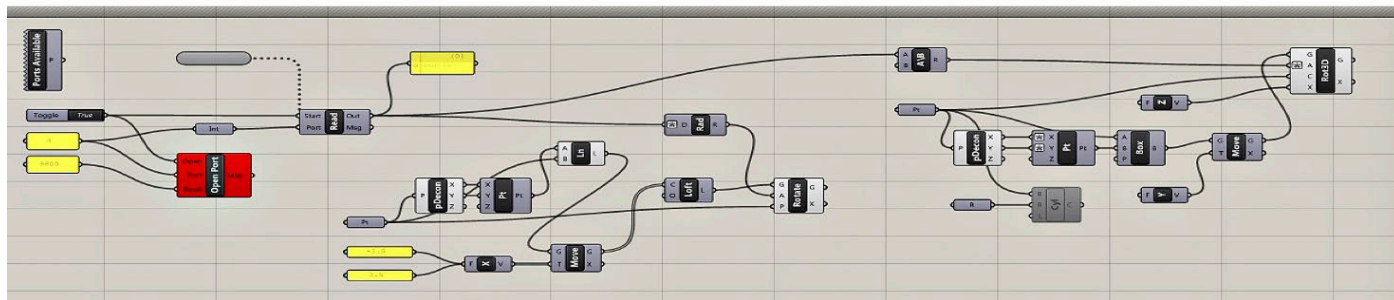
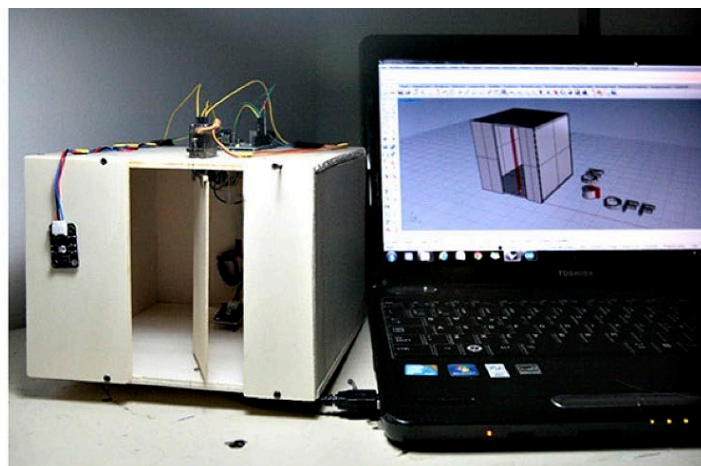
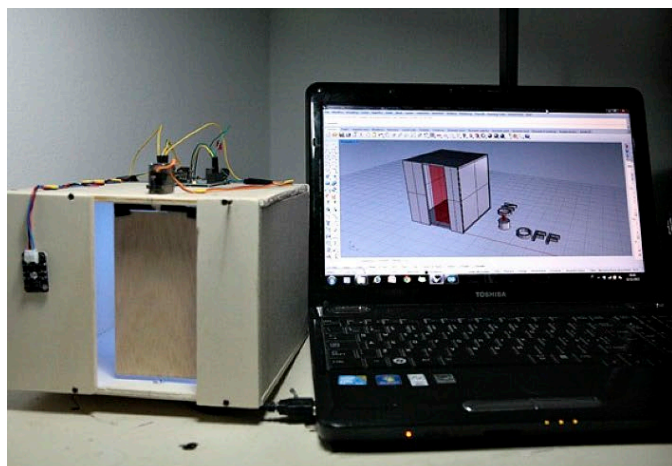
01 – Prototipo e modello virtuale del sistema di controllo dello schermo e del livello di illuminamento. Mondo reale e virtuale interagiscono in real time. In basso è riportato lo script grasshopper di collegamento tra prototipo reale e prototipo virtuale.

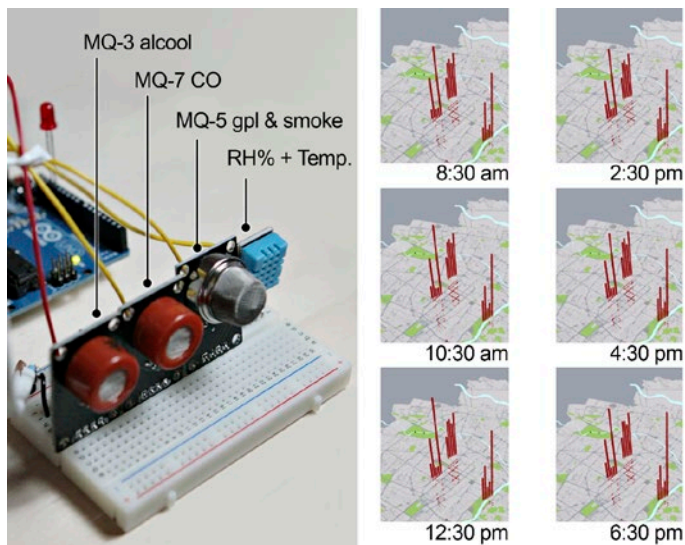
Real prototype and virtual model of the considered lighting/shading control system interacting in real time, together with the related grasshopper script.

produzione, assemblaggio e ottimizzazione. L'era IoT, avvolgente e globalizzante, permetterà di innovare radicalmente l'attuale cultura vincolistica e la prassi esigenziale. Infatti, è possibile prevedere il superamento del concetto statico di vincolo aprendo ad un feed-back normativo e gestionale dinamico in cui il rispetto e la definizione dei requisiti deve avvenire in un sistema dinamico/associativo. Si vedano in tal senso le ricerche del gruppo di Sevtsuk, City Form Lab, Politecnico di Singapore. L'influenza della terza era sulla società e sul progetto – prassi e teoria – passa per quattro assi di innovazione (Autore, 2015; Floridi, 2013): l'ibridazione tra realtà e virtualità, tra naturale e artificiale, l'abbondanza delle informazioni (il campione tende al totale della popolazione) e il primato dell'interazione rispetto all'entità. Le nuove implicazioni teoriche sono molteplici. Per esempio la necessità di modificare il paradigma di rischio in un contesto in cui la gestione di informazioni può passare da grandi società di controllo e in cui la capacità decisionale di una macchina può sostituire quella umana (Wiener, 1950). È necessario, inoltre, riuscire a definire un problema con una complessità sufficiente ad interpretare correttamente i dati per evitare stereotipi o l'insorgere di "cigni neri".

Esplorazioni applicative

Nell'ambito della ricerca, a fianco dello studio teorico, si sono condotte esperienze pratiche, tre delle quali richiamate in seguito, per indagare possibili ambiti applicativi della terza era. Un primo esempio, descritto in dettaglio in Autore (2015), è illustrato in Figura 1. Nell'applicazione, una scheda a microcontrollore Arduino UNO controlla tramite sensori e attuatori l'illuminamento interno agendo su uno schermo solare e un corpo illuminante a LED. Tale prototipo è collegato ad un modello geometrico digitale (algoritmico/parametrico) per testare un ponte di collegamento continuo tra mondo reale e mondo virtuale. La materializzazione del modello avviene sia nel mondo reale, sia nel mondo virtuale aprendo a ibridi gestionali, manutentivi, alla possibilità di interazione dinamica tra sensori-attuatori, software installati nella scheda di gestione e software di simulazione/ottimizzazione o gestione dell'utente in ambito multi-dimensionale capace di interagire con piattaforme e sistemi basati su flussi di informazioni (*Beyond Information Models* e non solo). Si vedano anche in tal senso le esperienze di utilizzo dei dati urbani volte alla creazione di sistemi di District Information Modelling (Osello et al., 2016).





La seconda esperienza, illustrata in Figura 2, descrive una nuova piattaforma per il monitoraggio diffuso (e in futuro l'attuazione diffusa) tramite l'utilizzo di una grande quantità di nodi di monitoraggio da fonti e proprietà diverse. L'esempio è riportato per dimostrare la possibile rappresentazione/utilizzo di dati real-time da più sorgenti per il monitoraggio ambientale. Inoltre, la piattaforma di raccolta introduce un nuovo modo di costruzione di metadati capace di superare parzialmente lo scostamento tra moli di dati monitorati, ma non descritti, e la loro restituzione in informazione (Autore, 2015; 2014). Negli ultimi anni, tali applicazioni hanno avuto un forte sviluppo (es. Libelium S.L., o la piattaforma HI Reply).

Il terzo esempio riporta una datizzazione di informazioni estratte dai social network (Facebook, Flickr, Twitter) al fine di costruire mappe percettive di valenza paesistica analizzando foto e commenti georeferiti sia degli insider che degli outsider. L'esperienza, illustrata in Figura 3 e descritta nel dettaglio da Autore e Co-Autore (2016), può servire per superare il limite di applicazione delle fonti energetiche rinnovabili (FEM) dovuto alla valenza

materials (e.g. Khoshnevis, 2004; Lim et al. 2012; Tibaut et al. 2016; Perkins and Skitmore, 2015). The third axis refers to new possibilities in the moulding field related to the 3d-printing production of wax objects, to be used for lost-wax casting and the creation of moulds, and the possibility to print in innovative materials, which enables the direct production of moulds with higher thermal and mechanical resistance. Furthermore, additive techniques are characterized by an increased precision, such as in the case of the stereolithographic printer Form2 by Formlabs, which can be used in the manufacturing sector, in jewellery making, and even in medical engineering.

The third era is focused on data innovations, concerning a full application of the information and post-information society. As remembered by Mitchell (2005), buildings, which once repre-

sented the materialization of a specific project, are becoming continuously changing materialisations of digital information, whose usage opens up new scenarios. This area has hardware and software implications and is related to the internet of things (IoT), to big data and to datization. Datization, a phenomenon which already existed in the pre-digital age, is now applied beyond its traditional limits and facilitates quantification and measurement which were not possible in the past. Actually, the present limits of ICT pervasiveness in society are confined only to the thermodynamic and physical (amount of storage space) spheres.

Data themselves are becoming a new platform wherein the space of the design-project, now digitally mediated, and its materialisation intercept the flow of information (data + metadata) in a new relationship which connects

02 – Sistema di monitoraggio di dati ambientali urbani in real time. A sinistra, assemblaggio di una delle stazioni di monitoraggio; a destra, restituzione georeferita nel tempo dei dati monitorati da tre stazioni dislocate nella Città di Torino.

The considered monitoring system devoted to produce urban environmental data in real time. To the left, an assembly of a sample monitoring stations; to the right, sample geo-referred real-time data restitutions by 3-monitoring stations located in the City of Turin.

paesistica e alla percezione delle popolazioni. Analisi in 3d-GIS sull'applicabilità delle fonti rinnovabili e sulla visibilità dei luoghi (viewshed analysis) sono rafforzate dalla sovrapposizione di mappe di percezione da social network. Altri esempi sono basati sul tracciamento dei cellulari (es. Senseable Lab, MIT).

Conclusioni e futuri della ricerca

Il paper ha introdotto una classificazione delle implicazioni che le IT-ICT hanno sul progetto architettonico tratteggiando ambiti di innovazione tecnologica. I futuri della ricerca sono molteplici e inerenti lo sviluppo di nuovi strumenti e approcci per il progetto, specialmente di natura ambientale, e lo studio delle possibili implicazioni parametrico-adattive nell'ambito normativo integrando l'uso di modelli predittivi e algoritmi di self-Learning con il soddisfacimento dei diversi requisiti. Le tre applicazioni presentate dimostrano come sia possibile legare il mondo della modellistica a flussi di dati in real-time aprendo a numerose applicazioni alle diverse scale. Si pensi, per esempio, all'ottimizzazione di forme e distribuzioni al fine di razionalizzare il soddisfacimento di requisiti legati al dimensionamento delle unità spaziali e alla loro aggregazione in funzione delle diverse classi esigenti per la riduzione del disadattamento. Ad esempio, nel caso dei requisiti ambientali è possibile ottimizzare forme e distribuzioni in funzione delle variabili di sito (vento, soleggiamento) tramite l'impiego di processi espliciti traducibili in algoritmi (es. accesso/schermatura riguardo la luce solare diretta in determinate condizioni; esposizione/protezione riguardo i venti dominanti). Un ulteriore esempio di applicazione può rispondere ad approcci euristici per l'ottimizzazione dei consumi basati su algoritmi di learning - si veda il lavo-

the growing number of project construction contents and corresponding production, assembly and optimization requirements. The IoT environment, which is enveloping and globalizing, will radically innovate the current normalization culture and the performance-driven approach. It is, in fact, theoretically possible to overcome the static concept of constraints by using dynamic constraints and managing actions in which the respect and the definition of requirements can be conceived in a dynamic / associative feedback related way. Possible examples are developed by the research group of Sevtsuk, the City Form Lab, Polytechnic of Singapore. The influence of the third era on society and the design practice - applications and theories - can be classified according to four axes of innovation (Author, 2015; Floridi, 2013): Hybridization between reality

and virtuality, between nature and artefact, the abundance of information (the sample deals with the total population) and the primacy of interaction over entity. There are several possible theoretical implications. For example the need to change the paradigm of risk in a context where the management of information can be delegated to big control companies and in which the decision-making ability of a machine can replace the human one (Wiener, 1950). Furthermore, it is necessarily to be able to define a problem with sufficient complexity to correctly interpret the data and prevent "black swans".

Supporting applications

During this research, alongside the theoretical study, supporting practical experiences have been developed to investigate possible areas of application of the third era. Three of these applications

03 – Mappatura della percezione paesistica di un Landmark urbano (Mole Antonelliana, simbolo della città di Torino). A sinistra, estratto dall'analisi di visibilità effettuata da Autore e Co-Autore (2016) tramite viewshed in ambiente GIS (Geographic Information System) tridimensionale; a destra, estratto dall'analisi percettiva basata sulle informazioni contenute nei social network (fotografie di Flickr).

Map representation of the landscape perception of an urban Landmark (Mole Antonelliana, the symbol of the City of Turin). On the left, extract of the visibility analysis implemented by Author and Co-Author (2016) by the viewshed tool in a 3-d GIS environment (Geographic Information System); on the right an extract of the perceptive analysis conducted on social network (Flickr) information.

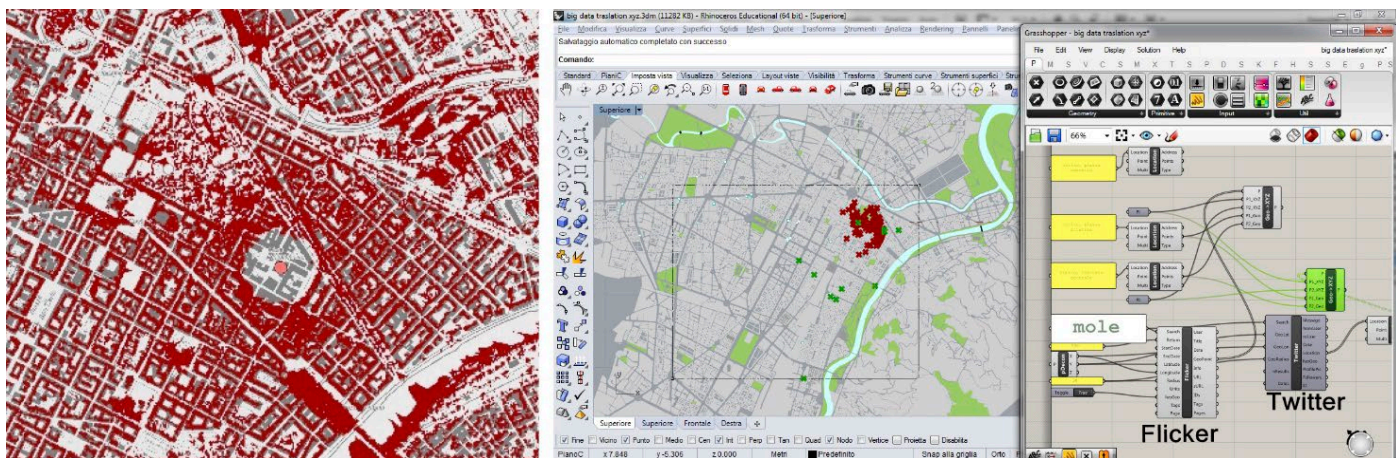
ro di Kazmi et al. (2016) riguardo i sistemi di ACS – ottimizzazioni paretiane dove le *front solution* rispondono agli indicatori e le funzioni obiettivo ai requisiti.

Gli ambiti di applicazione riguardano la resilienza e la valenza ecosistemica urbana, le implicazioni interdisciplinari tra le discipline delle IT-ICT e le competenze che necessitano di processi espliciti, associativi e programmabili, e i metodi di valutazione di natura interattiva basati su benchmark variabili/statistici.

BIBLIOGRAFIA

Anderson, C. (2012), *Makers*, Random House, London.
 Brandon, P.S., Kocaturk, T. (Eds.) (2008), *Virtual Futures for Design, Construction and Procurement*, Wiley-Blackwell, Hoboken.
 Carrara, G. et al. (2014), *Conoscere collaborare progettare*, Gangemi, Roma.
 Cavaglià, G. et al. (1975), *Industrializzazione per programmi*, RDB, Piacenza.
 Celento, D. (2007), “Innovate or Perish”, *Harvard Design Magazine*, Vol. 27, pp. 1-9.
 Chiesa, G. (2014), “Data, BigData and smart cities. Considerations and case study on environmental monitoring”, *Techne*, Vol. 8, pp. 81-89.
 Chiesa, G. (2015), *Paradigmi tecnologie ed ere digitali*, Accademia University Press, Torino.
 Chiesa, G. (2016), “Model, digital technologies and datization”, in Pagani, R.,

and Chiesa, G. (Eds.), *Urban Data*, FrancoAngeli, Milano, pp. 48-81.
 Chiesa, G., La Riccia, L. (2016), “Tools and methods for evaluating and designing the perceived landscape”, in Pagani, R. and Chiesa, G. (Eds.), op. cit., pp. 159-198.
 Conole, G., Wills, S. (2013). “Representing learning designs - making design explicit and shareable”, *Educational Media International*, Vol. 50, No. 1, pp. 24-38.
 Droege, P. (2006), *The Renewable City*, Wiley Academy, Milton, Queensland 4064.
 Ferraris, M. (2003). “Ontologia e oggetti sociali”, in Floridi, L. (Ed.), *Linee di Ricerca*, SWIF, pp. 269-309.
 Floridi, L. (2013), *The OnLife Manifesto*, Seminario, Politecnico di Torino, Torino, 24 maggio.
 Geymonat, L. (1986), “Storicità e attualità della cultura scientifica”, *Insegnare*, Vol. 11, p. 16.
 Hawking, S. (2016), “Artificial intelligence could spell end of human race”, *the Guardian*, 2 dec.
 Kazimi, H. et al. (2016). “Generalizable occupant-driven optimization model for domestic hot water production in NZEB”, *Applied Energy*, Vol. 175, pp. 1-15.
 Khosnevis, B. (2014), “Automated construction by contour crafting”, *Automation in construction*, Vol. 13, pp. 5-19.
 Lim, S. et al. (2012), “Developments in construction-scale additive manufac-



are mentioned below. A first example, described in detail in Author (2015), is illustrated in Figure 1. In this application, an Arduino UNO microcontroller board controls via illuminance sensors and actuators a sun shading device and a LED lamp. This prototype is connected to a digital geometric model (algorithmic / Parametric) to test the functioning of a continuous bridge between the real and the virtual world. The materialization of the model is carried out both in the real world, and the

virtual world. This possibility enables hybrid management, maintenance, and dynamic interaction frameworks based on flows of information connecting sensors-actuators, software installed in the management board and software to simulate/optimize and manage user needs in multi-dimensional contexts (Beyond information Models and further approaches), as the uses of urban data towards District Information Modelling (Osello et al., 2016). (Fig. 1) As for example, the application of heu-

ristic approaches which aim at optimizing energy consumption thanks to self-learning algorithms - see the work of Kazmi et al. (2016) about DHW systems. The second experience is illustrated in Figure 2. The example describes a new platform to manage distributed monitoring systems (open to future widespread implementation) based on a large amount of monitoring nodes characterized by different sources and properties. The example is here

reported to demonstrate the possible representation/use of real-time data from multiple sources in environmental monitoring. Furthermore, this data-collection platform introduces a new way to construct metadatization which is capable of at least partially overcoming the shift between a large amount of non-defined monitored data and their return into information (Author, 2015; 2014). (Fig. 2) In recent years, these typologies of applications are spreading rapidly (e.g. Li-

turing processes”, *Automation in construction*, Vol. 21, pp. 262-268.

Medjdoub, B., Yannou, B. (2001), “Dynamic space ordering at topological level in space planning”, *Artificial Intelligence in Engineering*, Vol. 15, pp. 47-60.

Mitchell, W.J. (2005), “Construction Complexity”, in Martens, B., Brown, A. (Eds.), *Computer Aided Architectural Design Futures 2005*, Springer, Netherlands, pp. 41-50.

Osello, A. et al. (2016) *District Information Models. The DIMMER project: BIM tools for the urban scale*, in *Urban Data*, FrancoAngeli, Milano, pp. 231-261.

Oxman, R. (2006), “Theory and design in the first digital age”, *Design Studies*, Vol. 27 No. 3, pp. 229-265.

Ozkaya, I., Akin, Ö. (2006), “Requirement-driven design: assistance for information traceability in design computing”, *Design Studies*, Vol. 27 No. 3, pp. 381-398.

Perkins, I., Skitmore M. (2015), “Three-dimensional printing in the construction industry: A review”, *International Journal of Construction Management*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-9.

Reigeluth, C.M., Carr-Chellman, A.A. (2009). *Instructional-Design Theories and Models Volume III. Building a Common Knowledge Base*, Routledge, New York.

Rothenberg, J. (1989), *The nature of modelling*, in Widman. et al. (Eds.), *Simulation & Modelling*, John Wiley & Sons, New York, pp. 75-92.

Sennet, R. (2008), *The Craftsman*, Yale University Press, New Haven.

Terzidis, K. (2006), *Algorithmic Architecture*, Elsevier, Architectural Press, Oxford.

Tibaut, A., Rebolj, D. and Perk, M.N. (2016), “Interoperability requirements for automated manufacturing systems in construction”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 27, pp. 251-262.

Wiener, N. (1950), *The Human Use of Human Beings*, Houghton Mifflin, Boston.

belium S.L.; IoT platform HI by Reply). The third example illustrates a datization of information extracted from social networks (Facebook, Flickr, Twitter) in order to construct landscape-perception maps of visual values by analyzing geo-referred pictures and comments by both insiders and outsiders. The experience, illustrated in Figure 3 and described in detail by Author and Co-Author (2016), can be used to overcome current limits of application of renewable energy sources (RES) due to landscape-prevention constraints and the perception of people. 3d-GIS analysis of RES applicability and mutual visibility of places (e.g. viewshed analysis) can be enhanced by overlapping shape-file layers representing the value of perception from social-network analyses. Other examples are based on mobile tracking (e.g. Senseable Lab, MIT). (Fig. 3)

Conclusions and future developments

The paper has introduced a classification of possible implications that IT-ICT have on architectural design practice, outlining areas of technological innovation. There are numerous future possible developments which are related to the implementation of new tools and approaches to the design project, especially from an environmental point of view, and the study of possible parametric-adaptive implications on the regulatory framework, by integrating the use of predictive models and self-learning algorithms to computational design approaches to fit requirements. The 3-supporting applications show that it is possible to link the practice of modelling to real-time data and information flows. A possible example is the optimization of shapes and the internal distribution of spaces

Woodburry, R. (2010), *Elements of Parametric Design*, Routledge, London-New York.

ACKNOWLEDGEMENT

La ricerca è stata sino ad oggi finanziata tramite borsa MUR/09 Fondo giovani (2011-13) e tramite il grant di ricerca di ateneo 59_ATEN_RSG16CHG (2016-in corso).

in order to rationalize the fulfilment of requirements such as sizing of the spatial units and their mutual aggregation (compatibility/disturbance) as a function of the different classes of needs for the reduction of disadaptations. For example, it is possible to optimize shapes and distributions as a function of site-variables (e.g. wind and solar exposition) using explicit processes which can be described by algorithms. Another example is represented by the use of heuristic algorithms to optimize energy consumptions by self-learning algorithms (e.g. the study on DHW by Kazmi et al., 2016) and Pareto optimization in where front solutions face indicators and objective functions face requirements. Among the different areas of application, it is possible to underline urban environmental design, specific interdisciplinary implications between IT-ICT and other fields of

knowledge that need explicit, associative and programmable processes, and interactive evaluation methods based on statistical /not-fixed benchmarks.

ACKNOWLEDGEMENT

The research has been funded by the MUR/09 Fondo giovani (2011-13) research fellowship and by the atheneum research grant 59_ATEN_RSG16CHG (2016-2019).

Sistemi integrati BIM-GIS nella progettazione di edilizia ospedaliera ad alta efficienza energetica

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Roberto Di Giulio, Beatrice Turillazzi, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, Italia
Luca Marzi, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, Italia
Stefania Pitzianti, Becquerel Electric srl, Reggio Emilia, Italia

dgr@unife.it
tll@unife.it
luca.marzi@unifi.it
s.pitzianti@becquerel.it

Abstract. L'interoperabilità degli strumenti di gestione e controllo del processo di progettazione è una delle tematiche sulle quali si concentrano la ricerca e le innovazioni nel campo dei sistemi di modellazione BIM (Building Information Modeling). Obiettivo strategico del progetto di ricerca STREAMER, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del VII Programma Quadro, è la definizione di strumenti e metodi di progettazione degli edifici ospedalieri che consentano la riduzione del 50% del consumo energetico e delle emissioni nei grandi distretti sanitari. Al conseguimento di questo risultato concorre la creazione di strumenti integrati, basati sui sistemi BIM e GIS, in grado di fornire un efficace supporto alle decisioni dei vari soggetti coinvolti nel progetto e nella gestione dei complessi ospedalieri.

Parole chiave: efficienza energetica, distretti sanitari, building information modeling, semantic driven design.

Introduzione

Una delle tematiche sulle quali si concentrano la ricerca e le innovazioni nel campo dei sistemi di modellazione BIM (Building Information Modeling) è la creazione di strumenti capaci di portare la gestione e il controllo del processo di progettazione su piattaforme interoperabili.

Su tale principio si basa la capacità di gestire, mediante lo scambio e la condivisione di dati complessi e conoscenze pluridisciplinari, le attività e i ruoli dei diversi operatori che intervengono nel processo di programmazione, progettazione e gestione degli interventi.

In particolare, nell'ambito di interventi di nuova costruzione o di *retrofitting* all'interno dei grandi distretti ospedalieri, la possibilità di sviluppare modelli progettuali capaci di simulare condizioni alternative e di misurarne gli effetti garantendo un feedback condiviso è una condizione essenziale per ottimizzare l'attività di gestione durante l'intero ciclo di vita degli edifici.

L'efficienza energetica è uno degli obiettivi strategici sul quale si concentrano tali modelli, sia ai fini del contenimento dei costi

Integrated BIM-GIS
based design for high
energy efficiency hospital
buildings

Abstract. The interoperability of the tools for managing and controlling the design process is one of the themes on which research and innovations are focussed in the field of BIM (Building Information Modelling) systems. A strategic objective of the STREAMER research, co-funded by the European Union within the context of the Seventh Framework Programme, is that of defining the tools and methods of designing hospital buildings that allow for a 50% reduction in energy consumption and emissions in large healthcare districts. Contributing to the achievement of this result is the creation of integrated tools, based on BIM and GIS systems, capable of providing an effective backup to the decisions of the various subjects involved in the project and the management of hospital complexes.

Keywords: energy efficiency, healthcare districts, building information modeling, semantic driven design.

che a quelli della compatibilità ambientale. Le strategie di finanziamento della ricerca e dell'innovazione portate avanti dall'Unione Europea, annoverano questo tema tra quelli più urgenti e prioritari.

Nel 2014, nell'ambito del VII Programma Quadro, la Commissione Europea ha finanziato con 8 milioni di euro il progetto di ricerca "STREAMER - *Semantics-driven Design through Geo and Building Information Modelling for Energy-efficient Buildings Integrated in Mixed-use Healthcare Districts*".

Il progetto, coordinato dall'istituto di ricerca olandese TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek), vede la partecipazione di 20 partners - 6 grandi aziende, 6 piccole/medie imprese, 4 istituti di ricerca e 4 ospedali - afferenti a 9 Paesi comunitari. Fanno parte del Consorzio tre partners italiani: l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi (Firenze) e due strutture professionali, l'Ipostudio di Firenze (progettazione architettonica e ricerca) e Becquerel Electric di Reggio Emilia (sviluppo e progettazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

Obiettivo strategico del progetto è la messa a punto di strumenti e metodi per la progettazione di interventi che consentano la riduzione del 50% del consumo energetico e delle emissioni di anidride carbonica dei grandi distretti sanitari, notoriamente tra i più energivori ed inquinanti.

Il conseguimento di questo risultato passa attraverso l'ideazione di strumenti progettuali avanzati ed integrati, basati sui sistemi BIM e GIS, in grado di indirizzare le scelte di tutti i soggetti coinvolti nel progetto e nella gestione dei complessi ospedalieri verso l'ottimizzazione e l'efficienza energetica. Strumenti che riguarda-

Introduction

One of the topics that the research and innovations focus on in the field of BIM (Building Information Modelling) systems is the creation of tools capable of moving the management and control of the design projects onto interoperable platforms.

Based on this principle is the ability to manage, by means of the exchange and sharing of complex data and multidisciplinary knowledge, the activities and roles of the various operations involved in the programming, design and management process of the interventions

In particular, within the context of the new construction or retrofitting interventions in the large healthcare districts, the possibility of developing design models capable of simulating alternative conditions and gauging the effects, guaranteeing a shared feedback, is an essential condition for optimising

the management activities during the entire lifecycle of the buildings.

Energy efficiency is one of the strategic objectives these models focus on, in order to reduce costs as well as for environmental compatibility purposes. The financing strategies of the research and innovation pursued by the European Union, pinpoint this theme as one of the most urgent and priority-driven. In 2014, within the context of the Seventh Framework Programme, the European Commission contributed 8 million euro to the research project, "STREAMER - *Semantics-driven Design through Geo and Building Information Modelling for Energy-efficient Buildings Integrated in Mixed-use Healthcare Districts*".

The project, coordinated by the Dutch research institute TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek), has the par-

no esclusivamente la prima fase del processo progettuale, dalla definizione degli obiettivi strategici fino al progetto preliminare. Il Rijnstate Hospital (Olanda), il distretto ospedaliero de la Pitié-Salpêtrière di Parigi (Francia), il Rotherham Hospital (Gran Bretagna) e l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi (AOUC) di Firenze ricoprono il ruolo strategico di casi-studio per la verifica dei risultati attesi. In particolare, l'AOUC, in considerazione della sua particolare connotazione, dei sistemi di produzione energetica e della presenza di un consolidato sistema informatico di gestione, è stata scelta per la validazione dei nuovi strumenti nelle procedure di intervento di *retrofitting* del patrimonio esistente.

La ricerca – che sta completando il quarto ed ultimo anno di attività – si è concentrata sull'operatività degli strumenti applicativi finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici ospedalieri. La struttura del modello semantico e i criteri di modellazione BIM messi a punto consentiranno tuttavia lo sviluppo di ulteriori innovazioni degli strumenti progettuali e gestionali.

Obiettivi, metodologia e risultati raggiunti

Gli obiettivi strategici del progetto STREAMER riguardano:

- lo sviluppo di un modello semantico basato sulla classificazione e l'identificazione, mediante specifiche tecniche e prestazionali, degli "oggetti" sui quali basare la modellazione BIM di un edificio ospedaliero;
- l'elaborazione di uno schema innovativo del processo di progettazione basato sul coordinamento, la cooperazione e la partecipazione attiva da parte di tutte le categorie di operatori coinvolti;
- la definizione dei parametri, degli indicatori (KPIs - *Key Performance Indicators*) e dei valori di soglia delle prestazioni relative a efficienza energetica, costi e qualità;

participation of 20 partners - 6 large companies, 6 small/medium-sized companies, 4 research institutes, and 4 hospitals – belonging to 9 Community countries. Forming part of the Consortium are three Italian partners: the Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi (Florence) and two professional structures, the Ipostudio of Florence (architectural design and research) and Becquerel Electric of Reggio Emilia (development and design of plants for the production of energy from renewable sources). A strategic objective of the project is the perfecting of tools and methods for the design of interventions allowing for a 50% reduction of energy consumption and emissions of carbon dioxide by the large healthcare districts, notoriously among the most energy-intensive and polluting users. The achievement of this result passes through the creation of advanced and

integrated design tools based on BIM and GIS systems that are capable of guiding the choices of all the subjects involved in the project and in the management of hospital complexes, towards optimisation and energy efficiency. Tools that only concern the first phase of the design process, from the definition of the strategic objectives up to the preliminary project. The Rijnstate Hospital (the Netherlands), the hospital district of Pitié-Salpêtrière in Paris (France), the Rotherham Hospital (Great Britain) and the Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi (AOUC) of Florence cover the strategic role of case-studies for the verification of the expected results. In particular, the AOUC, in view of its specific connotation, energy production system and the presence of a consolidated computerised management system, has been chosen for the vali-

- la realizzazione di strumenti di supporto alle decisioni, concentrati nelle prime fasi del processo di progettazione, in grado di gestire, elaborare e comparare dati provenienti da un software di modellazione funzionale e da strumenti di calcolo dei livelli di efficienza energetica.

La definizione del modello semantico, ovvero il sistema di identificazione delle caratteristiche e delle relazioni tra gli oggetti della libreria del BIM, ha richiesto un'approfondita ricognizione delle principali tipologie degli edifici ospedalieri in Europa e la successiva scomposizione del sistema funzionale secondo una successione di scale che dall'edificio, inteso come primo livello di scomposizione di un Distretto Socio-Sanitario, scendono fino al singolo componente edilizio e impiantistico.

Le Unità Spaziali (singole stanze o ambiti spaziali omogenei) e le Aree Funzionali (raggruppamenti di Unità Spaziali omogenee sotto il profilo funzionale) sono state quindi individuate come i livelli più idonei per la costruzione del modello semantico e per il funzionamento dell'*Early Design Configurator* (EDC), un software, elaborato nell'ambito del progetto, in grado di elaborare – nelle fasi di progettazione preliminare – schemi di *layouts* ottimali per ciò che riguarda il comportamento energetico dell'edificio (Hempel e altri, 2016).

I dati con i quali l'EDC elabora gli schemi di *layouts* compatibili con i requisiti funzionali e seleziona quelli che garantiscono i livelli di efficienza energetica più elevati, comprendono:

- le prestazioni ambientali, le caratteristiche funzionali e le attrezzature che una Unità Spaziale (US) o un'Area Funzionale (AF) deve garantire in relazione alle attività che dovrà ospitare;
- i criteri, tradotti in vere e proprie regole progettuali (Fig. 1), in base ai quali si stabiliscono le relazioni tra le US all'interno

dation of new tools in the retrofitting intervention procedures of the existing heritage. The research – which is now completing its fourth and last year of activity – has been focussed on the operability of the application tools designed to improve the energy efficiency of the hospital buildings. The structure of the semantic model and BIM modelling criteria perfected will however allow for the development of additional innovations of the design and management tools.

Objectives, methods and results achieved

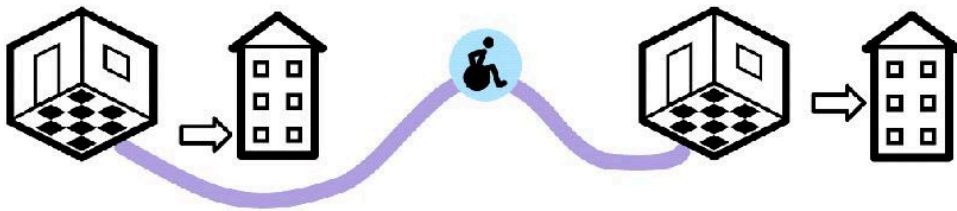
The strategic objectives of the STREAMER project concern:

- the development of a semantic model based on the classification and identification, by means of technical and performance specifications, of the

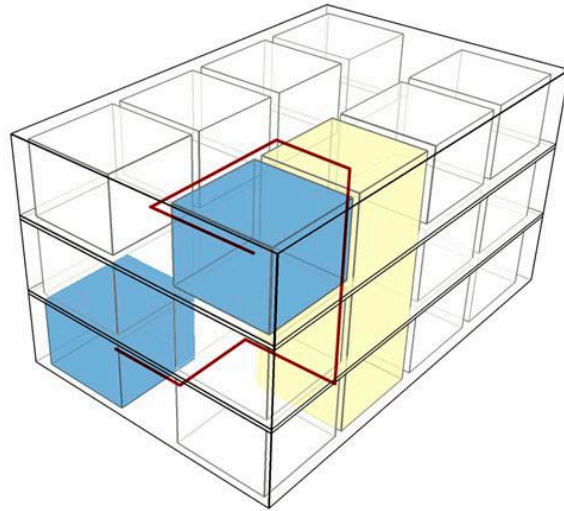
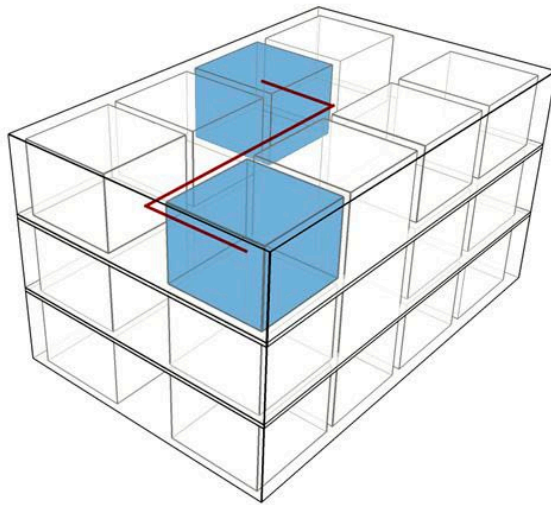
"objects" on which to base the BIM modelling of a hospital building;

- the drawing up of innovative plan of the design process based on the coordination, cooperation and active participation by all the categories of stakeholders involved;
- the defining of parameters, indicators (KPIs - *Key Performance Indicators*) and threshold values of the relative performance relating to energy efficiency, costs and quality;
- the creation of backup tools for the decision-making, concentrated during the initial phases of the design process, capable of managing, processing and comparing the data coming from functional modelling software and from calculation instruments of the levels of energy efficiency.

The definition of the semantic model, that is, the identification system of the



Vertical distance factor
patient
51m +
(5,44m x N. of floors)



01 | Regole di progettazione: verifica negli schemi elaborati dall'EDC del soddisfacimento della regola relativa alla disposizione di due US in relazione ai percorsi dei pazienti
Design rules: verification in the diagrams developed by the EDC of the compliance with the rule governing the arrangement of the two SUs in relation to the patient itineraries

di una AF o tra le AF all'interno di un edificio (per esempio: il fatto che determinati ambienti debbano o non debbano essere collegati, adiacenti o vicini; la loro posizione ideale in relazione ai percorsi o agli accessi; la loro compatibilità o incompatibilità con i vincoli derivanti da determinati schemi tipologici).
L'elaborazione delle informazioni relative alle caratteristiche dei singoli vani – raccolti nella libreria di oggetti del BIM – e la loro traduzione in attributi, si basa su un sistema di “etichettatura” (*labelling system*) che consente di assegnare ad ogni US

una serie di valori corrispondenti alle caratteristiche tecniche e ambientali necessarie a soddisfare le attività che quella US dovrà ospitare.

Sei *labels* (Tab. 1) definiscono i parametri di ogni singola US dai quali dipende il “comportamento energetico” dell'intero edificio. Ad ogni parametro corrisponde una scala di valori corrispondenti ai livelli prestazionali richiesti dalle diverse US.

Al parametro “H – Hygienic Classes”, per esempio, corrispondono 5 livelli – da H1 a H5 – che definiscono i livelli prestazionali

characteristics and relationships between the objects in the BIM library, has called for in-depth reconnaissance of the main types of hospital buildings in Europe and the subsequent breaking down of the functional system according to a succession of rating scales which move down from the building, understood as the first level of the breakdown, to the individual building and plant engineering component.

The Spatial Units (single rooms or homogeneous spatial environments) and the Functional Areas (groupings of Spatial Units that are homogeneous in functional terms) have therefore been identified as the most suitable levels for constructing the semantic model for the operation of the *Early Design Configurator* (EDC), software developed within the context of the project that is able to process – during the preliminary design phases – diagrams of op-

timal layouts for everything regarding the energy behaviour of the building (Hempel et al, 2016).

The data via which the EDC processes the diagrams of layouts compatible with the functional requirements and selects those that guarantee the highest levels of energy efficiency include:

- the environmental performance, the functional features and equipment that a Spatial Unit (SU) or Functional Area (FA) must guarantee in relation to the activities that it is designed to house;
- the criteria, translated into real design rules (Fig. 1), according to which the relationships are established between the SUs inside an FA or between the FAs and the inside of a building (for example, the fact that certain environments must or must not be connected, adjacent or close together; their ideal position in relation to pathways or accesses; their compatibility or incom-

patibility with the constraints deriving from certain typological schemes).

The processing of the information regarding the features of the single rooms – collected in the BIM object library – and their translation into attributes, is based on a labelling system that allows for allocating to each SU a series of values corresponding to the technical and environmental characteristics necessary for complying with the activities that that specific SU must house.

Six labels (Table 1) define the parameters of each individual SU on which the “energy behaviour” of the entire building depends. Corresponding to each parameter is a scale of values corresponding to the performance levels required by various SUs.

Corresponding to the parameter “H – Hygienic Classes” for example, there are 5 levels – from H1 to H5 – that define the performance levels (ventilation,

quality of the air, level of hygiene of the surfaces, etc.) required by the different use destinations of the SUs in a hospital. The “labelling”, that is, the procedure for allocating the labels to the various SUs foreseen in the project, is carried out using a database that supplies the complete list of SUs of a hospital building already provided with the standard performance values corresponding to the six labels.

At this point, the quantitative and qualitative data of the SUs (expressed by the labels) are uploaded in the EDC which processes a series of layout diagrams compatible with the design rules and optimised for everything concerning the energy performance of the building.

By taking into account the indications supplied by these diagrams the design team proceeds to build the BIM model. Once it is completed, the values corre-

H Hygiene (has a relation with amount of ventilation, air tightness, cleaning, materials)	H1	Corridor, reception, toilette, etc.
	H2	Office, bath room, etc.
	H3	Patient room, examination room, treatment room, etc.
	H4	Operating room, insulation room, etc.
	H5	Laboratory, production pharmacy, etc.
A Access Security (has a relation with the position in the hospital, safety/protective/security device)	A1	Public
	A2	Patients, visitors and staff
	A3	Patients - supervised by staff - and staff
	A4	Only staff members
	A5	Specific staff members
U User profile (has a relation with the type of use)	U1	Office timeslot: Monday-Friday 8:00 – 18:00
	U2	Extended office timeslot: Monday-Friday 8:00 – 20:00
	U3	Office time slot with emergency function outside time slot: Monday-Friday 8:00 – 18:00
	U4	Continuous operation e.g. ward, ICU, emergency: 24*7
EQ Equipment (has a relation with the type of function, high electric power needed, medical gasses, ICT data points)	EQ1	No additional electric power is needed
	EQ2	Electric power equal to an office
	EQ3	Electric power equal to an office combined with emergency power supply
	EQ4	Electric power higher (1.6 times) than an office
	EQ5	High electric power demand (1.5 kW/m ²)
	EQ6	Special equipment and requirements regarding safety
C Construction (has a relation with floor strength, shielding against radiation, floor height, air tightness)	C1	Office level
	C2	Office level with extra floor strength
	C3	Office level with extra floor height
	C4	Office level with extra floor height and strength
	C5	Accessible from the outside with heave load
	C6	Shielding against radiation
CT Comfort (has a relation to requirements on day light, view to the outside, air flow, design temperature, lighting, indoor noise and control of lighting)	CT1	e.g. archive room
	CT2	e.g. corridor
	CT3	e.g. office
	CT4	e.g. patient room with direct daylight
	CT5	e.g. room with (in)direct daylight
	CT6	e.g. laboratory
	CT7	e.g. operating room
	CT8	special

sponding to the attributes of the single environments will be exported (in the standard format of the BIM software) and uploaded in the simulation software of the energy performance, cost analysis and verification of the environmental quality parameters.

These data are then processed in a single tool: a Dashboard that offers the designer an immediate projection of the results of the various design hypotheses under examination which concern:

- energy performance (efficiency and CO₂ emissions);

- the qualitative levels, measured above all in relation to the environmental quality of the areas and the degree of user satisfaction;

- the financial sustainability of the intervention based on an estimate of the Life Cycle Costs of the building.

The application of the tools and procedures of a design method like the one described above mainly concern the initial steps of the process, in particular those that lead from the definition of the intervention strategy to the drawing up of the preliminary project. By

involving such an articulated team of operators (clients, professionals, stakeholders, user representatives, etc.) all characterised by diverse skills and profiles during these steps, the efficiency and functioning of an instrument like this will be proportional to the level of participation and cooperation among all the “actors” of these process steps.

To this end, by using the process flowchart developed by the RIBA (Royal Institute of British Architects), considered a standard model in the majority of European countries,

the STREAMER has reprocessed the first three steps described in the “2013Work Plan” (Fig. 2) adapting the goals, objectives and actions on the basis of the integrated and multi-disciplinary approach methods of the “concurrent design” (Matthyssen and Gerené, 2011).

The role of the AOU Careggi

The activity programme entrusted to the AOU Careggi, a Consortium partner, includes the experimentation of the tools developed during the rese-

(ventilazione, qualità dell'aria, igienicità delle superfici, etc.) richiesti dalle diverse destinazioni d'uso delle US di un ospedale. Il "labelling", cioè la procedura per l'attribuzione dei *labels* alle varie US previste dal progetto, viene effettuata utilizzando un database che fornisce la lista completa delle US di un edificio ospedaliero già corredate con i valori standard delle prestazioni corrispondenti ai sei *labels*.

A questo punto i dati quantitativi e qualitativi delle US (espressi dai *labels*) vengono caricati nell'EDC che elabora una serie di schemi di layout compatibili con le regole di progettazione e ottimizzati per ciò che riguarda il comportamento energetico dell'edificio.

Tenendo conto delle indicazioni fornite da tali schemi, il team di progettazione procede nella costruzione del modello BIM. Una volta completato il modello, i valori corrispondenti agli attributi dei singoli ambienti vengono esportati (nel formato standard dei software BIM) e caricati nei software di simulazione del comportamento energetico, di analisi dei costi e di verifica dei parametri di qualità ambientale.

Questi dati vengono infine elaborati in un unico strumento: una *Dashboard* che offre al progettista una proiezione immediata dei risultati delle varie ipotesi progettuali in esame per ciò che riguarda:

- le prestazioni energetiche (efficienza ed emissioni di CO₂);
- i livelli qualitativi, misurati soprattutto in relazione al qualità ambientale degli spazi e al grado di soddisfazione degli utenti;
- la sostenibilità finanziaria dell'intervento basata sulla proiezione dei costi nel ciclo di vita dell'edificio (*Life Cycle Costs*).

L'applicazione degli strumenti e delle procedure di un metodo di progettazione come quello appena descritto riguardano pre-

valentemente le fasi iniziali del processo, in particolare quelle che vanno dalla definizione della strategia di intervento fino alla elaborazione del progetto preliminare. Coinvolgendo in tali fasi un team assai articolato di operatori (committenza, professionisti, *stakeholders*, rappresentanti dell'utenza, etc.) caratterizzati da profili e competenze diverse, l'efficacia e il funzionamento stesso di tali strumenti è proporzionale al livello di partecipazione e cooperazione tra tutti gli "attori" di queste fasi del processo.

A tale scopo, utilizzando lo schema di processo sviluppato dal RIBA (Royal Institute of British Architects), considerato un modello standard nella maggior parte dei paesi europei, STREAMER ha rielaborato le prime tre fasi descritte nel "Plan of Work 2013" (Fig. 2) adattandone scopi, obiettivi e azioni sulla base delle metodologie di approccio integrato e multidisciplinare del "concurrent design" (Matthyssen e Gerené, 2011).

Il ruolo dell'AOU Careggi

Il programma delle attività affidate all'AOU Careggi, partner del Consorzio, prevedeva la sperimentazione degli strumenti messi a punto nel corso del progetto di ricerca all'interno del sistema informatizzato e geo-referenziato SACS* (Sistema per l'Analisi delle Consistenze Strutturali), ideato e gestito dall'Università di Firenze (sistema già operativo in diversi segmenti del sistema di gestione tecnico-amministrativa dell'Azienda).

Il sistema è un data base, in continuo aggiornamento, che supporta la gestione, sia sul piano tecnico che su quello amministrativo, dei dati relativi a più di 15.500 ambienti dei 54 edifici che costituiscono il distretto.

L'obiettivo è di implementare questo sistema con i risultati della ricerca per utilizzarlo quale supporto nelle fasi decisionali pre-

arch project in the computerised and geo-referenced SACS* (System for the Analysis of Structural Consistency), created and managed by the University of Florence (a system that is already operating in various segments of the Company's technical-administrative management system).

The system is a continuously updated database that supports the management, on both a technical and administrative level, of the data relating to more than 15,500 environments in the 54 buildings making up the district.

The objective is to implement this system with the results of the research in order to use it as a backup during the preliminary decision-making steps regarding its own real-estate assets, with a view to functional energy savings and efficiency. In consideration of the programming of the future interventions, the Company has chosen to use the "San Luca"

cancer centre as the object of the validation of the results of the research.

This centre is in a complex consisting of three buildings located in the heart of the district, adjacent to the new tri-generation plant (Fig. 3).

The first of the three buildings, called "San Luca Vecchio", was built in the sixties and has a "triple distribution" layout on three floors. In addition to the areas used as a reception, it also houses the Departments of Integrated Activities (DAI) for heart and vascular disorders, the DEA (department for emergency treatment and admission) and Biomedicine Department. In all, it has 282 different zones spread over 3,646 m² and 60 beds.

The second building, known as the "Volano", which connects the other two buildings, was inaugurated two years ago and has a "quintuple distribution" layout on four different floors. Apart

from the technical rooms, it also houses DAI for diagnostic imaging and oncology. There are seven new operating theatres on the ground floor. In all, it has 242 different zones spread over 4,662 m².

The construction of the third building, called "San Luca Nuovo", was carried out fifteen years ago. The structure has the same layout as the "Volano", but is on six floors. It houses the DAI for heart and vascular disorders, medical-surgical specialties, the DEA, and the diagnostic imaging and oncology department. In all, it has 817 different zones spread over 13,784 m² and 219 beds.

In view of the age and inefficiency – both functional and performance-wise – of the first building (Fig. 4), the hospital management is facing the problem of deciding on the type of intervention to carry out, that is, whether

to opt for demolition and rebuilding, or major renovations. STREAMER therefore becomes a strategic tool for making this decision according to energy efficiency criteria.

The Italian case-study: modelling

The modelling of the area pertaining to the Polyclinic was tackled by defining three specific scales of detail relating to the territorial representation, the volumetric representation of the entire building complex and that of details relating to the components of the individual pavilions.

For the representation scales, the same number of software families was used that belong to the Geographic Information System (GIS), to the solid surface modellers (DEM – Digital Elevation Model) and to the Building Information Modelling (BIM) systems.

The GIS modelling phase was proces-

minari riguardanti il proprio patrimonio immobiliare, in un'ottica di contenimento energetico ed efficienza funzionale.

Considerando la programmazione dei futuri interventi, l'Azienda ha scelto di utilizzare il polo oncologico "San Luca" quale oggetto della validazione dei risultati della ricerca.

Il polo si articola in un complesso di tre edifici posto nel cuore del distretto, in adiacenza alla nuova centrale di trigenerazione (Fig. 3).

Il primo dei tre edifici, il "San Luca Vecchio", è stato costruito negli anni '60 e presenta uno schema planimetrico a "triplo distributivo" su tre livelli. Ospita, oltre agli ambienti destinati all'accoglienza, locali afferenti ai Dipartimenti ad Attività Integrata (DAI) del Cuore e del Vasi, del DEA e di Biomedicina. Conta 282 ambienti distribuiti in 3.646 m² e ospita 60 posti letto.

Il secondo, il "Volano", di collegamento tra gli altri due edifici, è stato inaugurato da due anni e presenta uno schema planimetrico a «quintuplo distributivo» su quattro livelli. Ospita, oltre ai locali tecnici, i DAI di Diagnostica per Immagini e di Oncologia. Sette sono le nuove sale operatorie al piano terra. Conta 242 ambienti distribuiti su 4.662 m².

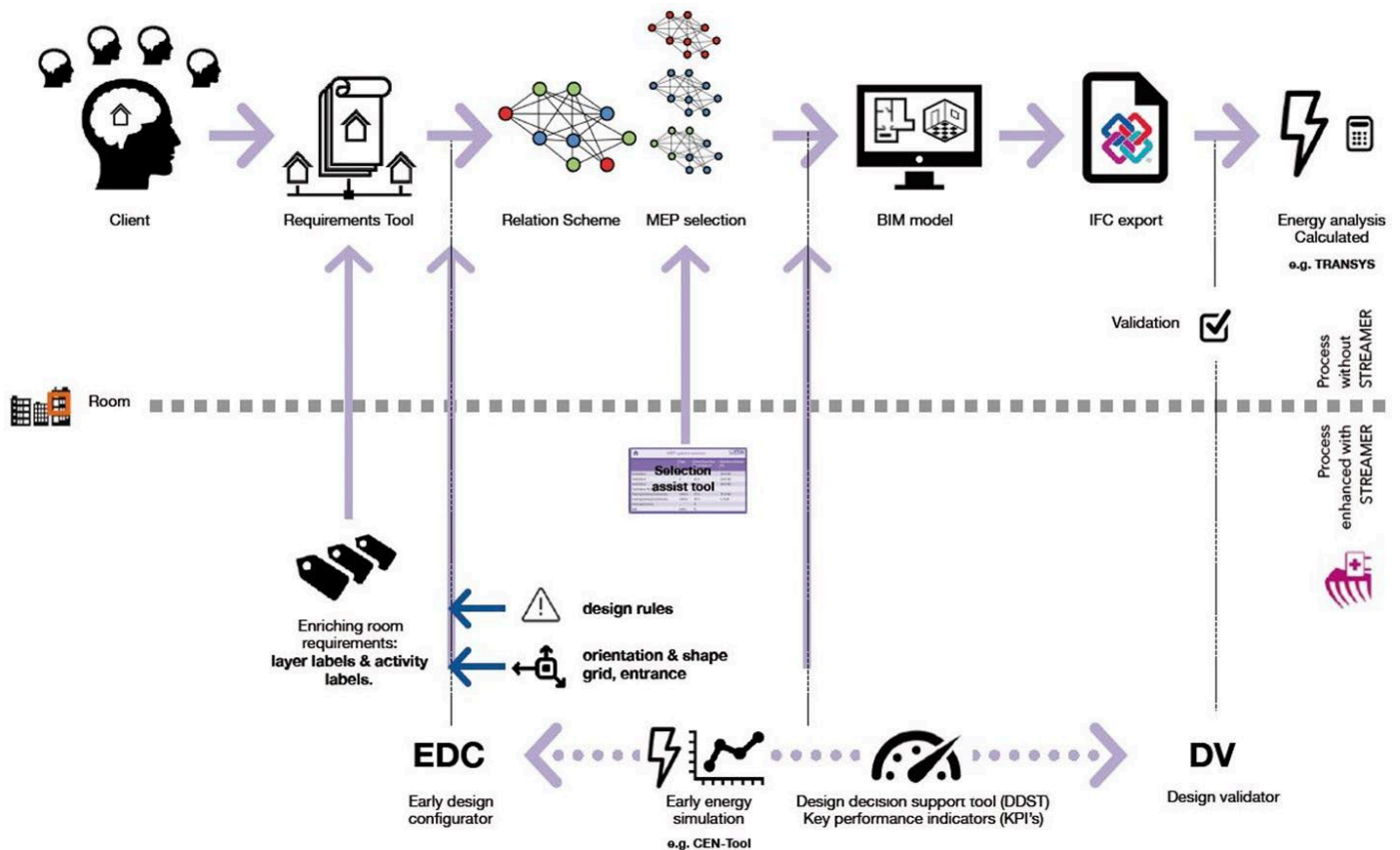
La costruzione del terzo edificio, infine, il "San Luca Nuovo", risale a 15 anni fa. La struttura presenta lo stesso schema planimetrico del "Volano" ma su sei livelli. Ospita i DAI del Cuore e dei Vasi, delle Specialità Medico-Chirurgiche, del DEA, di Diagnostica per Immagini e di Oncologia. Conta 817 ambienti distribuiti su 13.784 m² e ospita 219 posti letto.

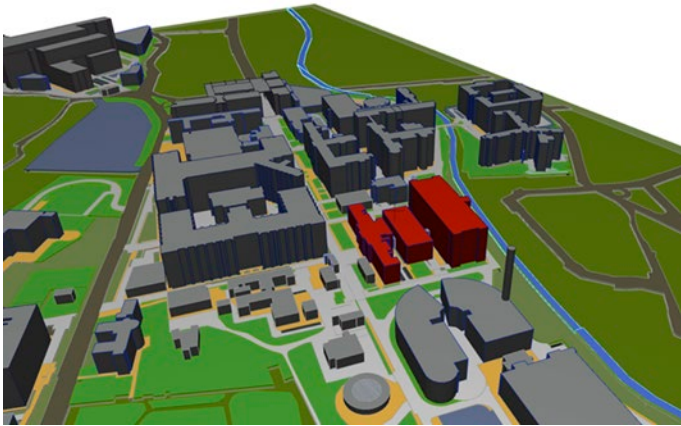
La Direzione dell'Azienda, considerata la vetustà e l'inefficienza – funzionale e prestazionale - del primo edificio (Fig. 4), si è posta il problema del tipo di intervento da intraprendere, cioè se effettuare una demolizione e ricostruzione oppure una ristrutturazione profonda. STREAMER diventa quindi lo strumento strategico per effettuare questa scelta secondo criteri di efficienza energetica.

Il caso-studio italiano: modellazione

La modellazione dell'area afferente il policlinico è stata affrontata definendo tre scale specifiche di dettaglio riferibili alla rappresentazione territoriale, alla rappresentazione volumetrica dell'intero patrimonio edilizio e a quella di dettaglio, relativa alle componenti dei singoli padiglioni.

02 |





Per le scale di rappresentazione sono state utilizzate altrettante famiglie di software appartenenti ai sistemi geografici informatizzati (GIS), ai modellatori solidi di *surface* (DEM) e ai sistemi di Building Information Modeling (BIM).

La fase di modellazione GIS è stata elaborata utilizzando i *layout* cartografici del sistema SACS[®], importando - su base geo-referenziata - l'organizzazione delle singole polilinee che definiscono ogni padiglione ed ogni ambiente (stanza) in esso contenuto, compresi i parametri fisici (dimensionali) e i relativi database (DB) correlati. Dal file bidimensionale geo-referenziato (gerarchizzato per livelli normalizzati per piani fuori terra) è stato realizzato un modello tridimensionale definito secondo le metodologie di modellazione CityGML, afferente al grado di dettaglio del LoD2 (Level of Detail) per l'intero comparto edilizia aziendale e al LoD3 per i tre padiglioni del polo del "San Luca".

La modellazione GIS e CityGML, è stata necessaria per inquadrare il caso studio nella geografia territoriale di riferimento, potendo così valutare gli aspetti relativi all'esposizione ambientale

degli edifici e quelli relativi alla natura e tipologia delle reti di connessione presenti nel distretto sanitario.

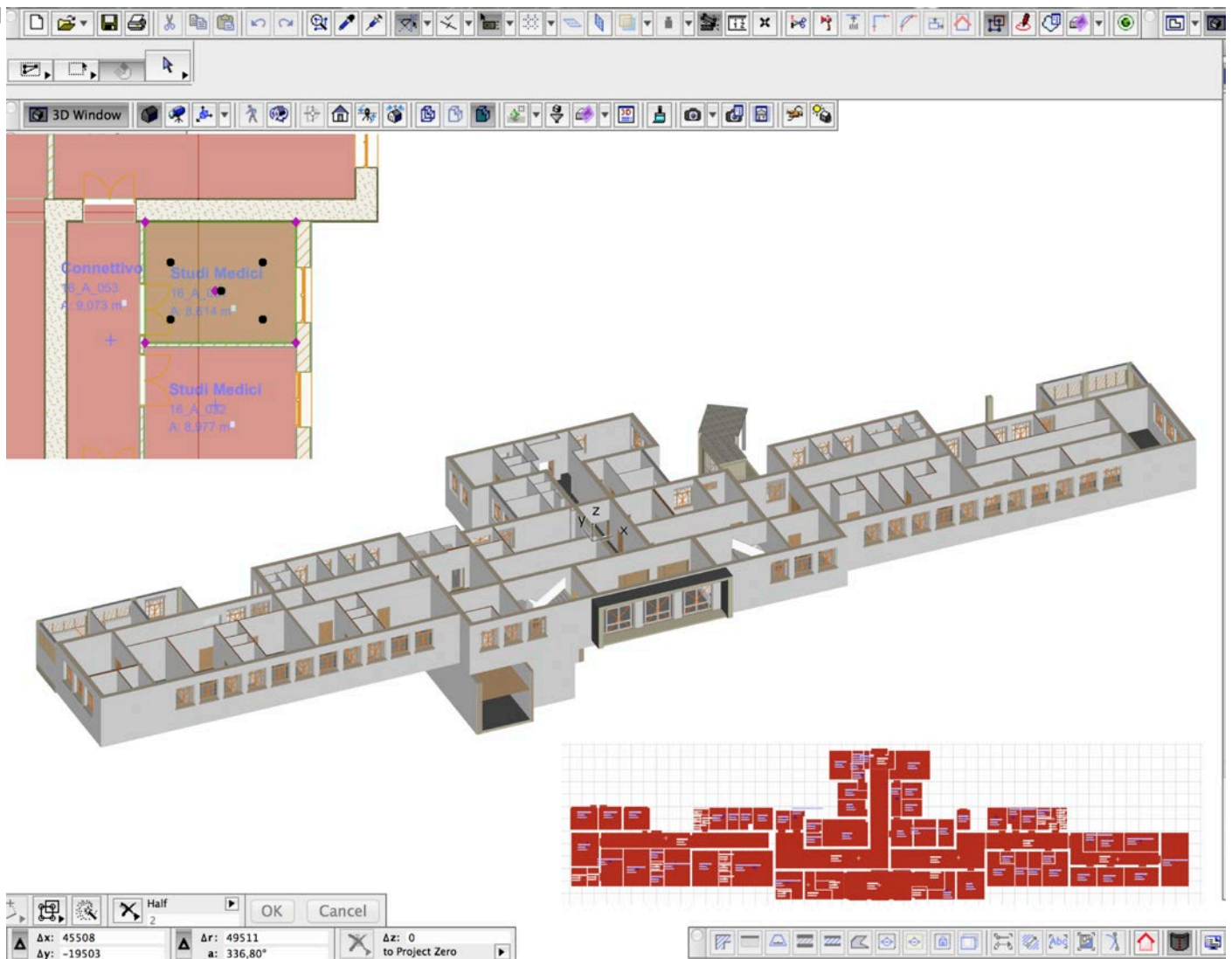
Relativamente all'edificio del "San Luca Vecchio" è stato elaborato un modello BIM in grado di raccogliere le informazioni sul layout (organizzazione spaziale), sull'involucro (parametri prestazionali delle componenti edilizie) e sugli impianti (parametri prestazionali delle componenti impiantistiche). Le informazioni sono state raccolte in zone omogenee definite alla scala del singolo ambiente (Fig. 5). Tale organizzazione ha permesso, attraverso la programmazione di un apposito *tool-stamp*, di correlare ogni zona BIM alle banche dati gestite ed in uso al sistema SACS[®].

La compatibilità del sistema SACS[®] con gli strumenti di STRE-AMER è stata poi garantita dall'abbinamento univoco tra le due relative classificazioni.

Le 285 tipologie di stanza del primo (classi ambientali) sono state associate alle 89 (*Room Type*) del secondo: automaticamente tutti i locali dell'intero distretto sono risultati descritti dai valori di default - corrispondenti agli standard prescritti dalle norme nazionali - dei sei *labels*.

Sull'edificio del caso studio è stata quindi svolta un'indagine per identificare i sei valori reali dei *labels* associabili alle singole stanze in modo da evidenziare il diverso grado di compatibilità dell'uso a cui sono destinate. La conoscenza dei due tipi di valori (di default e reali) è risultata indispensabile per la corretta valutazione delle alternative di progetto.





05 | Modellazione del "San Luca Vecchio"

Modelling of the "San Luca Vecchio" building

sed using the cartographic layouts of the SACS® system, by importing – on a geo-referenced base – the organisation of the individual polylines that define each pavilion and each zone (room) contained therein, including the physical parameters (dimensional) and relative correlated databases (DB). From the two-dimensional geo-referenced file (with hierarchical levels normalised for the above-ground floors) a three-dimensional model was created and defined according to the CityGML modelling methods, pertaining to the LoD2 (level of detail) for the entire hospital building complex and LoD3 for the three pavilions of the "San Luca" complex. The GIS and CityGML modelling was necessary for fitting the case-study into the relative territorial geography, in this way being able to evaluate the aspects relating to the environmental exposure of the buildings and those relating to

the nature and type of connection networks located in the healthcare district. As regards the "San Luca Vecchio" building, a BIM model was developed capable of collecting information about the layout (spatial organisation), the envelope (performance parameters of the building components), and the plants (performance parameters of plant components). The information was collected in homogeneous areas defined on the scale of the individual area (Fig. 5). This organisation made it possible, via the programming of a special tool-stamp, to correlate each BIM with the databanks managed and in use by the SACS® system. The compatibility of the SACS® system with the STREAMER tool was then guaranteed by the univocal matching between the two relative classifications. The 285 types of rooms of the first (environmental classes) were associa-

ted with the 89 (Room Types) of the second: all the rooms of the entire district are automatically described by the default values – corresponding to the standards set down by the national regulations – of the six labels.

An investigation was then conducted on the building in the case-study in for identifying the six real values of the labels that can be associated with the single rooms in order to highlight the different degree of compatibility with the use for which they are intended. Knowledge of the two types of values (default and real) was indispensable for the correct evaluation of the project alternatives.

With regard to the procedures for importing the model, the model and data interchange format used is the IFC (Industry Foundation Classes), an open standard based on classes of pre-defined objects with relative properties

(floor, wall, etc.) that are both expandable (meaning it is possible to add properties outside the standard) and hierarchical (for example, a wall is on a floor inside the building which in turn is inside a site). The uniformity and description a priori of the objects according to the standard make it possible to define the semantic regulations and it is essential to check the information of the model necessary for importation from other software (such as that of energy simulation):

- Consistency of the model (Is a type assigned to each wall? Is the model inside a site?);
- Completeness of the data (Are all the labels present for each area? Are the values included among those permitted?);
- How can the missing data be completed.

Riguardo alle procedure di importazione del modello, il formato di interscambio di modelli e dati utilizzato è l'IFC (Industry Foundation Classes), uno standard aperto basato su classi di oggetti predefiniti con relative proprietà (solaio, muro, etc.), espandibile (è possibile aggiungere proprietà fuori dallo standard) e gerarchico (un muro, ad esempio, sta su un livello all'interno dell'edificio che a sua volta è interno ad un sito). L'uniformità e la descrizione a priori degli oggetti secondo gli schemi dello standard permettono di definire le regole semantiche ed è fondamentale verificare le informazioni del modello necessarie per l'importazione da altri software (come quello di simulazione energetica):

- Coerenza del modello (ad ogni muro è assegnato un tipo? Il modello è all'interno di un sito?);
- Completezza dei dati (per ogni spazio sono presenti tutti i *labels*? I valori sono tra quelli ammessi?);
- Come completare i dati mancanti.

Il caso-studio italiano: simulazione

Sul piano tecnico e al livello attuale della ricerca, l'uso dell'EDC negli interventi di *retrofitting* non è ancora possibile poiché lo strumento non importa modelli e non imposta vincoli (come muri portanti e corpi scala); il punto di partenza per la simulazione non è più un modello semplificato, ma dettagliato. Obiettivo del processo diventa quello di utilizzare strumenti diversi dall'EDC, rendendo lo strumento tradizionale "compatibile" con gli strumenti innovativi del progetto STREAMER.

La *Dashboard* è stata elaborata per funzionare con l'output dell'EDC, con uno standard creato ad hoc per il progetto STRE-

The Italian case-study: simulation

On a technical level and the current level of the research, the use of the EDC in the retrofitting interventions is not yet possible because the tool does not import models or set constraints (such as load-bearing walls and stairwells); the starting point for the simulation is no longer a simplified model, but rather, a detailed one. The objective of the process is to use different tools from the EDC, thus making the traditional instrument "compatible" with the innovative instruments of the STREAMER project.

The *Dashboard* has been developed to function with the EDC output, with a standard created ad hoc for the STREAMER project, differing from the one used by traditional software.

Pending the adaptation of the research project tools to the standards most widely used by the main programmes

(IFC2x3 or IFC4), it was decided to use "bridge" software, SimpleBim, to make the model as similar as possible to the file exported from the EDC.

SimpleBim has had key functions in the process, and namely:

- To control and check the file exported by means of an Excel file in which rules are set, such as a view of the model (inclusion/exclusion of objects and properties) and the validation (setting of the necessary objects and properties and setting of the rules of the properties such as, by way of example, the rule "the value must be >0" for the "Space" set - "Area" property);
- Compatibility with export from EDC and adding of the *labels*: change/add values.

For the energy simulation it was decided to use the Design Builder software (with Energy Plus). The setting of the

AMER, diverso da quello utilizzato dai software tradizionali.

In attesa dell'adattamento degli strumenti del progetto di ricerca agli standard più utilizzati dai principali programmi (IFC2x3 o IFC4), si è scelto di utilizzare un software "ponte", SimpleBim, per rendere il modello quanto più simile al file esportato dall'EDC.

SimpleBim ha avuto funzioni chiave all'interno del processo:

- Controllo e verifica del file esportato tramite un file Excel in cui vengono impostate regole quali la vista del modello (inclusione/esclusione oggetti e proprietà) e la validazione (impostazione di oggetti/proprietà necessari e impostazione delle regole delle proprietà come, ad esempio, per il set "Spazio" - proprietà "Area" - la regola "il valore deve essere >0");
- Compatibilità con export da EDC e aggiunta *label*: modifica/aggiunta di valori.

Per la simulazione energetica si è scelto utilizzare il software Design Builder (con Energy Plus). L'impostazione della simulazione è stata effettuata tramite modelli di occupazione, utilizzo, *setpoint* basati sui *labels* (in modalità classica), in attesa che il software di simulazione CEN, in via di perfezionamento in STREAMER, sia in grado di importare in automatico i *labels* e i relativi valori.

Design Builder consente anche il calcolo di altri due valori, utili all'interno della *Dashboard*, che sono l'emissione di anidride carbonica (da inserirsi in kWh/mq annui) e la qualità del comfort termico (espresso come il numero di ore annue in cui la temperatura dell'aria dell'ambiente è fuori dal range indicato nel *setpoint* delle temperature).

L'esportazione dei risultati avviene tramite foglio di lavoro "csv" che viene direttamente inserito all'interno della *Dashboard*.

L'ultimo passaggio del processo è l'analisi comparativa delle alternative analizzate all'interno della *Dashboard*, che consente il

simulation was carried out using the occupation, use, and set point models based on the labels (in classical mode), while waiting for the CEN simulation software, currently being perfected in STREAMER, to be able to automatically import the labels and relative values. Design Builder also allows for calculating another two values, useful in the *Dashboard*, which are the emission of carbon dioxide (to be entered in kWh/m² per year) and the quality of the technical comfort (expressed as the number of hours per year in which the room temperature of the air is outside the range indicated in the temperature set point).

The exporting of the results takes place via the "csv" worksheet that is directly entered inside the *Dashboard*.

The last step of the process is the comparative analysis of the alternatives analysed in the *Dashboard*, which

make it possible to upload the models and any additional information in IFC format allowing for a better comparison (energy consumption values and KPIs if not included in the IFC file).

For the case-study of the "San Luca Vecchio" building, the following alternatives were used:

0. a. Actual status (real *labels*)
0. b. Actual status (default *labels*)
1. Changes to the layout
2. Improvements to the envelope
3. Improvements to the plants
4. Improvements to the envelope and plants + change to the layout
5. Improvements to envelope + change to the layout
6. Improvements to envelope and plants
7. Improvements to plants + change to the layout

For each alternative the following variables have been used:

caricamento sia dei modelli in formato IFC che informazioni aggiuntive finalizzate alla comparazione (valori di consumo energetico e KPIs se non ricompresi all'interno del file IFC).

Per il caso studio del "San Luca Vecchio" sono state analizzate le seguenti alternative:

0. a. Stato di fatto (*labels* reali)
0. b. Stato di fatto (*labels* di default)
1. Modifica layout
2. Miglioramento involucro
3. Miglioramento impianti
4. Miglioramento involucro e impianti + modifica layout
5. Miglioramento involucro + modifica layout
6. Miglioramento involucro e impianti
7. Miglioramento impianti + modifica layout

Per ogni alternativa sono state utilizzate le seguenti variabili:

- a. *Quality - Thermal Comfort* (Simulazione energetica)
- b. *Energy Consumption* (Simulazione energetica)
- c. *Carbon Emission* (Simulazione energetica)
- d. *Life Cycle Cost*: calcolato grazie al software interno alla *Dashboard* che riconosce l'area di ogni stanza e i *labels* ad esso correlati.

Per ogni parametro è stata impostata la scala per la valutazione: il valore va da 1 a 10 (1 = valore più basso). Dopo questo passaggio si può visualizzare l'analisi basata su tali parametri con i vari punteggi, con la possibilità di pesarli in base alla tipologia di valutazione che si reputa necessaria effettuare (Fig. 6).

- a. Quality - Thermal Comfort (Energy simulation)
- b. Energy Consumption (Energy simulation)
- c. Carbon Emission (Energy simulation)
- d. Life Cycle Cost: calculated thanks to the software in the Dashboard that recognises the surface area of each room and the labels associated to the same.

A rating scale has been set for each parameter for the assessment: the value from 1 to 10 (1 = lowest value). Following this step the analysis can be viewed based on these parameters with their various scores, and it is possible to weigh them depending on the type of evaluation deemed necessary (Fig. 6).

The Italian case-study: extending the management system

The SACS® system manages a series

of summarised data with a structural, organisational and plant engineering nature relating to all the buildings forming part of the Polyclinic of Careggi. It is organised with records corresponding to the individual zones of the buildings. The records can be aggregated one with the other by organising and localising the data on interoperable graphic supports that can be consulted by means of suites accessible from the web in SACSWEB, CAREGIS format and the EUREKA search engine. Each component of the suite offers different views on the same databases. SACS® manages some of the data with its own specific functions, such as dimensional parameters or environmental taxonomy; other information is contained through dynamic views to the Company's databanks, such as that of the personnel, the allocation of the bio-medical equipment, the assets relating

Il caso-studio italiano: potenziamento del sistema di gestione

Il sistema SACS® gestisce una serie di informazioni riassumibili in dati di carattere strutturale, organizzativo ed impiantistico, relativi a tutti gli edifici afferenti al policlinico di Careggi. È organizzato per record corrispondenti ai singoli ambienti degli edifici. I record sono aggregabili tra loro organizzando e localizzando i dati su supporti grafici interoperabili consultabili attraverso una *suite* accessibile via Web formata da SACSWEB, CAREGIS e il motore di ricerca EUREKA. Ogni componente della suite permette viste differenti sui medesimi database. SACS® gestisce alcuni dati con proprie specifiche funzionalità, come i parametri dimensionali o la tassonomia ambientale; altre informazioni vi sono contenute attraverso viste dinamiche a banche dati dell'Azienda, quali ad esempio quella del personale, delle dotazioni delle apparecchiature bio-medicali, degli *asset* relativi agli arredi e dei sistemi e delle tipologie delle componenti impiantistiche e meccaniche. In tal senso il sistema funziona come collettore informativo capace di rappresentare e localizzare i dati per ogni ambito territoriale. L'architettura di SACS® è stata la base sul quale è stato definito il modello BIM. I dati del sistema, in fase di *output*, sono stati correlati alla "zone3D" del BIM implementando il patrimonio informativo del modello e permettendo una semplificazione nella fase di gestione della modellazione. Operativamente le caratteristiche di alcuni elementi connotanti - come la tipologia delle apparecchiature presenti in ogni ambiente dell'edificio o la tipologia e la quantità degli impianti elettrici e meccanici - sono stati caricati sul BIM come dati anziché come singoli oggetti modellati. In fase *input*, le elaborazioni estrapolabili dal modello BIM e rappresentabili sul sistema SACS® riguarderanno sia le caratteristiche fi-

to the furnishings and systems, and the types of installation and mechanical components. In this sense, the system works like an information collector capable of representing and locating the data for each territorial zone.

The SACS® architecture is the basis upon which the BIM model has been defined. The system data, in the output phase, have been correlated with the "zone3D" of the BIM implementing the information assets of the model and allowing for simplification during the modelling management step. In operational terms, the characteristics of some of the connoting elements - such as the type of equipment present in every zone of the building, or the type and quantity of electrical and mechanical plants - have been uploaded in the BIM as data instead of individual modelled elements. In the input phase, the printouts that can be extrapolated from

the BIM model and represented on the SACS® system will concern the physical characteristics of the zones such as the calculations of the effective volumes or the aerial illuminated surface areas or classes of sanitisation of the zones, as well as the specific printouts relating to the energy performance of the buildings, broken down and represented in the scale of the building, in that of the functional areas, down to the individual rooms. In addition, the information, according to one of the cornerstone functions of the BIM systems, can be represented either by its current status or by the status of the project.

The system has therefore been enhanced - currently in relation to only one of the buildings in the case-study - with the data relating to the STREAMER project (Fig. 7): default labels, theoretical labels and KPIs obtained from the energy simulation.

siche degli ambienti, quali ad esempio i calcoli delle volumetrie effettive o delle superfici areoilluminanti o le classi di igienizzazione degli ambienti, sia le specifiche elaborazioni relative alle prestazioni energetiche degli edifici, scomponibili e rappresentabili alla scala del edificio, a quella delle aree funzionali, fino alle singole stanze. Peraltro le informazioni, secondo una delle funzioni caposaldo dei sistemi BIM, potranno essere rappresentate sia per lo stato attuale che per gli stati di progetto.

Il sistema è stato quindi arricchito – attualmente riguardo al solo edificio oggetto del caso studio - con i dati relativi al progetto STREAMER (Fig. 7): *labels* di default, *labels* teorici e KPIs ottenuti dalla simulazione energetica.

Conclusioni

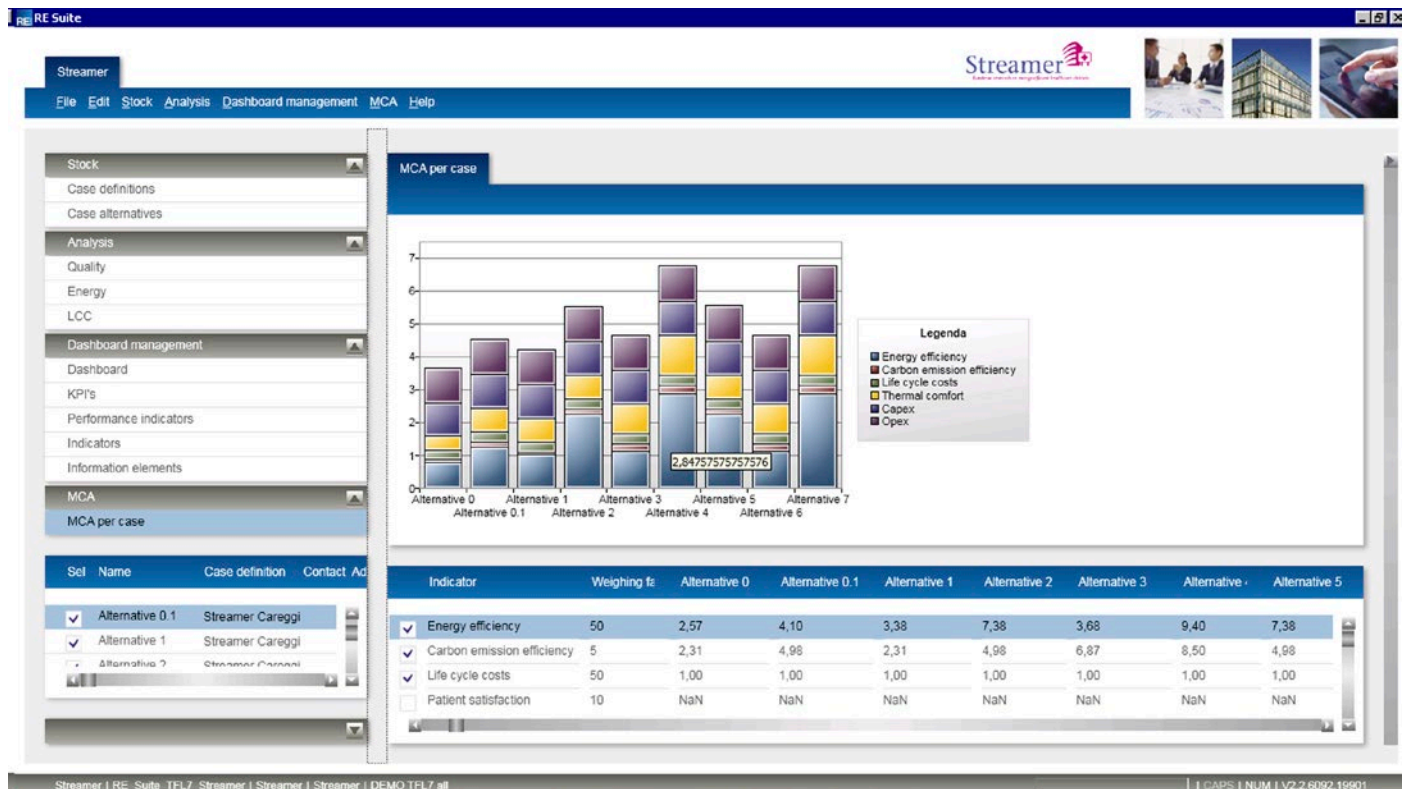
La sperimentazione degli strumenti messi a punto nel progetto STREAMER all'interno delle procedure e dei sistemi di gestione degli interventi di ampliamento e *retrofitting* nel distretto ospedaliero di Careggi è tuttora in corso. I risultati finora raggiunti hanno messo in evidenza le potenzialità di STREAMER, non solo in termini di potenziamento e affinamento delle funzioni previste nel progetto di ricerca, ma anche di un loro sostanziale ampliamento.

Questa possibilità dipende tuttavia dall'allineamento, o quando necessario dall'adeguamento, dei software utilizzati agli standard più diffusi. Lo stesso sistema SACS® richiede continui aggiornamenti che tuttavia, grazie al rapido sviluppo delle ICT, alimentano un costante processo di espansione della piattaforma.

Il progressivo miglioramento dei livelli di compatibilità dei dati e di interoperabilità dei due sistemi, lascia comunque intravedere interessanti prospettive di sviluppo e di innovazione.

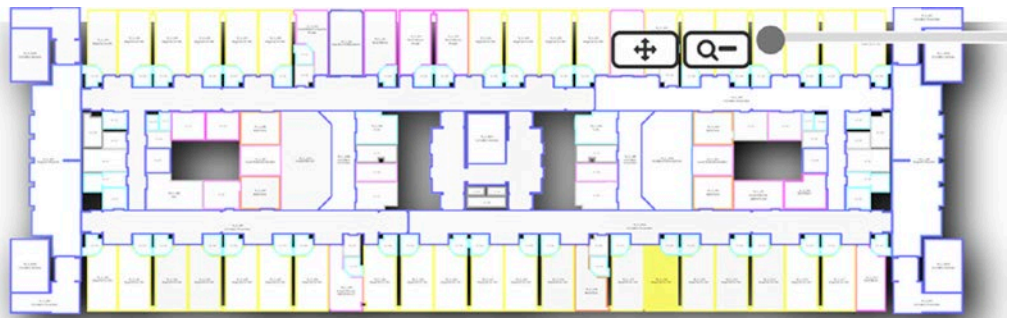
Quello della standardizzazione delle modalità di accesso, interpretazione e scambio dei dati, come quello della definizione di una ontologia semantica condivisibile tra i vari paesi coinvolti nel progetto, era, del resto, una delle sfide previste già in fase di elaborazione del programma di ricerca.

Il progetto ha dovuto quindi fare i conti con le difficoltà e i limiti nello scambio dei dati tra i diversi software utilizzati nella *tool set* della *Dashboard*. Nonostante l'IFC sia ormai uno standard consolidato per importare ed esportare dati in ambienti BIM, il formato non ha ancora assunto quella diffusione (come nel caso dei formati CAD) necessaria a rendere i software che devono rielaborare le informazioni dei modelli BIM realmente interoperabili e affidabili nei risultati.



07 |

- Multiselezione
- Panning
- Legenda
- Azzera selezione



Generali

Organizzazione

Personale

Risorse

Tecnologie

STREAMER ↗

Space Unit: PatientRoom (Room for one or more inpatients)
Classe Energia: 3 - Deg./Bassa Diagn./Altro Blocco Op.
Bouwcollege Layer Class TEORICO: H
Bouwcollege Layer Class REALE: H
Hygienic Class TEORICO: H2
Hygienic Class REALE: H2
Access Security Class TEORICO: A2
Access Security Class REALE: A2
User Profile Class TEORICO: U4
User Profile Class REALE: U4

Conclusions

The experimentation of the tools perfected in the STREAMER project in the procedures and management systems of the enlarging and retrofitting interventions in the hospital district of Careggi is still in progress. The results obtained so far have highlighted the potential of STREAMER, not only in terms of upgrading and refining the functions foreseen in the research project, but also in terms of their substantial expansion. This possibility depends however on the alignment, and where necessary, also on upgrading the software used to the most widely used standards. The same SACS® system requires continuous updates which however, thanks to the rapid development of the ICTS, give rise to a constant expansion process of the platform. The progressive improvement of the

levels of compatibility of the data and the interoperability of the two systems nevertheless allow for glimpsing interesting prospects for development and innovation. Moreover, the challenge of standardising the methods of access, interpretation and exchange of data, as well as the defining of a semantic ontology that could be shared by all the countries involved in the project, has already been envisaged during the phase of developing the research programme. The project has therefore had to tackle the difficulties and limits of the data exchange among the different type of software used in the tool set of the Dashboard. Although the IFC is by now a consolidated standard for importing and exporting data in the BIM environments, the format has not yet assumed the dissemination standard (as in the case of the CAD formats) necessa-

ry for making the software that has to reprocess the information of the BIM models really interoperable and reliable in the results.

ACKNOWLEDGMENT

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme under Grant Agreement No. 608739 (Project STREAMER).

REFERENCES

- Di Giulio, R., De Hoogh, S., Turillazzi, B., Quentin, C. and Sebastian, R. (2014), "Hospital campus design related with EeB challenges", in Mahdavi, A., Martens, B. and Scherer, R. (Eds.), *ECPPM 2014 - eWorks and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, *Proceedings of the 10th European Conference on Product & Process Modelling, Vienna 17-19 September 2014, eeBDM Workshop*, CRC Press/Balkema - Taylor & Francis Group, London, UK, pp. 907-915.
- Hempel, S., Benner, J., Häfele, K.H. and Geiger, A. (2016), "STREAMER Early Design Configurator. A tool for automatic layout generation" in Hájek, P., Tywoniak, J., Lupíšek, A. and Sojková, K. (Eds.), *CESB16 Proceedings 22-24 June 2016, Prague, Czech Republic*, pp. 221-222.
- Iadanza, I., Turillazzi, B., Terzaghi, F., Marzi, L., Giuntini, A. and Sebastian, R. (2015), "The STREAMER European project. Case study: Careggi hospital in Florence", in Lacković, I. and Vasic, D. (Eds.), *6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering - IFMBE Proceedings 45 - MBEC 2014, 7-11 September 2014, Dubrovnik, Croatia*, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 649-652.
- Luschi, A., Marzi, L., Miniati, R. and Iadanza, E. (2013), "A custom decision support information system for structural and technological analysis in healthcare", *IFMBE Proceedings of XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing*, vol. 41. Ed. Springer Publishing, Seville.
- Matthyssen A., Gerené, S. (2011), *Introduction to concurrent design and engineering*, Space center EPFL, Lausanne, Switzerland.
- Netherlands Board for Healthcare Institutions (2007), *Building Differentiation of Hospitals. Layers Approach*, Report number 611, Utrecht, The Netherlands.

ACKNOWLEDGMENTS

Il progetto di ricerca è cofinanziato dall'Unione Europea, nell'ambito del Settimo Programma Quadro, con il contratto n. 608739 (Progetto STREAMER).

Angelo Figliola,

Dipartimento di Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Italia

angelo.figliola@uniroma1.it

Abstract. I prototipi, realizzati in collaborazioni con partner industriali, rappresentano i risultati di sperimentazioni transdisciplinari, in cui performance ambientali, strutturali e materiali, informano il processo computazionale e la fabbricazione robotica. *Fusta Robotica*, è il risultato di un'esplorazione tettonica derivata dall'utilizzo di materiale non ingegnerizzato, *Digital Urban Orchard* è espressione formale di un programma funzionale complesso, risultato dalla relazione tra forma, funzione e contesto. L'analisi dei processi, oltre a definire i limiti e le potenzialità dell'approccio progettuale, apre il dibattito sul ruolo della sperimentazione tecnologica nell'era post-digitale caratterizzata dall'informazione del processo che integra computazione digitale, materiali e fabbricazione.

Parole chiave: era post-digitale, mass customization, performance, data-informed design, fabbricazione robotica.

Introduzione

La recente pubblicazione *Parametricism 2.0* (Schumacher, 2016) ha messo in evidenza l'inizio di una nuova fase di sperimentazioni che ha come obiettivo l'utilizzo degli strumenti computazionali-algoritmici per la risoluzione di problematiche concrete di natura ambientale e sociale, tornando a occuparsi di tematiche che avevano giustificato la nascita della computazione digitale stessa negli anni 70' (Frazer, 2016). La possibilità di processare informazioni e utilizzare i dati come elementi guida del processo progettuale (Deutsch, 2015) apre numerose, e in gran parte inesplorate, possibilità per la progettazione ambientale e tecnologica. L'assunto teorico che vede la forma architettonica come risultato di un diagramma di forze all'interno di un processo morfogenetico (Hensel, Menges, 2006; Hensel, Menges, 2008) apre nuovi campi d'indagine in relazione alla possibilità di realizzare architetture *performance-based* (Kolarevic, 2003; Kolarevic, Malkawi, 2005; Grobman, Neuman, 2012; Oxman, 2009), o *performance-oriented* (Hensel, 2013). I requisiti prestazionali, espli-

cati da codici e normative, a cui oggi l'architettura è chiamata a rispondere pone il tema delle *performance* al centro del dibattito, come *focus* progettuale. Se la prima era digitale ha interpretato le *performance* come antidoto necessario contro l'arbitrarietà formale generata dai processi digitali, o come rappresentazione di una nuova complessità iper - funzionale, oggi rappresentano un'assoluta necessità, obbligo etico della professione. Per operare all'interno di questo scenario la computazione digitale e le innovazioni tecnologiche dell'era contemporanea, quali la *datification* dei processi e il ricorso ad algoritmi di ottimizzazione genetica, risultano essenziali per far sì che le *performance* non permangano unicamente parametri numerici ma costituiscano fonte di esplorazione formale e informazione dei processi. Di conseguenza, la generazione geometrico - formale ha come obiettivo guida il raggiungimento di parametri performativi che possono essere ottimizzati in relazione a uno spazio di possibilità progettuali (De Landa, 2000) definito dal progettista attraverso un meta progetto (Kolarevic, 2015) che prevede la definizione di parametri geometrici variabili e invariabili. Il processo generativo offre la possibilità di esplorare, in maniera flessibile e veloce, geometrie complesse e informate, trasformando la materia da ricettore passivo di forma ad *agente* progettuale, come elemento guida del processo creativo, attraverso l'esplorazione delle sue caratteristiche meccaniche, strutturali e comportamentali (Menges, 2012). L'applicazione della metodologia prevede il superamento del paradigma tipologico a favore di una continua variazione formale al modificarsi delle condizioni al contorno del sistema con il quale si confronta. Grazie alla strategia *data-driven*, e alla possibilità di interconnettere progettazione e fabbricazione in un unico flusso di lavoro, la customizzazione della forma può essere

Post-industrial robotics:
exploring informed
architectures in the post-
digital era

Abstract. The prototypes, made in collaboration with industrial partners, represent the results of transdisciplinary experiments in which environmental, structural and material performances inform the computational process and the robotics manufacturing. *Fusta Robotica*, is the result of a tectonic exploration deriving from the use of non-engineered material, *Digital Urban Orchard* is the formal expression of a complex functional program arising from the relationship amongst form (shape), function and context. The analysis of processes, in addition to the definition of the limits and potentialities of the design approach, opens the debate on the role of technological experimentation in the post-digital era, characterized by the process information that includes digital computation, materials and fabrication.

Keywords: post-digitale era, mass customization, performance, data-informed design, robotic fabrication.

Introduction

The recent publication "Parametricism 2.0" (Schumacher 2016) has highlighted the beginning of a new testing phase that targets the use of computational-algorithmic tools for the resolution of environmental and social matters, returning to deal with issues that warranted the birth of digital computing itself in the 70-s' (Frazer 2016). The ability to process information and then to use the data as guiding elements of the design process (Deutsch 2016) opens many, and largely unexplored, possibilities for environmental and technological design. The theoretical assumption defines the architectural shape as a result of a diagram of forces within a morphogenetic process (Hensel & Menges, 2006; Hensel & Menges, 2008) and opens new investigation fields in relation to the possibility of creating performance - based (Kolarevic, 2003;

Kolarevic & Malkawi, 2005; Grobman & Neuman, 2012; Oxman, 2009), or *performance-oriented* (Hensel, 2013) architectures, (Hensel 2010). The performance requirements, made clear by codes and regulations, to which architecture responds today raise the issue of *performance* as a design *focus* at the centre of the debate. So far, the first digital era has interpreted the performance as a necessary antidote against formal arbitrariness generated by digital processes, or as a representation of a new hyper - functional complexity. Today, they represent an absolute necessity, ethical obligation of the profession. To operate within this scenario, the digital computation and technological innovations of the modern era, such as processes *datification* and the use of genetic optimization algorithms, are essential to ensure that the *performances* do not remain only numerical param-

legata a un'interpretazione responsiva rispetto a caratteristiche locali e variazioni regionali (Yuan, 2015). Per trasferire un'architettura *informata* dal mondo digitale a quello fisico bisogna integrare varie competenze e trasferire tecnologie utilizzate in altri settori nel campo dell'architettura per implementare i processi produttivi standard. La nascita del primo laboratorio di fabbricazione robotica nel 2005 presso l'*ETH*, con la direzione di Gramazio & Kohler, ha segnato un nuovo corso per la fabbricazione digitale in architettura introducendo nuovi paradigmi progettuali presto diventati capisaldi delle principali ricerche sui temi in questione. La macchina generica di derivazione industriale diviene uno strumento progettuale in grado di tramutare i modelli virtuali in sistemi materiali attraverso una connessione diretta tra modello digitale e processo produttivo trasformando il materiale da semplice ricettore passivo a elemento generatore della forma grazie a un processo digitale informato (Gramazio & Kohler, 2014). Le potenzialità di questa metodologia progettuale, estensione dei concetti di *file-to-factory* (Kolarevic, 2003), vengono indagate rispetto a diverse linee di ricerca che hanno in comune lo sviluppo di processi legati alla definizione di architetture informate attraverso un percorso digitale che include la computazione materiale e nuovi metodi di fabbricazione digitale. La relazione digitale-materiale permette di combinare la ricerca su nuovi codici formali con aspetti performativi che garantiscono la possibilità di fabbricare ciò che viene generato nello spazio digitale e applicarlo alla scala dell'architettura (Gramazio & Kohler, 2008). L'integrazione tra architettura informata e le nuove tecnologie di fabbricazione digitale apre un'era basata sulla customizzazione performativa dell'architettura. Lo spazio ibrido di iterazione tra designer e *machina* viene contaminato da altre

eters but represent a source of formal exploration and process information. Hence, the geometrical and formal generation exploration has the achievement of performative parameters that can be optimized in relation to a space of design possibilities (De Landa 2011) defined by the designer himself through a project goal (Kolarevic 2016) that considers the definition of variable and invariable geometric parameters. The generative process offers the opportunity to explore complex and informed geometries in a flexible and fast way, transforming the material from a passive recipient of shape to a design agent, as driving element of the creative process, through the exploration of its mechanical, structural and behavioural features (Menges 2012). The application of the methodology involves the overcoming of the typological paradigm in favour of a continuous formal variation

that changes depending on the conditions around the system it confronts. Thanks to the *data-driven* strategy and the ability to interconnect design and manufacture in a single workflow, the customization of the form can be linked to a responsive interpretation of local and regional variations in characteristics (Yuan, 2015). To transfer an informed architecture from the digital to the physical world you must integrate various skills and transfer technologies used in other areas of architecture to implement standard processes. The birth of the first robotic production plant at the *ETH* in 2005, with the direction of Gramazio & Kohler, marked a new course for the digital fabrication in architecture by introducing new design paradigms that soon became cornerstones of the main researches on the issues in question. The generic industrial machine becomes a design

discipline nell'intento di indagare nuovi metodi di fabbricazione ma anche di stimolare la creatività attraverso un fecondo processo di collaborazione. L'interdisciplinarietà, apre di fatto una fase *post-industriale* nella quale aspetti legati a metodologie di progettazione e produzione analogiche, vengono interrelate con le dirompenti tecnologie digitali.

Output sperimentali

La metodologia operativa è stata applicata per la costruzione di due architetture sperimentali alla scala 1:1. I padiglioni *Fusta Robotica* e *Digital Urban Orchard*, realizzati nell'ambito del programma *Open Thesis Fabrication 2015*¹ presso lo IaaC, *Institute for Advanced Architecture of Catalunya*, in collaborazione con industrie quali *Serradora Boix*, *Tallfusta Incafast*, *Mecakim*, *Decustik* e *Merefsa*, rappresentano la materializzazione di un nuovo paradigma progettuale basato sull'informazione del processo che vede le performance, ambientali, strutturali e materiali, come elemento guida del processo progettuale. I criteri prestazionali informano il processo computazionale, successivamente esplicitato mediante l'utilizzo di un robot antropomorfo in grado di trasporre nella realtà fisica modelli digitali informati, attraverso setting non industriali e utilizzando elementi irregolari e *low-engineered*.

Fusta Robotica: material-informed design

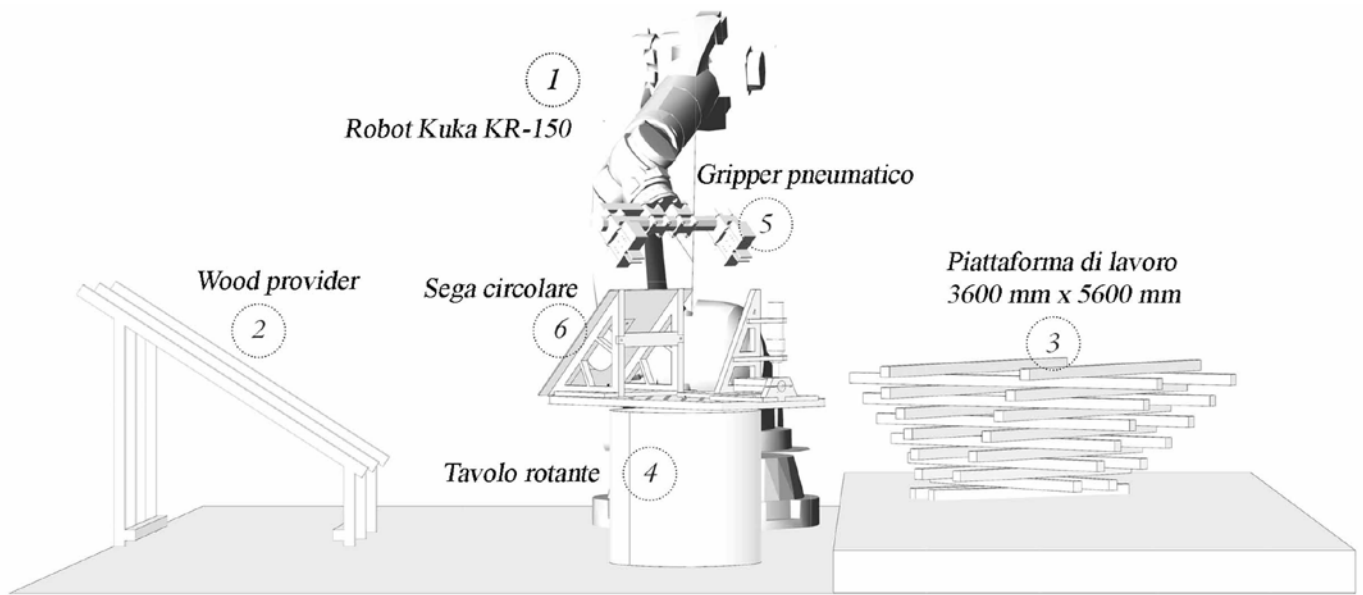
Il padiglione *Fusta Robotica*, prima struttura in legno a basso impatto ambientale realizzata mediante fabbricazione robotica in Spagna, nasce dalla collaborazione tra università, IaaC, *Institute of Advanced Architecture of Catalunya*, e l'industria *Serradora Boix S.r.l.*, come sperimenta-

tool able to convert virtual models in material systems through the direct connection between the digital model and production process. It transforms the material from a passive recipient of shape to a design agent through an informed digital process (Gramazio & Kohler, 2014). The potentials of this design methodology, extension of the *file-to-factory* (Kolarevic, 2003) concepts, are investigated with respect to several lines of research that have in common the development of processes related to the definition of informed architectures through a digital path that includes material and new computation methods of digital manufacturing. The digital-material relationship allows to combine the research of new formal codes with performative aspects that ensure the manufacturability of what is generated in the digital space and apply it to the scale of architecture (Gramazio

& Kohler, 2008). The integration of informed architecture and new digital manufacturing technologies opens an era based on the customization of performative architecture. The hybrid space of interaction between designer and machine is contaminated with other disciplines in order to investigate new methods of manufacture but also to stimulate creativity through a fruitful collaboration process. The interdisciplinary actually opens a post-industrial phase in which issues related to analogue design and manufacturing methods are interrelated with disruptive digital technologies.

Experimental Outputs

The proposed methodology was applied to build two experimental architecture at 1:1 scale. *Fusta Robotica* and *Digital Urban Orchard* pavilions, realized as part of the *Open Thesis Fabrica-*



zione tettonica da esporre alla *Setmana de la fusta 2015*² con l'intento di indagare e mostrare le potenzialità derivate dall'applicazione della computazione digitale e della fabbricazione robotica alla costruzione di strutture lignee. Le finalità della ricerca sottendono alla promozione e valorizzazione del legno catalano, pino mediterraneo, e allo scambio di conoscenze tra accademia e industria per l'innovazione del modello produttivo al fine di sperimentare nuovi codici formali per il progetto sostenibile. Il materiale utilizzato, altamente deformabile e non ingegnerizzato per essere impiegato nelle costruzioni, costituito da semplici profili in legno, irregolari e di piccole dimensioni, viene comunemente utilizzato per la produzione di pallets industriale o di biomassa. I profili a sezione quadrata che l'industria ha messo a disposizione per il progetto presentano le seguenti dimensioni: 38 mm x 38 mm x 2000 mm. Ulteriore aspetto da integrare nel pro-

cesso progettuale è il metodo di fabbricazione e l'area di produzione con i relativi *tools* utilizzati. Per la costruzione del padiglione si è ricorso a un *setting* non industriale, rappresentato da un Robot industriale KuKa KR-150, dotato di *gripper* pneumatico, un dispositivo per lo stoccaggio dei profili in legno e una sega circolare disposta su un tavolo rotante (Fig. 1), all'interno del laboratorio di fabbricazione digitale dell'università (Fig. 2). L'intero processo progettuale è stato informato dalle proprietà meccaniche del materiale, estratte attraverso una serie di sperimentazioni analogiche finalizzate alla comprensione del comportamento del sistema materiale e strutturale. Tra queste, possiamo citare la deformabilità delle aste lignee, dovuta alla variazione della curvatura in seguito al processo di asciugatura, e la scarsa rigidità strutturale dei profili dovuta alle caratteristiche meccaniche del materiale. Anche il metodo di fabbricazione adottato contribuisce ad

tion 2015 program (1) at IaaC, Institute for Advanced Architecture of Catalunya in collaboration with Serradora Boix, Tallfusta Incajust, Mecakim, Decustik and Merefsa, represent the practice of a new design paradigm based on the information of the process that sees environmental, structural and material performances as a factor driving the entire design process. The performance criteria inform the computational process, subsequently materialized using an anthropomorphic robot that is able to transpose informed digital models into physical reality, through non-industrial settings and using irregular and *low-engineered* elements.

Fusta Robòtica: material - informed design

The *Fusta Robòtica*¹ pavilion is the first low environmental impact wooden structure built using robotic manufac-

turing in Spain. It was born from a collaboration between the IaaC, Institute of Advanced Architecture of Catalunya and Serradora Boix Srl as a tectonic testing to be exposed at the *Setmana de la fusta 2015* (2), with the intent to show the potential derived from the application of digital computation and robotics manufacturing in the construction of wooden structures. The objectives of the research were represented by the promotion and enhancement of the Catalan wood, Mediterranean pine timber, by an exchange of knowledge between industries and research centres for the innovation of the production of the model in order to test new formal codes for a sustainable design. The material used, highly deformable and non-engineered to be used in construction, consists of small simple and irregular wooden profiles and is used for the production of in-



02 | Laboratorio di fabbricazione robotica, Robot cell, IaaC, Institute for Advanced Architecture of Catalunya, foto di Andrea Quartara.
Robotics manufacturing lab, Robot cell, IaaC, Institute for Advanced Architecture of Catalunya, picture by Andrea Quartara.



03 | Padiglione Fusta Ròbotica installato alla *Setmana de la Fusta* di Barcellona, e processo di sviluppo formale dell'iperboloide, in cui la rotazione di elementi geometrici continui ha generato la configurazione spaziale dinamica, elaborazione di Angelo Figliola.

Fusta Ròbotica Pavilion installed at Setmana de la Fusta 2015 in Barcelona and formal development process of the hyperboloid, where the rotation of continuous geometric elements created the dynamic spatial configuration, developed by Angelo Figliola, designed by OTF research group.

informare il processo progettuale, mediante le dimensioni minime e massime dei profili che possono essere lavorati e dei componenti che possono essere aggregati in relazione all'area di lavoro, alle caratteristiche del robot e alla loro maneggevolezza. In relazione a ciò, è stato informato il processo progettuale utilizzando le *performance* materiali come input progettuale. Attraverso l'utilizzo di una struttura ridondante, iperstatica, è possibile evitare problemi strutturali dovuti all'eccessiva curvatura dei profili in legno mentre per massimizzare la sezione resistente dei componenti in corrispondenza dei nodi strutturali, sono stati utilizzati dei giunti chiodati anziché incastri. Inoltre, la discretiz-

zazione della forma in otto sezioni di spessore costante, ha permesso di ottimizzare lo spazio di lavoro della *robot cell*, evitando problemi di collisione, oltre a ottimizzare il peso e agevolare l'assemblaggio. Costituito da circa 1000 profili a sezione quadrata, il padiglione, nasce dall'elaborazione di una geometria complessa, iperboloidi, in cui la rotazione di elementi geometrici continui ha permesso di ottenere una configurazione spaziale dinamica da utilizzare come manifesto delle potenzialità risultanti dall'impiego del materiale nella realizzazione di strutture complesse (Fig. 3). In parallelo allo sviluppo di test analogici sul sistema materiale, è stato sviluppato l'algoritmo³ per trasportare i solidi 3D

dustrial or biomass pallets. The square section profiles the industry has made available for the project have the following dimensions: 38 mm x 38 mm x 2000 mm. Another aspect to be integrated in the design process is the method of production and the production area with their *tools*. The pavilion was built using a non-industrial setting, represented by a Kuka KR-150 industrial robot equipped with pneumatic gripper, a device for the storage of the wooden profiles and a circular saw arranged on a rotary table (Fig. 1), within the university digital fabrication laboratory (Fig. 2). The entire design process was informed by the mechanical properties of the material that were extracted through a series of analog tests necessary to the understanding of the material and structural system behaviour. Among these, we can mention the excessive bending of

the wooden profiles, due to the variation of the curvature following the drying process, and the lack of structural rigidity of the profiles due to the mechanical characteristics of the material. The manufacturing method adopted also contributes to inform the design process, using the minimum and maximum workable dimensions of profiles and components that can be aggregated depending on the work area, the characteristics of the robot and their handling. In relation to this, the design process was informed using the material performances as a design input. It is possible to avoid structural problems due to excessive bending of the wooden profiles using a redundant, hyper static structure. To maximize the resistant section of the components, in correspondence of the structural nodes, we used nailed joints. The discretization of the shape

in eight sections with a constant thickness has allowed optimizing the working space of the *robot cell* avoiding collision problems, optimizing weight and facilitating assembly. The pavilion, formed by about 1000 square section wooden profiles, is the result of the elaboration of a complex geometry, hyperboloid, in which the rotation of geometric continuous elements has allowed to obtain a dynamic spatial configuration to be used as the manifesto of the potentials resulting from the use of material in the production of complex structures (Fig. 3). In parallel with the analog test development on the material system, the algorithm (3) was developed to transpose the 3D solids of the digital model in simple geometric elements, such as lines and planes, necessary for the definition of the various processing stages. Thanks to the direct connection between the

parametric model and tool manufacturing, the various stages of the production process have been defined. They can be summarized as follows (Fig. 4):

- Taking of the wooden profiles from the storage device;
- Cutting of profiles to the corresponding size of the digital model;
- Profile deposit on the assembly platform;

Each stage of production included the manufacture of a half-arch to facilitate the operations of manual assembly and the transport to the installation site. At the end of the production process 940 pieces of wood in 8 arches, divided into 16 parts were processed and assembled in 35 hours of production. The eight sections that make up the roof were assembled at the university laboratory and aggregated on the site of the installation.

del modello digitale in elementi geometrici semplici, come linee e piani, necessari per la definizione delle varie fasi di lavorazione. Grazie alla connessione diretta tra modello parametrico e strumento di fabbricazione, sono state definite le varie fasi del processo produttivo, che possono essere così sintetizzate (Fig. 4):

- Presa dei profili in legno dal dispositivo di stoccaggio;
- Taglio dei profili rispetto alle dimensioni corrispondenti del modello digitale;
- Deposito del profilo sulla piattaforma predisposta all'assemblaggio.

Ogni fase di produzione ha interessato la fabbricazione di mezzo arco per facilitare le operazioni di assemblaggio manuale e trasporto al sito d'installazione. Al termine del processo produttivo sono state lavorate e assemblate 940 aste di legno in 8 archi, suddivisi in 16 parti, con 35 ore di produzione. Le otto sezioni che costituiscono il padiglione sono state assemblate presso il laboratorio universitario e aggregate sul sito dell'installazione.

Digital Urban Orchard: form follows data flow

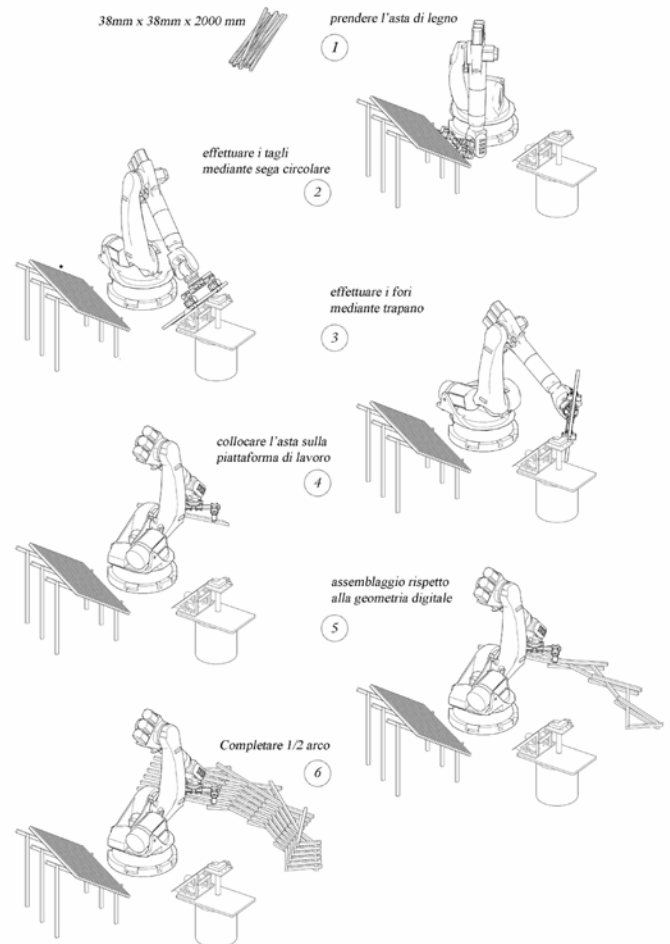
Il progetto di ricerca *Digital Urban Orchard* (Fig. 5) prevede la realizzazione di un prototipo

funzionale da implementare negli spazi pubblici urbani, all'interno dell'agenda legata alla *self-sufficiency* della città di Barcellona, che nasce dalla relazione tra forma, funzione e contesto applicativo per un nuovo concetto di spazio di socializzazione e produzione di cibo. Il padiglione è completato da un impianto di coltivazione idroponica, seconda fase del progetto, e prevede l'installazione di una pelle adattiva in silicone in grado di garantire le condizioni di confort indoor necessarie alla crescita delle colture (Fig. 6). La necessità di progettare una struttura stabile ma legge-

Digital Urban Orchard: form follows data flow

The *Digital Urban Orchard* research project (Fig. 5) involves the construction of a functional prototype to be implemented in urban public spaces within the *self-sufficiency* programme of the city of Barcelona, which stems from the relation among form, function and application context for a new concept of space of socialization and food production. As second part of the project, the pavilion hosts a hydroponic cultivation system and an adaptive silicone skin able to ensure the indoor comfort conditions that are essential for the plants growth (Fig. 6). The need to design a stable yet lightweight structure and to ensure maximum solar gain for a proper growth of crops, at the same time, required multiple responsiveness able to get the proper compliance with the performance required by each

of the single parameters listed above. To integrate the functional, structural and environmental-energy performance criteria, and inform the design process, the *data-driven* strategy was necessary to correctly set the genetic optimization by defining the genotype, the geometrical characteristics of the shape and the phenotype or quantitative parameters by which the genotype can be modified. The flexibility of the parametric model allowed to structure the meta project through the clarification of invariable parameters and genotype variable geometric data, which may vary within a range aptly defined by the designer in relation to the values of the phenotype or rather quantitative parameters of performance analysis. The final shape has been selected from a catalogue of design solutions (Fig. 7), the result of genetic optimization and creative process which included the in-



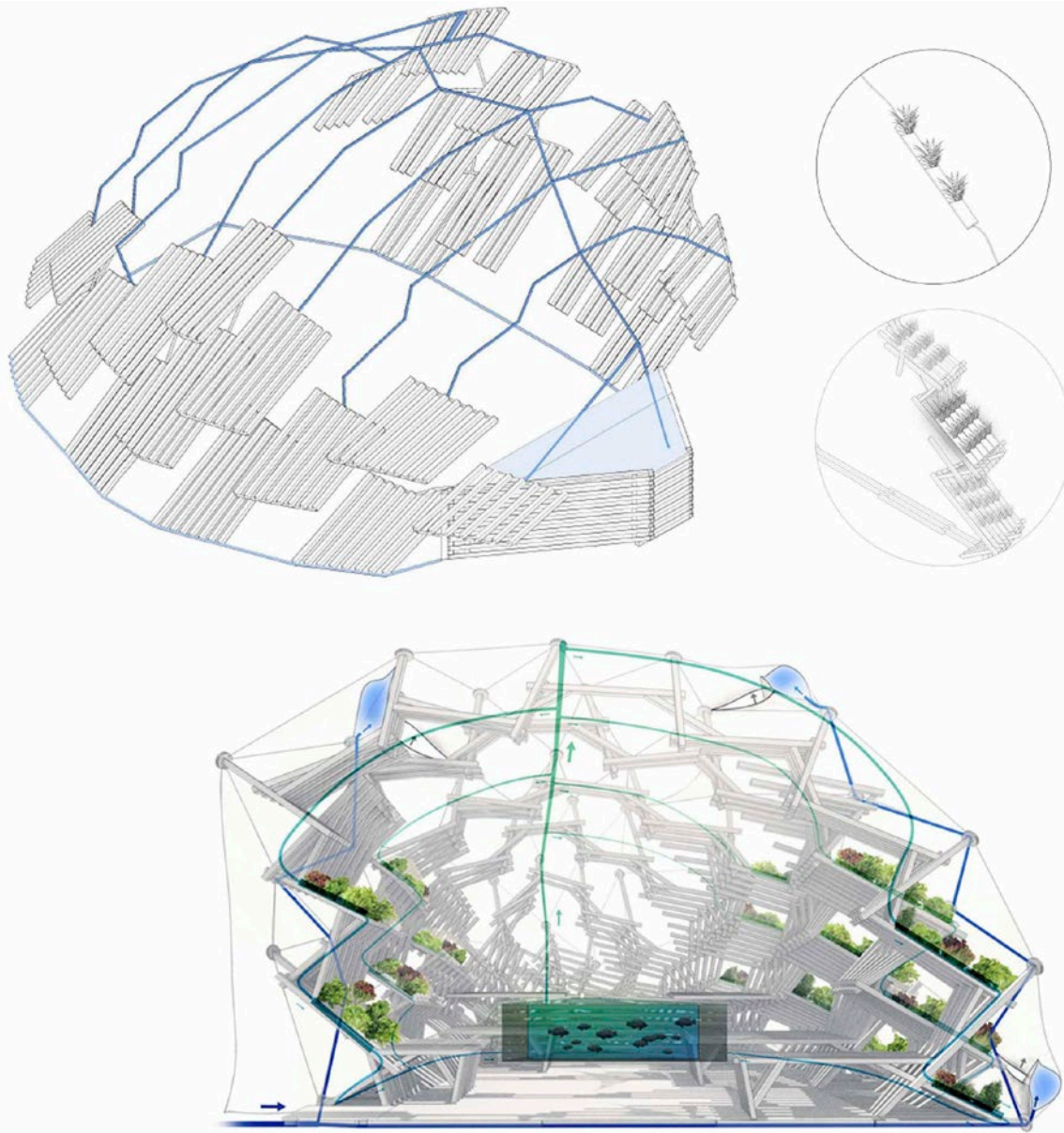
04 | Processo di fabbricazione robotica con indicazioni delle fasi consequenziali di costruzione del mezzo arco: presa dei profili, taglio delle aste in relazione alla dimensione corrispondente al modello digitale, foro mediante trapano e, infine, posizionamento sulla piattaforma di lavoro, disegno di Angelo Figliola.

Robotic manufacturing process with details of consequential steps of construction of the half-arch: profiles, cutting the profiles depending on the size on the digital model, drill hole and finally placement on the work platform, developed by Angelo Figliola, designed by OTF research group.



05 | Padiglione *Digital Urban Orchard* installato sulla copertura piana dell'università, foto di Andrea Quartara.

Digital Urban Orchard Pavilion installed on the university roofing laC, Institute for Advanced Architecture of Catalunya, picture by Andrea Quartara.



06 | Diagramma di funzionamento del sistema idroponico che prevede l'installazione di una vasca con pesci in grado di depurare l'acqua e sostituire la presenza di filtri e l'utilizzo di fertilizzante per la crescita delle piante, elaborazione di Angelo Figliola.

Hydroponic system function diagram that includes the installation of a tank with fish able to purify water and replace filters and the use of fertilizer for plant growth, developed by Angelo Figliola, designed by OTF research group.

tegration of different parameters:

- values of solar radiation on the surface of the housing;
- values of solar radiation on the inclined surfaces where the plants are placed;
- wind pressure on the outer surface;
- minimum and maximum size of wood profiles that can be made with respect to the *setting* used;
- mechanical and physical properties of materials.

The process of genetic optimization was handled varying the geometric curves, two base ones on the x, y plane and a higher one, from which a surface is generated by the creation of a Loft and the inclination of planes that host the hydroponic system. The analysis of solar radiation on an annual basis, and the subsequent optimization, have made it possible to determine the overall shape and inclination of wooden

shafts that host the hydroponic system. In parallel to the process described and thanks to a *form searching* process, the CFD analysis allowed minimizing the wind pressure on the outer surface of the pavilion in order to ensure the structural balance. The structural principles adopted are the same as those used in the Fusta Robotica pavilion: the hyper static structural pattern, generated by the alternation of diagonals and elements able to ensure structural rigidity, is a complex system that performs the structural function. It is designed as a support plan for the hydroponic system, as support for the silicone skin and as space-functional furniture. The density of the structural pattern responds to optimization logics for solar access into interior spaces and considers almost total transparency at the top of the pavilion (Fig. 8). The final shape has been discretized through

6 types of sections, for 12 components total. Three manufacturing strategies have been defined depending on the size of the sections and the work platform. They involve the construction of the entire section or the assembly of two/three parts of the final section with a total of 30 assembled parts (Fig. 9). To maximize the resistant section we used 2,524 nails in nailed joints with a collaborative process between manufacturing robotic and manual finishing. The structural analysis, conducted in cooperation with the engineering firm *Windmill* - project partner on a typical section under various load conditions, has allowed validating the structural choice made despite showing a high displacement due to the horizontal pressure of the wind in extreme conditions as set forth by the legislation. Thanks to the experience of the Fusta Robotica pavilion, the production pro-

cess was implemented at all stages in order to reduce material consumption and expand the *range* of achievable geometry. Implementations concerned the customization of *end effector*, *pneumatic gripper* and *tools* used for the production such as the circular saw and the device for the storage of wooden profiles (Fig. 10). The customization of the circular saw has allowed to create spatial cuttings in three dimensions. Thanks to a new *wood provider*, the length of the profiles was diversified in order to reduce waste material. Realized with 1681 profiles, the pavilion is the result of 52 hours of robotic and 24 hours of manual assembly coming from the information of the process and the optimization of the performance completed in a production process that can control the complexity and transform it into design opportunities while ensuring rapid execution, automation

07 | Catalogo di soluzioni progettuali in relazione ai parametri performativi definiti come guida del processo progettuale: nello specifico ogni generazione formale è guidata dalla massimizzazione della radiazione solare incidente sulla superficie esterna e sui piani in cui è disposto il sistema idroponico, e dalla minimizzazione della pressione del vento sulla superficie esterna, disegno di Angelo Figliola.

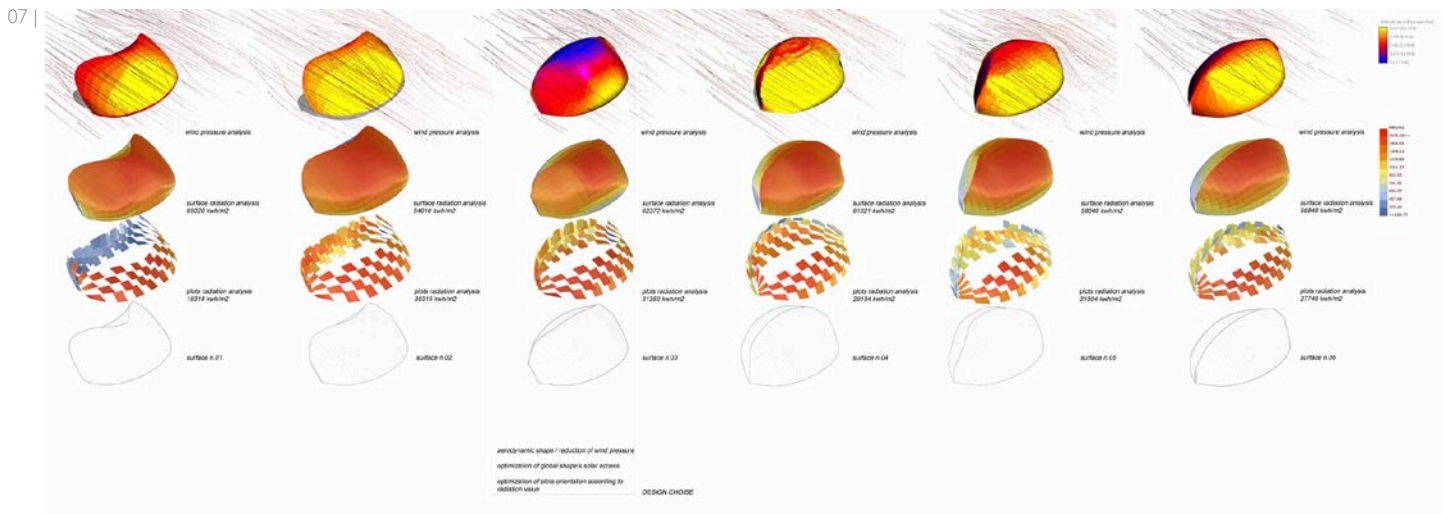
Catalogue of design solutions in relation to the performative parameters defined as a guide in the design process: in particular, every formal generation is driven by the maximizing of solar radiation on the outer surface and on the planes where the hydroponic system is, and the minimization of the wind pressure on the outer surface, designed by Angelo Figliola.

ra e allo stesso tempo di garantire il massimo apporto solare, per assicurare la corretta crescita delle colture, ha richiesto una responsabilità molteplice in grado di ottenere la corretta rispondenza alle performance richieste da ognuno dei singoli parametri sopra elencati. Per integrare i criteri relativi alle performance funzionali, strutturali ed energetico-ambientali, e informare il processo progettuale, si è ricorso alla strategia *data-driven*, necessaria per impostare correttamente l'ottimizzazione genetica mediante la definizione del genotipo, caratteristiche geometriche della forma, e del fenotipo ovvero dei parametri quantitativi in base ai quali modificare il genotipo. La flessibilità del modello parametrico ha permesso di strutturare il meta progetto attraverso l'esplicitazione dei parametri invariabili e dei dati geometrici variabili, genotipo, che possono variare all'interno di un *range* opportunamente definito dal progettista, in relazione ai valori del fenotipo, ovvero rispetto a parametri quantitativi delle analisi delle performance. La forma finale è stata selezionata da un catalogo di soluzioni progettuali (Fig. 7), risultato del processo creativo e dell'ottimizzazione genetica, che ha previsto l'integrazione di differenti parametri:

- Valori di radiazione solare incidente sulla superficie d'involucro;
- Valori di radiazione solare incidente sulle superfici inclinate in cui sono disposte le piante;
- Pressione del vento sulla superficie esterna;
- Dimensione minime e massime dei profili in legno che è possibile fabbricare rispetto al *setting* utilizzato;
- Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali.

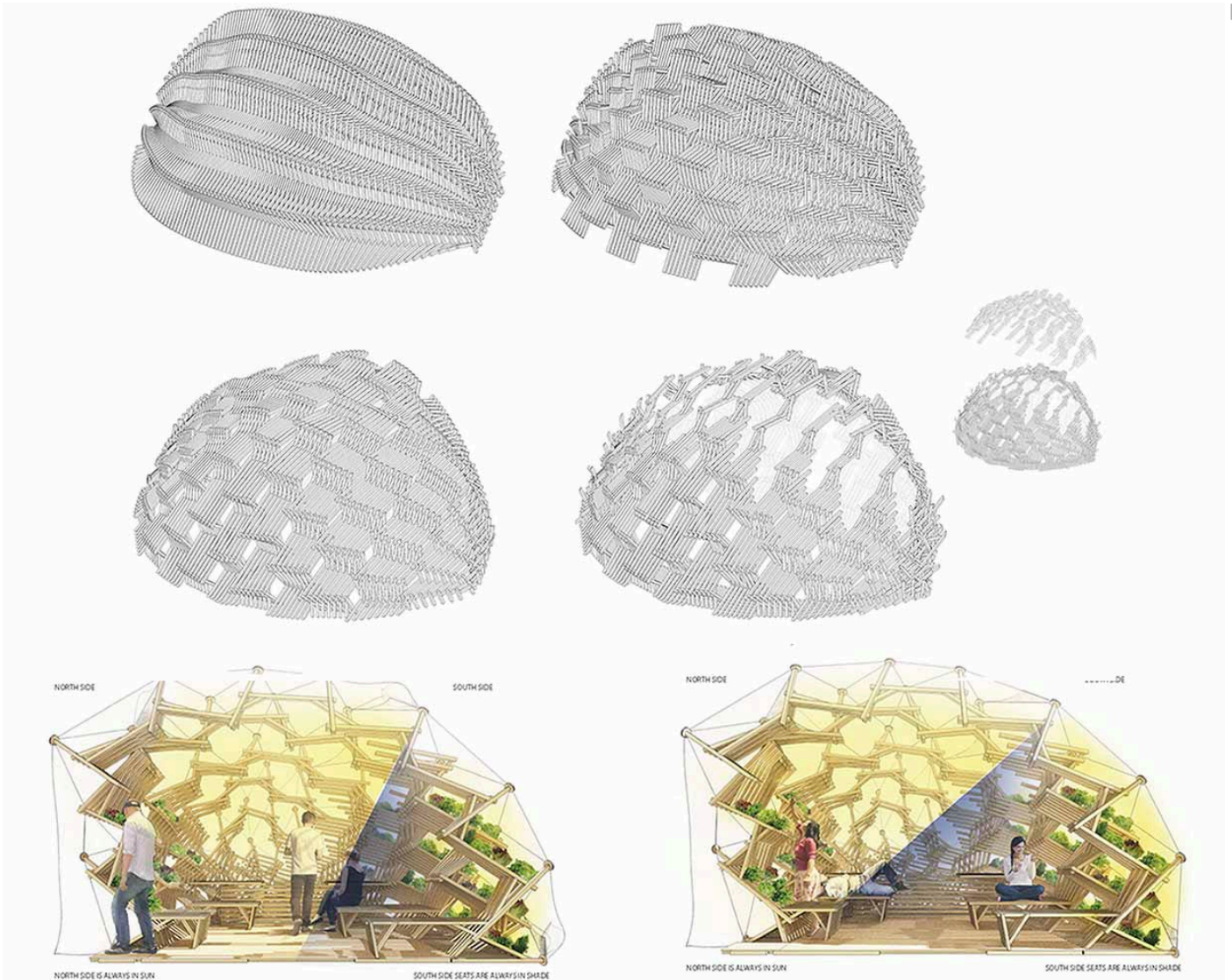
Il processo di ottimizzazione genetica è stato gestito mediante la variazione geometrica delle curve, due di base sul piano x, y

e una in elevato, dalle quali viene generata la superficie mediante un'operazione di Loft, e dall'inclinazione dei piani che ospitano l'impianto idroponico. L'analisi della radiazione solare su base annuale, e la successiva ottimizzazione, hanno permesso di determinare la forma globale e l'inclinazione delle aste di legno che ospitano l'impianto idroponico. In parallelo al processo descritto, è stata condotta l'analisi CFD che ha permesso, grazie a un processo di *form searching*, di minimizzare la pressione del vento sulla superficie esterna del padiglione per ridurre i carichi strutturali agenti sullo stesso. I principi strutturali adottati sono gli stessi utilizzati nel padiglione Fusta Robotica: il pattern strutturale iperstatico, generato dall'alternanza tra diagonali ed elementi in grado di garantire rigidità strutturale, costituisce un sistema complesso, che oltre ad assolvere la funzione strutturale, è progettato come sistema di sostegno per l'impianto idroponico, come supporto per la pelle in silicone e come complemento di arredo funzionale allo spazio. La densità del pattern strutturale risponde a logiche di ottimizzazione dell'accesso solare negli spazi interni e prevede la quasi totale trasparenza nella parte superiore del padiglione (Fig. 8). La forma finale è stata discretizzata attraverso 6 tipologie di sezioni, per un totale di 12 componenti. In relazione alla dimensione delle sezioni, e alla piattaforma di lavoro, sono state definite tre strategie di fabbricazione che prevedono la costruzione dell'intera sezione, o dell'assemblaggio di due o tre parti della sezione finale, per un totale di 30 parti assemblate (Fig. 9). Per massimizzare la sezione resistente sono stati utilizzati dei giunti chiodati, impiegando 2.524 chiodi, attraverso un processo combinato di fabbricazione robotica e assemblaggio manuale. L'analisi strutturale, condotta in collaborazione con lo studio d'ingegneria *Windmill*, partner del progetto, su una



sezione tipo rispetto a diverse condizioni di carico ha permesso di validare la scelta strutturale, seppur evidenziando uno spostamento elevato in mezzeria dovuto alla pressione orizzontale del vento nelle condizioni estreme dettate dalla normativa. Grazie all'esperienza del padiglione Fusta Robotica, il processo produttivo è stato implementato in tutte le sue fasi al fine di ridurre il consumo di materiale ed espandere il *range* delle geometrie realizzabili. Le implementazioni hanno interessato la customizzazione dell'*end effector*, *gripper* pneumatico, e dei *tools* impiegati per la produzione come la sega circolare e il dispositivo per lo stoccaggio delle aste di legno (Fig. 10). La customizzazione della sega circolare ha permesso di realizzare tagli spaziali, nel-

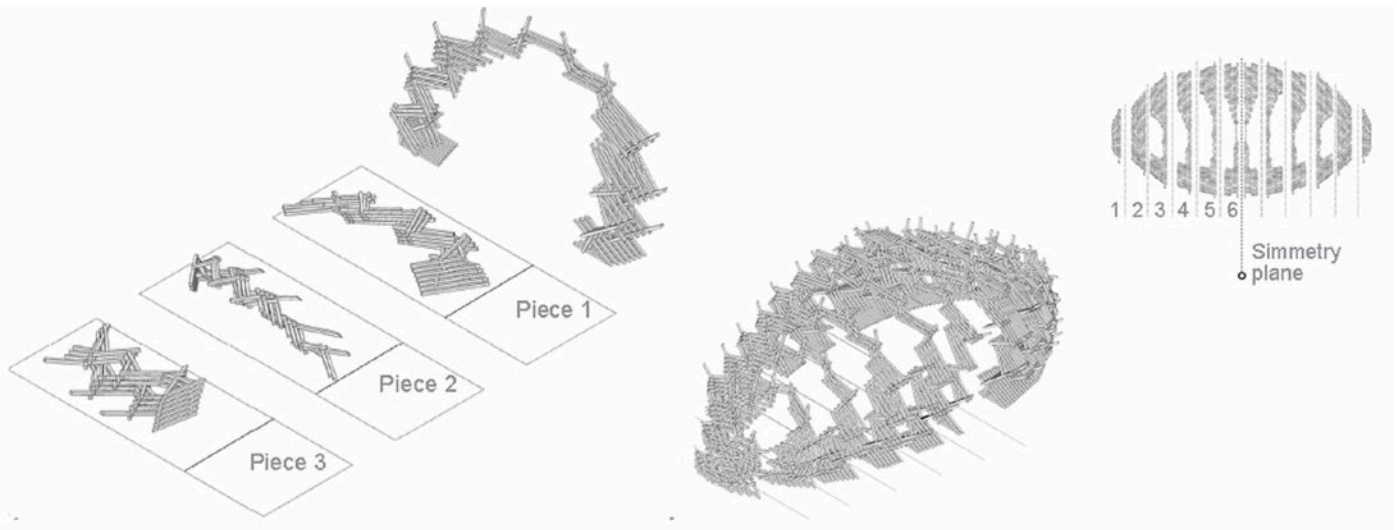
le tre dimensioni, mentre grazie ad un nuovo *wood provider* è stato possibile diversificare la lunghezza delle aste per ridurre il materiale di scarto prodotto. Realizzato da 1,681 aste in legno, il padiglione è il frutto di 52h di fabbricazione robotica e 24h di assemblaggio manuale, conseguente all'informazione del processo e all'ottimizzazione delle performance, grazie ad un processo produttivo in grado di controllare la complessità e trasformarla in opportunità progettuale, pur garantendo rapida d'esecuzione, automazione e riducendo al solo 2% il materiale di scarto. Infine, in fase di costruzione la produzione dell'involucro in silicone ha beneficiato della collaborazione con l'industria produttrice di silicone *Merefsa* s.r.l che ha fornito il materiale necessario e gli



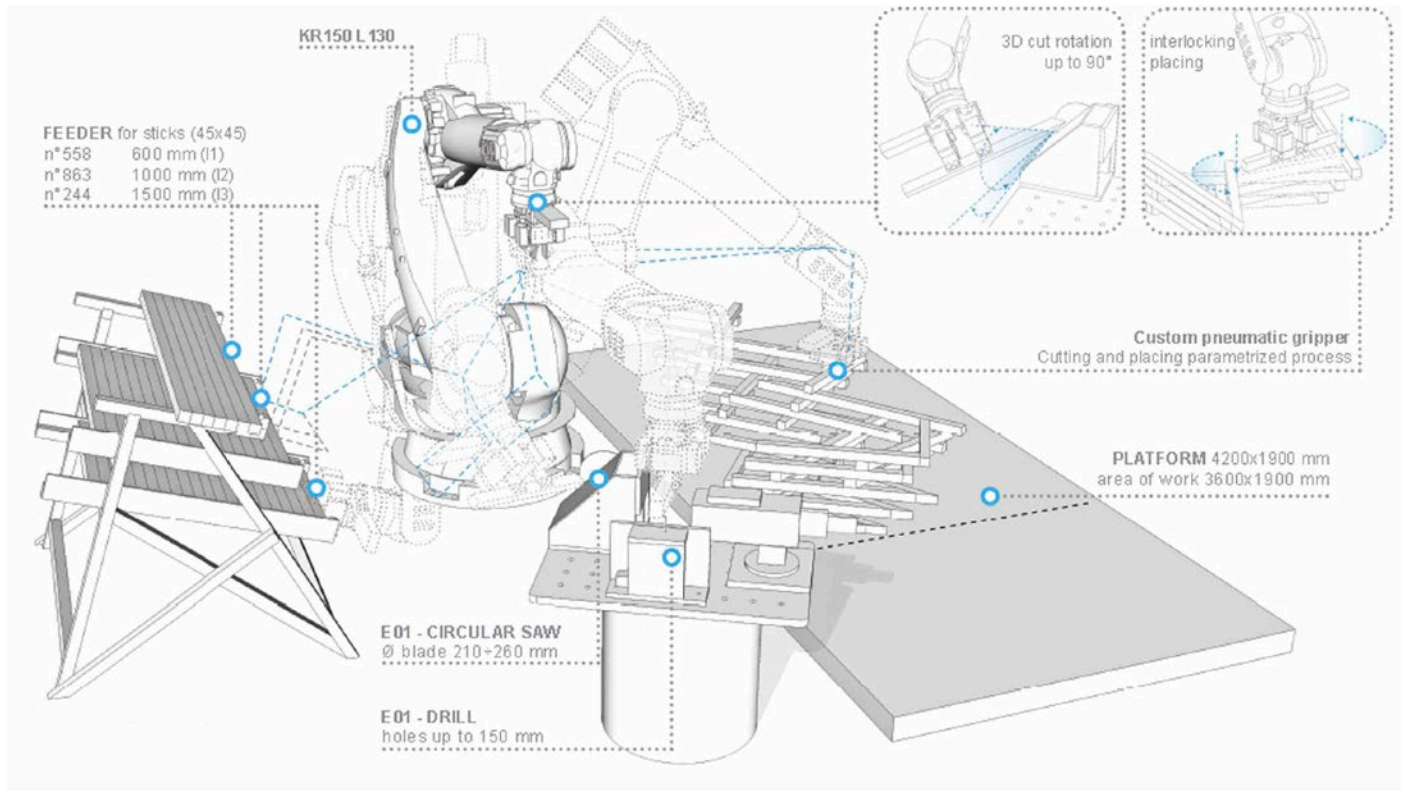
09 | Implementazione dell'area di lavorazione per il progetto *Digital Urban Orchard*: customizzazione della sega circolare per effettuare tagli tridimensionali, personalizzazione del dispositivo di stoccaggio per diminuire il materiale di scarto, attraverso disegno di Andrea Quartara.

Implementation of the working area for the project *Digital Urban Orchard*: customization of the circular saw to make three-dimensional cuts and of the storage device to reduce the waste material, designed by Andrea Quartara.

09 |



10 |



and only 2% of material waste. Finally, during construction, the silicone wrap production benefited from the collaboration with the silicone industry *Merefa s.r.l.* that provided the necessary material and laser cutting tools for the proper production of components.

Conclusions
Through experimental *outputs*, the possibility to transfer the design complexity of the digital space, derived from *performances* optimization processes in architectural organisms at 1:1 scale was verified to define the poten-

tial and critical issues. The integration of computational optimization processes and innovative production technologies allow to use the material according to the information of processes and performative parameters, used to guide the design process. In this regard,

the additive processes represent the most productive method that is suitable to optimize the material resources: the possibility to compose generic elements, considering all degrees of freedom of movement that the instrument provides, promotes the exploration of

strumenti di taglio laser per la corretta produzione dei componenti.

Conclusioni

Attraverso gli *output* sperimentali è stata verificata la possibilità di trasferire la complessità progettuale dello spazio digitale, derivata dai processi di ottimizzazione delle *performance*, nella costruzione di organismi architettonici alla scala 1:1 per analizzarne le potenzialità e le criticità. L'integrazione di processi di ottimizzazione computazionale e tecnologie produttive innovative, permettono di impiegare il materiale in base all'informazione dei processi e ai parametri performativi, assunti come guida del processo progettuale. Al riguardo, i processi additivi rappresentano la metodologia produttiva che più si presta all'ottimizzazione delle risorse materiali: la possibilità di comporre elementi generici considerando tutti i gradi di libertà di movimento che lo strumento offre, favorisce l'esplorazione di sistemi aggregativi complessi, per componenti edilizi *high-performance*, gestiti mediante algoritmi. Un'ulteriore implementazione è rappresentata dalla reintroduzione in ambito progettuale di materiali vernacolari, come il legno, e di approcci *low-engineered*, che agevolano lo sviluppo di nuovi codici formali per il progetto sostenibile in grado di estendere il concetto di *performance* alle prestazioni dei materiali utilizzati, considerati in relazione all'intero ciclo di vita degli edifici. Passando dai materiali all'organizzazione del processo produttivo, i risultati ottenuti hanno evidenziato le potenzialità della fabbricazione digitale nella materializzazione della complessità progettuale, utilizzando *setting* non industriali, all'interno di laboratori universitari e *FabLab*. L'efficienza dei processi produttivi viene garantita dalla potenza dello strumento utilizzato che permette di ridurre i

tempi e i costi di produzione oltre a ottimizzare l'impiego di risorse umane nell'intera filiera produttiva. L'analisi dei processi ha anche evidenziato il limite principale della metodologia operativa nella gestione delle tolleranze derivate dall'imprecisione del processo produttivo, in assenza di strumentazioni complesse basate su sensori e strategie *feedback loop*. Il ricorso alla fabbricazione robotica favorisce lo sviluppo di un pensiero tecnologico basato sulla prefabbricazione di sistemi costruttivi da realizzare a secco e completamente reversibili grazie all'utilizzo di materiali eco compatibili e soprattutto riciclabili. Il potenziale maggiore, per quello che riguarda il processo produttivo, è rappresentato dalla realizzazione di unità e sistemi tecnologici, la cui dimensione minima e massima è legata alle caratteristiche dello strumento utilizzato, da aggregare sul sito di progetto con processi a secco, riducendo al minimo il dispendio di risorse notoriamente elevato per questa fase del progetto architettonico. Tale aspetto potrà essere ulteriormente implementato con l'introduzione degli strumenti operativi direttamente sul sito di progetto che, di fatto, annullerebbe anche il consumo di risorse legato al trasporto dei componenti. Ciò favorirebbe la sperimentazione di sistemi di aggregazione innovativi in grado di esaltare i parametri performativi dell'architettura e allo stesso tempo stimolare la creatività progettuale al fine di superare la prefabbricazione industriale aperta che caratterizza i processi progettuali contemporanei. La flessibilità dei modelli parametrici permette di indagare e gestire la complessità che deriva dall'aggregazione dei componenti. Gli aspetti legati al materiale e alle tecnologie di fabbricazione digitale, congiuntamente alla nozione di architettura informata, rappresentano le principali innovazioni della metodologia proposta in quanto reintroducono aspetti del progetto che la prima era digitale ha identificato come

complex aggregative systems for *high-performance* building components, managed by algorithms. A further implementation is represented by the reintroduction of vernacular materials in designing, such as wood, and by *low-engineered* approaches that facilitate the development of new formal codes for the sustainable design that are able to extend the concept of *performance* to the materials used, considered in relation to the entire life cycle of buildings. Going from materials to the organization of the production process, the results showed the potential of digital fabrication in the development of the design complexity, using non-industrial setting in university laboratories and *FabLab*. The efficiency of production processes is guaranteed by the power of the instrument used that allows to reduce time and production costs as well as optimize the use of human re-

sources in the entire production chain. The analysis of processes has also highlighted the main limit of the operating method in the management of the derivatives tolerances given by the imprecision of the production process, without complex instrumentation based on sensors and *feedback loop* strategies. The use of robotic manufacturing supports the development of a technological thought based on the prefabrication of building systems to be realized "dry" and completely reversible through the use of eco-friendly and especially recyclable materials. The greatest potential, for what concerns the production process, is represented by the realization of units and technological systems whose minimum and maximum size is linked to the characteristics of the instrument used, to be aggregated on the project site through dry processes, minimizing the notoriously high expenditure of

resources for this stage of the architectural design. This aspect could be further implemented with the introduction of operating instruments directly on the project site which, in fact, would even terminate the consumption of resources associated with the transport of components. That would encourage the testing of innovative aggregation systems that enhance the performative architecture parameters and, at the same time, stimulate design creativity in order to overcome the open industrial prefabrication featuring contemporary design processes. The flexibility of parametric models allows to examine and manage the complexity resulting from the aggregation of components. Aspects related to material and digital manufacturing technologies, together with the notion of informed architecture, are the main innovations of the proposed methodology as they rein-

troduce aspects of the project that the first digital era had identified as consequential and non-integrated processes. The informed architecture leads to the integration of the parameters concerning geometry, material and manufacturing from the *early stage* phase of the project giving two direct consequences: the reduction of the space of design possibilities relating to the power of digital computation and the introduction of the manufacturability limit that binds the digital model to the physical space. Further developments concern the quantitative analysis of the benefits arising from the adoption of the project methodology in the context of environmental certification protocols in the entire design process, with a *focus* on the performance of materials and the construction phase, as well as the quantification of the impact on grey or hidden energy of processes.

processi consequenziali e non integrati. L'architettura informata, induce all'integrazione dei parametri relativi alla geometria, al materiale e alla fabbricazione sin dalla fase *early stage* del progetto con due conseguenze dirette: la riduzione dello spazio delle possibilità progettuali rispetto alla potenza della computazione digitale e l'introduzione del vincolo di producibilità che lega il modello digitale allo spazio fisico. Ulteriori sviluppi riguardano l'analisi quantitativa dei benefici che derivano dall'adozione della metodologia progettuale nell'ambito dei protocolli di certificazione ambientale nell'intero processo progettuale, con *focus* sulle performance dei materiali e sulla fase di cantiere, nonché sulla quantificazione dell'impatto sull'energia grigia o nascosta dei processi.

NOTE

¹ Programma professionale post-laurea erogato dallo IAAC, *Institute of Advanced Architecture of Catalunya*.

² *Setmana de la Fusta*, è una fiera espositiva annuale che si svolge a Barcellona che promuove l'utilizzo del legno catalano.

³ Per la realizzazione del modello 3D è stato utilizzato il software Rhinoceros™, mentre per la generazione del codice necessario ad informare il robot si è utilizzato Kuka | PRC e il plug in di *visual scripting* Grasshopper.

RESEARCH TEAM

Students: Josep Alcover, Andrea Quartara, Angelo Figliola, Yanna Haddad, Ji Won Jun, Monish Kumar, Nada Shalaby, Fathimah Sujna Shakir e Mohamad Mahdi Najafi.

Faculty: Areti Markopoulou, Alexandre Dubor, Silvia Brandi, Djordje Stojanovic, Maria Kuptsova.

NOTES

¹ Professional Postgraduate Program of IAAC, *Institute of Advanced Architecture of Catalunya*.

² *Setmana de la Fusta* is an annual trade fair which takes place in Barcelona promoting the use of Catalan wood.

³ For the making of the 3D model we used Rhinoceros™ software, while for the generation of the code necessary to inform the robot we used Kuka | PRC and plug in *visual scripting* Grasshopper.

REFERENCES

Deutsch, R. (2015), *Data-driven design and construction: 25 strategies for capturing, analyzing and applying building data*, John Wiley & Sons Inc, Hoboken.

Frazer, J. (2015), "Parametric Computation", *AD Architectural Design*, No. 240, pp. 18-24.

Gramazio, F., Kohler, M. (2008), *Digital Materiality in Architecture*, Lars Muller Publisher, Zurich.

Gramazio, F., Kohler, M., Willmann, J. (2014), *The robotic touch: how Robots change architecture*, Park Books, London.

Grobman, Y., Neuman, E. (2012), *Performatism: Form and Performance in Digital Architecture*, Routledge, London and New York.

Hensel, M.U., Menges, A. (2006), *Morpho-Ecologies*, Architectural Association, London.

Hensel, M.U., Menges, A. (2008), "Versatility and Vicissitude Performance", *AD Architectural Design*, Vo. 78, No.2, pp. 6-11.

Hensel, M.U. (2013), *Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment*, Wiley, Chichester, West Sussex.

Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the digital age. Design and manufacturing*, Spon Press, New York.

Kolarevic, B., Malkawi, A. (2005), *Performative architecture: beyond instrumentality*, Spon Press, New York.

Kolarevic, B. (2015), "From Mass Customisation to Design 'Democratisation'", *AD Architectural Design*, No. 238, pp. 48-54.

Menges, A. (2012), "Material Resourcefulness: activating material information in architectural design", *AD Architectural Design*, No.216, pp. 34-44.

Oxman, R. (2009), "Performative design: A performance-based model of digital architectural design", *Environment and Planning B Planning and Design*, Vol. 36, No. 6, pp. 1026-1037.

Schumacher, P. (2015), "Parametricism 2.0", *AD Architectural Design*, No. 240, pp. 8-13.

Yuan, P. (2015), "Parametric Regionalism", *AD Architectural Design*, No. 240, pp. 92-100.

GRUPPO DI RICERCA

OTF research team 2015/2016. Josep Alcover, Andrea Quartara, Yanna Haddad, Ji Won Jun, Monish Kumar, Nada Shalaby, Fathimah Sujna Shakir e Mohamad Mahdi Najafi. Faculty: Areti Markopoulou, Alexandre Dubor, Silvia Brandi, Djordje Stojanovic.

Massimiliano Lo Turco, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia
Maurizio Marco Bocconcino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Torino, Italia

massimiliano.loturco@polito.it
maurizio.bocconcino@polito.it

Abstract. Le strategie poste in essere dalle Stazioni Appaltanti pubbliche e private stanno assumendo un sempre più ambizioso livello di prefigurazione della gestione attraverso cataloghi ordinati e relazionati di tutti gli elementi del progetto. Sistemi innovativi di archiviazione e avanzati strumenti digitali impongono pratiche di produzione che integrano le attività di tutti gli attori del processo edilizio. Attraverso l'analisi di alcune esperienze di ricerca e professionali condotte dagli Autori, il contributo propone un quadro di insieme di questo nuovo approccio olistico supportato da metodi e strumenti di potenziamento del contenuto informativo del progetto che riducono l'errore nelle stime dei tempi e dei costi e che aderiscono maggiormente ai requisiti prestazionali e funzionali previsti.

Parole chiave: project and data management, construction, maintenance, BIM, DBweb.

Verso altre dimensioni del progetto (Massimiliano Lo Turco, Maurizio Marco Bocconcino)

L'approntamento dei sistemi informativi di supporto al processo edilizio si basa sempre più sulla creazione di una piattaforma informatica che consenta di creare una libreria integrata di oggetti, definiti semanticamente in funzione dei diversi livelli di approfondimento. Il sistema informativo che sostiene le attività di progettazione è definito oggi, nel suo livello più alto di integrazione e automazione, Building Information Modeling (BIM).

L'orientamento al BIM dei processi comporta non poche ricadute sul patrimonio infografico del progetto, in quanto il rapporto tra l'accuratezza del disegno e l'esautività dell'informazione che essa produce non è più soltanto legato alla scala di restituzione (Bocconcino, 2016), bensì alla modalità con cui l'elemento stesso viene descritto, anche non graficamente, attraverso gradi di progressione nella definizione delle parti dell'opera (Lo Turco, 2015).

Un proficuo scambio di informazioni tra i diversi attori che partecipano al processo edilizio è attuabile solo nel caso in cui siano

soddisfatti i seguenti requisiti:

- il progetto è rappresentato nel modo adeguato in funzione della fase progettuale;
- il livello di attendibilità e le finalità di utilizzo sono univocamente definite.

Per rispondere al primo requisito è stato sviluppato il concetto di *Minimum Modeling Requirement*, per definire il livello di approfondimento che il modello e le sue varie parti dovrebbero possedere nelle diverse fasi di progetto; per rispondere al secondo attributo sono stati sviluppati protocolli di *BIM Information Exchanges*, ove viene esplicitato il concetto di *LoD* (dai termini *Level of Development*), riferito alla definizione e alla attendibilità informativa presente in un modello BIM. Proprio per definire lo stato di affidabilità che dovranno avere i *LoD* nelle varie fasi progettuali, le compagini di lavoro sono chiamate a elaborare standard e procedure di riferimento; uno degli strumenti di supporto rintracciabili in letteratura è la *Model Element Table*, visualizzazione sintetica degli elementi progettuali, del grado di definizione corrispondente a ogni *LoD* e dei corrispondenti aspetti informativi e grafici.

A partire da questi indicatori di riferimento nella fase più propriamente progettuale, il sistema informativo edilizio acquisisce infine ulteriori dimensioni, quella del cantiere e quella della manutenzione, attraverso la predisposizione di strumenti *ad hoc* che sfruttino la costante e sempre più consistente connessione alla rete digitale.

Exactitude, multiplicity and integration in Information Modelling & Management

Abstract. The strategies implemented by public and private contracting authorities require a more and more demanding level of management obtained through an ordered and related catalogs of all elements of the design process. Innovative data storage systems and advanced digital tools require specific production practices that are able to integrate the activities of all the actors involved in a building process. Through an analysis of some research and professional experiences, led by the authors, the present contribution offers an overall frame for this new holistic approach, which is supported by methods and tools that strengthen the information content of the design, reduce the errors in the evaluation of time and costs and adhere more to the performance and functional requirements.

Keywords: project and data management, construction, maintenance, BIM, DBweb.

Towards other dimensions of the project

The preparation of information systems to support the building process is increasingly based on the creation of an IT platform that allows an integrated library of objects, semantically defined according to varying levels of detail, to be created. The knowledge system that supports the design is nowadays defined, at its highest level of integration and automation, as Building Information Modeling (BIM).

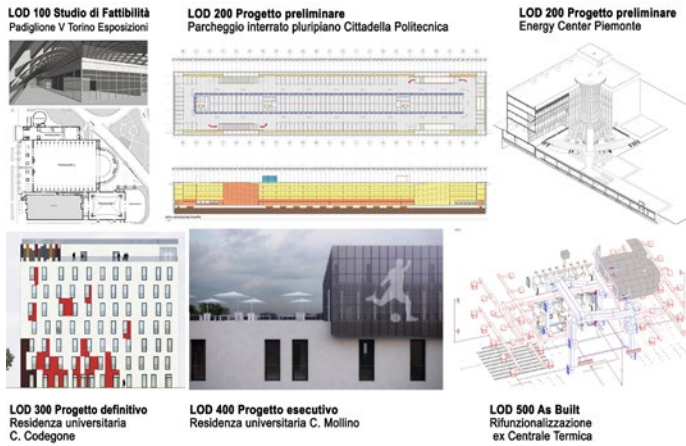
The BIM process has many repercussions on the infographic components of a project, because the relationship between the accuracy of the design and completeness of information that it produces is not only linked to the representation scale (Lo Turco, 2016), but also to the mode in which the same element is described, not just graphically, through degrees of progression in

the definition of the parts of the design (Bocconcino, 2015).

A fruitful exchange of information between the different actors involved in the building process is only feasible if the following requirements are satisfied:

- the project is represented in an appropriate manner, according to the design phase;
- the level of confidence and the purpose of use are univocally defined.

The concept of *Minimum Modeling Requirement* was developed to meet the first requirement, that is, to define the level of detail that the model and its various objects should have during the different phases of a project; BIM Information Exchange protocols have been developed to satisfy the second attribute, in which the concept of *LoD* (Level of Development) is explained: this refers to the definition and to the rela-



01 | Alcuni dei progetti svolti in ambiente BIM dall'Area Edilog, congruenti ai diversi Level of Development.

Some of the projects carried out in the BIM Edilog environment, congruent with the various Levels of Development.

A tanti mondi, tante dimensioni (Massimiliano Lo Turco)

dendo, dal punto di vista epistemologico, gli aspetti legati alle differenze ontologiche che intercorrono tra le diverse parti del Mondo. Il Mondo Uno rappresenta le cose materiali, gli oggetti del nostro mondo, le cose fisiche. Il Mondo Due è il mondo dell'esperienza soggettiva, il mondo delle emozioni, della volontà, dei desideri, dei sogni, dei pensieri, di ogni sentimento (Popper, 1981).

C'è poi il Mondo Tre, il prodotto del pensiero dell'uomo, il linguaggio che va oltre ai segni, tra cui si può annoverare il linguaggio grafico e dell'architettura, a cui bisogna tentare di ascrivere uno statuto di oggettività "pari a quello delle sedie e dei tavoli". Oltre al mondo degli oggetti fisici e a quello delle esperienze soggettive, esiste un quindi "terzo mondo" costituito dalle elaborazioni linguistiche, collocato fra i mondi del pensiero (teo-

ability of a BIM model. In order to define the level of reliability that an LoD will have in the various project phases, work teams are required to develop reference standards and procedures; one of the tools that supports this definition is easily found in the literature in the *Model Element Table*, which is a synthetic visualization of the design elements, of the degree of definition of each LoD and of the corresponding informational and graphical aspects. Finally, from these reference indicators, adopted in the most appropriate planning phase, the building information system can acquire additional dimensions of the construction site and of programming and maintenance, through the provision of ad hoc tools that take advantage of the constant and ever-increasing access to digital networks.

So many worlds, so many dimensions
In "The theory of the three worlds", the philosopher Karl Popper expressed the basic ideas of his theory on going into knowledge in more depth, from the epistemological point of view, that is, the aspects linked to the ontological differences between different parts of the World. World One represents the material things, the objects of our world, that is, physical issues. World Two is the subjective experience of the world, the world of emotions, will, desires, dreams, thoughts and all feelings (Popper, 1981). Then there is World Three, that is, the product of human thought, language that goes beyond signs, among which mention can be made of graphic language and architecture, to which we must groped to ascribe a statute of objectivity "the same as that of chairs and tables". In addition to the world of



02 | Diagramma delle relazioni tra i Tre Mondi di Karl Popper, adattato al settore delle costruzioni.

Diagram of the relationship between Karl Popper's three worlds, adapted to the construction industry.

ria) e quello della realtà (prassi), con funzione di raccordo fra i medesimi. In base a questa teoria, tutti i linguaggi, ivi includendovi quelli grafo-matematici, appartengono a una "terra di mezzo". In particolare, nei più recenti approcci di tipo BIM si ha la possibilità di coagulare informazioni e parametri intorno a ossature configurative di carattere geometrico, rappresentative di spazi architettonici realizzati o prefigurati, e soprattutto nella possibilità di manipolare quella messe di dati mediante interfacce grafiche (Cocchiarella, 2016). In quanto piattaforma grafica a molte dimensioni, il BIM è dunque naturalmente rilevante per i diversi ambiti disciplinari, dalla rappresentazione e gestione dati, alla composizione, alla tecnologia, all'estimo. In tale senso, le diverse dimensioni dello spazio digitale, di seguito richiamate, possono anche trovare ulteriori estensioni, intese come dimensioni del pensiero, della conoscenza, della prassi professionale e della formazione.

physical objects and that of subjective experience, here is a "third world" constituted by language processing, which falls between the worlds of thought (theory) and reality (practice), and which plays a connecting role between the two. According to this theory, all languages, including the graph-mathematical one, belong to a "middle earth". In particular, in the most recent BIM type approaches, there is the possibility of bind information and parameters around configurative frames of a geometrical nature, which are representative of created or prefigured architectural spaces. And above all the possibility of manipulating the masses of data using graphical interfaces (Cocchiarella, 2016). As a graphics platform that works in many dimensions, BIM is therefore naturally relevant for different disciplines, ranging from representation and data management, composi-

tion, technology and estimation. In this sense, the different dimensions of the digital space, cited hereafter, assume dimensions of thought, knowledge, professional practice and training.

State of the art: from international guidelines to UNI 11337

The systemic and relational nature of the interdisciplinary approach that underlies BIM practice requires the examination of collaborative and communicative languages (Santagati, 2017), while simultaneously investigating the current levels of diffusion. More generally, anything that helps results in the construction field, driven by reason, advances in techniques, and especially communicable to be achieved, can be attributed to new approaches of an operational / methodological character. In recent years, the dizzying complexification of each aspect of a building, from the over-

Stato dell'arte: dalle direttive internazionali alla norma UNI 11337 (Massimiliano Lo Turco)

La natura sistemica e relazionale di un approccio di tipo interdisciplinare sotteso alle pratiche BIM impone di esaminarne i linguaggi collaborativi e comunicativi (Santagati, 2017), indagandone contestualmente gli attuali livelli di diffusione. In linea più generale, tutto ciò che aiuta a conseguire, nel campo delle costruzioni, risultati guidati dalla ragione, avanzati nella tecnica, premiati dall'efficacia, oggettivizzati nel linguaggio e soprattutto comunicabili può essere ricondotto ai nuovi approcci di carattere operativo/metodologico. Negli ultimi anni la vertiginosa complessificazione di ogni aspetto dell'edificare, dall'insieme al dettaglio e dal concepirlo al gestirlo, nonché al conservarlo ma anche al disfarsene, non è più gestibile senza il dominio perfetto di ogni momento del suo divenire (De Rubertis, 2016); contestualmente, l'industria delle costruzioni sta attraversando un periodo di forti mutamenti in un rinnovamento di saperi, prassi e tecnologie, attraverso un'implementazione diffusa delle tecnologie *Information based*.

L'azione normativa di livello europeo, in fase di recepimento nel nostro sistema legislativo, sostanzia quanto asserito, avendo già da tempo riconosciuto la centralità degli approcci *BIM* *substantiated* quali strumenti di organizzazione e implementazione dell'intero apparato infografico, estendendone gli orizzonti operativi e spostando l'attenzione su processi di tipo collaborativo (*Collaborative Procurements*) per i diversi attori del settore delle costruzioni, anticipando scelte e responsabilità sia dei progettisti, sia delle imprese esecutrici (Eastman, 2011).

La disponibilità di una struttura normativa italiana organicamente concepita, confrontabile in ambito continentale solo alle

all building to the details, and from its conception to its management, and its preservation, but also to its discarding, is no longer manageable without the perfect control of each moment of its development (De Rubertis, 2016); at the same time, the construction industry is going through a period of remarkable changes which involves a renewal of knowledge, practices and technologies, through the widespread deployment of Information based technologies.

The European-level regulatory actions that are being implemented in our legal system, having long recognized the centrality of *BIM* approaches as organizing tools and implementation of the entire computer graphics system; it extends the operational horizons and moves attention to collaboration processes (*Collaborative Procurements*) for the different actors in the construction sector, anticipating choices and respon-

sibilities of both designers and contracting companies (Eastman, 2011).

The availability of an organically conceived Italian regulatory structure, which at a continental level, is only comparable with that of the British Standards (BS and PAS), could allow the Italian representatives to participate in the drawing up of international normative tables (CEN and ISO) with their own proposals, which would be more appropriate for the characteristics of the Italian system, and would avoid the necessity of having to passively incorporate standards developed by other leading nations, according to specific times that are rather different from the professional habits in Italy¹. First, let us consider the new Code for Public Contracts which, transposing the European Directive, introduces the concept underlying *BIM* approaches for the first time in Italian legislation.

norme britanniche (BS e PAS), può consentire ai rappresentanti italiani di presentarsi sui tavoli normativi internazionali (CEN e ISO) con proprie proposte adeguate alle caratteristiche del sistema Italia, senza necessariamente dover recepire passivamente standard elaborati da altre nazioni veicolanti, secondo specificità talora distanti dalle nostre consuetudini¹.

Si pensi, anzitutto, al nuovo Codice Appalti che, recependo la Direttiva Europea, introduce per la prima volta in un testo normativo italiano i concetti sottesi ad approcci di tipo BIM, seppure in forma non cogente, per gli interventi il cui importo lavori risulti superiore alle soglie comunitarie.

Il Decreto Legislativo n. 50/2016² introduce inoltre il tema della digitalizzazione del settore delle costruzioni; in particolar modo, con il comma 13 dell'art. 23 (*Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi*) il tema della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni entra ufficialmente nel testo del nuovo Codice degli Appalti.

Nel corso del mese di luglio 2016 l'UNI (Ente Italiano di Normazione) ha ultimato la stesura finale di alcune parti che compongono la prima norma sulla gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Il lavoro svolto da UNI/CT 033/GL 05³ ha avuto inizio circa due anni fa, con l'ambizioso obiettivo di fornire le prime linee guida italiane per il settore delle costruzioni sul tema del BIM.

La nuova norma, che assumerà la denominazione "*UNI 11337 Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni*", costituisce una profonda revisione e ristrutturazione di una preesistente norma⁴. Proprio in questi giorni (dicembre 2016) si sta concludendo la fase di inchiesta pubblica, utile a raccogliere osservazioni prima di esprimersi

Legislative Decree no. 50/2016² also introduces the theme of the digitization of the construction industry. In fact, with Article 23, paragraph 13, (*Levels of planning for contracts, for work concessions and for services*), the issue of the digital management of building information processes is mentioned officially in the text on the new Code for Public Contracts.

During the month of July 2016, UNI (the Italian Standardization Organization) completed the final draft of the parts that make up the first regulation on the digital management of construction information processes. The work done by UNI / CT 033 / WG 05³ began about two years ago, with the ambitious goal of providing the first Italian guidelines for the construction industry on the subject of BIM.

The new standard, which will be renamed "*UNI 11337 Construction and*

civil engineering works - Digital management of information processes of construction", is a major overhaul and renovation of an already existing standard⁴. The public inquiry phase, which was useful to gather comments prior to speaking about the final approval of the rules ended in December 2016. The publication of the first parts of standard 11337 can probably be expected for the middle of 2017.

The multidimensional nature of BIM
As previously mentioned, from the epistemological point of view (and beyond), the BIM model can be enhanced with a range of skills that ideally implement a number of dimensions (defined as specialized contributions integrated to each other) that virtually characterize it. In literature, the fourth dimension allows a control to be operated on the temporal variables of a

circa l'approvazione definitiva delle norme: verosimilmente per l'inizio del 2017 potremo ragionevolmente attenderci la pubblicazione delle prime parti della norma 11337.

La natura multidimensionale del BIM (Massimiliano Lo Turco)

Come detto, dal punto di vista epistemologico (e non solo) il modello BIM può essere arricchito di una pluralità di competenze che implementano idealmente il numero delle dimensioni (intesi quali apporti specialistici tra loro integrati) che lo caratterizzano virtualmente. In letteratura, la quarta dimensione consente di operare un controllo sulle variabili temporali secondo una duplice chiave interpretativa: la prima, di più immediata comprensione, consente di produrre elaborazioni di tipo dinamico, (animazioni precostituite o vere e proprie navigazioni in *real time*); la seconda si riferisce a una gestione delle diverse fasi temporali che interessano la costruzione o la trasformazione del manufatto (Ciribini, 2013). La quinta dimensione si riferisce invece all'allestimento di relazioni dirette e bidirezionali tra elaborazioni grafiche e valutazioni di carattere estimativo. La natura relazionale delle diverse informazioni consente di relazionare in maniera biunivoca le voci di costo ai diversi sistemi assemblati *-real-time cost estimating-* (Argiolas, 2015). Sulla base del medesimo principio, trattandosi di variabili numericamente quantificabili, si può definire una sesta dimensione, riferibile all'intero vita dell'edificio nelle due accezioni *life-cycle cost* (costo del ciclo di vita) e *whole-life cost* (costo relativo all'intera durata dell'edificio)⁵, in grado di relazionarsi dinamicamente ai temi della sostenibilità (*Building Energy Modeling*). E ancora un BIM 7D, che include la conduzione dei lavori, la supervisione e il

dual interpretive key: the first, which is somewhat easier to understand, allows dynamic processing (pre-built animations or proper real-time navigation) to be made; the second refers to a management of different temporal stages in the building or conversion of a building (Ciribini, 2013). The fifth dimension instead refers to the preparation of a direct and bidirectional relationship between graphic design and estimated assessments. Relational nature of the different information allows real-time cost estimating to be reported cost items to different assembled systems (Argiolas, 2015). On the basis of the same principle, a sixth dimension can be defined, referring to the entire life of the building in the two different meanings, *life-cycle cost* and *whole-life cost* (cost related to the entire lifetime of the building)⁵; this sixth dimension can be dynamically related to sustainability is-

ues (*Building Energy Modeling*). Moreover, there is also a BIM 7D, which includes work management, supervision and coordination on the construction site, where the dichotomy between the conceptual phase and the production one seems to be overcome, and the infographic dimension is no longer confined exclusively to the area of design. Finally, there is the Facility Management dimension (the eighth), which is the result of successive revisions of the graph-numerical database, that is, of the reuse of the work, reutilization or final disposal. Some national and international research projects conducted by a group of researchers from the Politecnico di Torino, related to the issues described above, are analyzed hereafter, where the transfer *from the system of academic knowledge to the system of design and construction sector* has been a discrimi-

coordinamento in cantiere, ove la dicotomia tra la fase ideativa e quella produttiva pare essere superata, e la dimensione infografica non è più relegata al solo ambito della progettazione.

E poi c'è il *Facility Management*, esito di successive rielaborazioni del database grafo-numerico, quindi il riuso dell'opera, la rifunzionalizzazione o la definitiva dismissione.

Si analizzano di seguito alcuni progetti di ricerca nazionali e internazionali condotti da un gruppo di ricercatori del Politecnico di Torino relativi ai temi sopra descritti, ove il trasferimento *dal sistema delle conoscenze di livello accademico al sistema delle competenze del comparto progettuale ed edilizio* ha costituito elemento discriminante per l'attivazione di efficaci flussi di dati e informazioni, corretti e trasparenti, supportati e indirizzati dal linguaggio grafico conformato agli standard, alle norme tecniche di riferimento, alle migliori pratiche. La seguente parte avvalora assunti, con contributi di originalità che sono stati spesi tanto in fase di ricerca quanto in fase operativa.

Il progetto INNOVance: dalla codifica univoca alla rappresentazione infografica di prodotti, oggetti e processi (Massimiliano Lo Turco)

Dalla disamina delle normative, linee guida e *best practice* internazionali emerge un quadro variegato rispetto ai criteri da adottare, in riferimento sia alla rappresentazione grafica sia al patrimonio informativo associato ai componenti modellizzati. In attesa del recepimento normativo è opportuno ricordare che alcuni interessanti progetti di ricerca si sono occupati di queste tematiche, nonostante la realtà italiana non sia affatto all'avanguardia circa l'utilizzazione di metodologie BIM, ancor meno sull'adozione di standard. Uno tra i

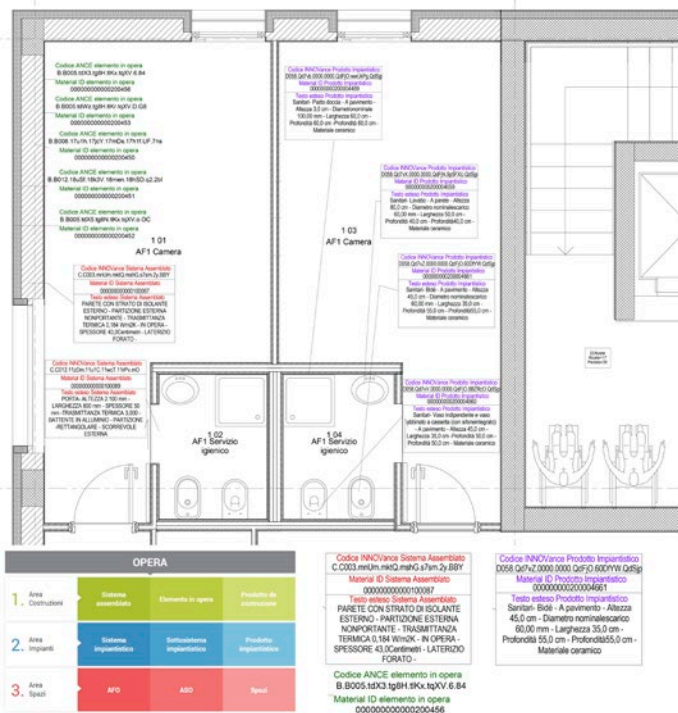
Dalla disamina delle normative, linee guida e *best practice* internazionali emerge un quadro variegato rispetto ai criteri da adottare, in riferimento sia alla rappresentazione grafica sia al patrimonio informativo asso-

ciato ai componenti modellizzati. In attesa del recepimento normativo è opportuno ricordare che alcuni interessanti progetti di ricerca si sono occupati di queste tematiche, nonostante la realtà italiana non sia affatto all'avanguardia circa l'utilizzazione di metodologie BIM, ancor meno sull'adozione di standard. Uno tra i

The INNOVANCE project: from the unique coding to the infographic representation of products, objects and processes

From a precise examination of regulations, guidelines and international best practices, a mixed picture emerges, with respect to the criteria that should be adopted, with reference to both the graphical representation and to information assets associated with the modeled components. Pending the legislative transposition, it is worth recalling that some interesting research projects have dealt with these issues, although Italy is not at the forefront as

far as the use of BIM methodologies is concerned, and is even less so as far as the adoption of standards is concerned. One of the most interesting experiences is the INNOVANCE research project, which was funded by the Ministry of Economic Development regarding the "Energy Efficiency" announcement inside the Industria 2015 competition. The primary objective of the project was the creation of the first national database to contain all the technical, scientific and economic information considered useful for the construction industry, in which the integration of all stakeholders in the construction process was fostered to eliminate misunderstandings that create inefficiencies. The INNOVANCE project involved sixteen partners (academics, businesses, trade associations, technical partners) with the aim of creating:
– A single code of products, services,



03 | Attribuzione dei codici INNOVance a sistemi assemblati, elementi in opera e prodotti impiantistici. Caso studio: residenza Cesare Codegone.

Attribution to the assembled systems INNOVANCE codes, elements in place and plant products. Case study: the Cesare Codegone residence.

- una scheda tecnica standardizzata per relazionare i diversi attori del processo edilizio;
- un portale web che consenta agli utenti di usufruire delle informazioni codificate in ogni fase della produzione edilizia.

In un sistema complesso, caratterizzato da una relazione biunivoca e indissolubile tra rappresentazione infografica e base di dati, diventa essenziale l'allestimento di una piattaforma informatica snella e integrata con il corpus della banca dei sistemi BIM per migliorare la comunicazione tra progettista, impresa, direzione lavori e direzioni operative (Mottola, 2009), nel verso di una maggiore conoscenza e consapevolezza, in termini qualitativi e in termini quantitativi, da parte delle maestranze coinvolte nei processi di costruzione, perseguendo l'obiettivo di rendere univoca l'identificazione di ogni prodotto, attività o attività funzionale⁶.

più interessanti è sicuramente il progetto di ricerca INNOVance, finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico relativo al Bando "Efficienza Energetica" di Industria 2015. Il progetto aveva come obiettivo primo la creazione della prima banca dati nazionale contenente tutte le informazioni tecniche, scientifiche, economiche utili alla filiera delle costruzioni, favorendo l'integrazione di tutti i soggetti del processo costruttivo per eliminare le incomprensioni che generano inefficienze.

Il progetto INNOVance ha coinvolto sedici partner (accademici, imprese, associazioni di categoria, partner tecnici), proponendo di creare:

- un codice univoco per prodotti, servizi, attività e risorse impiegate;

activities and used resources;

- A standardized data sheet to relate the different actors involved in the building process to each other;
- A web portal that would allow the users to take advantage of the information encoded in each building production phase.

In a complex system, characterized by a two-way and indissoluble relationship between infographic representation and database, the preparation of a streamlined information technology platform, integrated with the body of the BIM systems, becomes essential to improve communication between the designer, business, work direction and operational direction (Mottola, 2009), in order to create greater knowledge and awareness, in qualitative and in quantitative terms, in the professionals involved in the construction process, while pursuing the goal of making each

product, activity or functional activity uniquely identifiable⁶.

The European projects: DIMMER and Cluster EEB

The DIMMER (*District Information Modeling and Management for Energy Reduction - 2013/2016*) project pertains to a wise management of ICT (*Information and Communication Technology*) through the use of sensors that are able to efficiently control the entire energy chain (*Smart Thermal / Electricity Grid*).

In order to explore the potential of these technologies, the project first focused on modeling aspects, while pursuing an effective integration of information models at an architectural scale and then extending them to the district level (DIM). Given the extreme heterogeneity of the recorded data, it was necessary to work with *middleware* tools,

I progetti europei: DIMMER e Cluster EEB (Massimiliano Lo Turco)

Il Progetto DIMMER (*District Information Modeling and Management for Energy Reduction - 2013/2016*) si riferisce a una sapiente gestione dell'ICT (*Information and Communications Technology*) mediante l'uso di sensori in grado di controllare in modo efficiente l'intera catena dell'energia (*Smart Thermal/Electricity Grid*).

Per esplorare le potenzialità di queste tecnologie, il progetto si concentra in prima istanza sugli aspetti di modellazione, perseguendo una efficace integrazione di modelli informativi a scala architettonica con una loro estensione a livello distrettuale (DIM). Vista l'estrema eterogeneità dei dati registrati, è stato necessario lavorare sugli strumenti di *middleware*, mediante lo

developing applications that could act as go-between structures and programs, and allowing them to communicate, in spite of the diversity of their protocols and/or operating systems, while pursuing goals of maximum interoperability (Patti, 2015). In the specific case, it was necessary to integrate BIM models, a *System of Information Model* (SIM) and a Geographical Information System (GIS).

The final step involved displaying information related to energy aspects in real time through the use of virtual and enhanced reality tools, which allow open access to personal devices in order to display information through *client* applications about the costs of monitoring analysis, tariff planning, the identification of faults, maintenance and the sharing of information related to energy via web interfaces.

University campuses, schools, as well

as public and private buildings, including contemporary era urban districts in Turin (IT) and Manchester (UK), were modeled to validate the system.

The obtained results revealed a consistent reduction in consumed energy and CO₂ production, thus favoring the promotion of more efficient energy distribution policies, as well as the planned use of the maintenance of the power distribution network, in which the energy demand is crossed with social behavior and the users' attitudes. Similar issues were addressed in the EEB - Buildings in Zero Energy Consumption in Intelligent Urban Districts (2013-2015) research project, funded within the National Technology Cluster - Technologies for *Smart Communities* competition, in reference to the increase in energy efficiency of buildings and urban districts through the use of smart devices for the real-time moni-

04 | Dalla rappresentazione infografica in proiezioni ortogonali e assonometriche alla rappresentazione fotorealistica. Ristrutturazione dell'ex Albergo di Virtù in Piazza Carlina. Elaborazioni a cura dell'arch. A. Alberti per la società Cluster.

From the infographic representation of the orthogonal and axonometric projections to the photorealistic representation. Renovation of the former Hotel of Virtue in Piazza Carlina. Processing by the architect A. Alberti for the Cluster Society.

sviluppo di applicativi che fungessero da intermediari fra strutture e programmi informatici, permettendo loro di comunicare a dispetto della diversità dei protocolli o dei sistemi operativi, perseguendo obiettivi di massima interoperabilità (Patti, 2015). Nel caso specifico si è resa necessaria l'integrazione tra modelli BIM, il sistema di *Information Model* (SIM) e il sistema di informazione geografica (GIS).

Vi è infine la fase di visualizzazione delle informazioni relative agli aspetti energetici in tempo reale mediante l'uso di strumenti di realtà virtuale e aumentata, consentendo l'accesso aperto con dispositivi personali per la visualizzazione delle informazioni con applicazioni *client* circa il monitoraggio dei costi di analisi, la pianificazione tariffaria, l'identificazione guasti, la manutenzione e la condivisione delle informazioni legate all'energia attraverso interfacce web. Per la validazione del sistema sono stati modellizzati campus universitari, scuole, edifici pubblici e privati compresi in distretti urbani di epoca contemporanea di Torino (IT) e Manchester (UK).

I risultati ottenuti rivelano una consistente riduzione di energia consumata e di produzione di CO₂, favorendo la promozione di più efficienti politiche di distribuzione di energia, nonché un utilizzo programmato per la manutenzione della rete di distribuzione dell'energia, incrociando la domanda di energia con i comportamenti sociali e gli atteggiamenti degli utenti.

Analoghe tematiche vengono affrontate nel progetto di ricerca EEB - *Edifici a Zero Consumo Energetico in Distretti Urbani Intelligenti* (2013-2015), finanziato all'interno del bando Cluster Tecnologici Nazionale - *Tecnologie per le Smart Communities*, in riferimento all'aumento dell'efficienza energetica degli edifici e

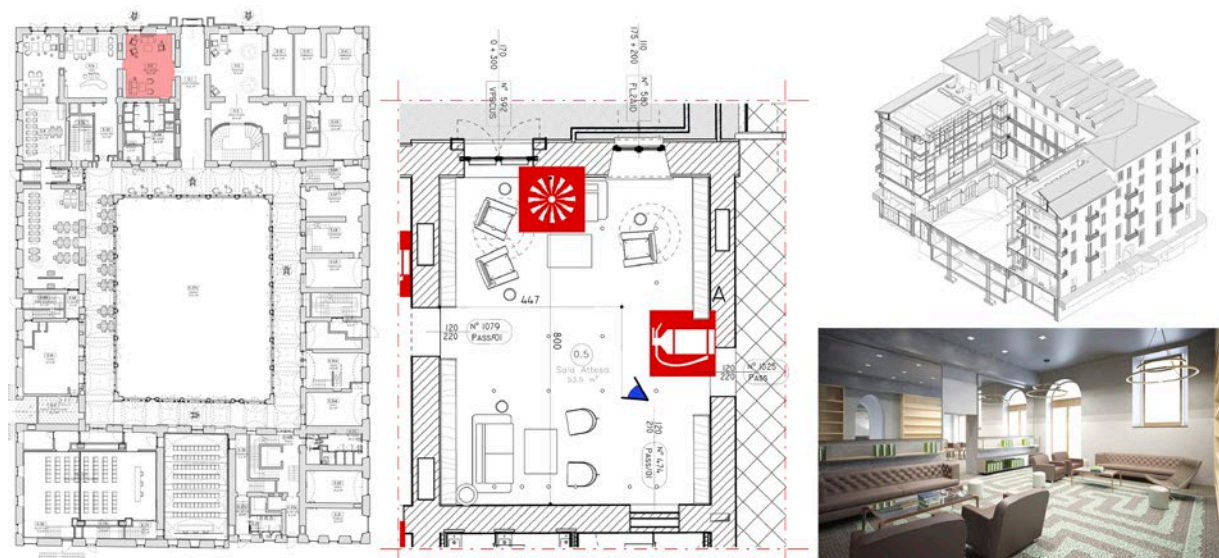
dei distretti urbani attraverso l'utilizzo di *smart device* per il monitoraggio in tempo reale di parametri ambientali e dei consumi e produzione di energia, con particolare attenzione agli edifici storici, attraverso la loro modellizzazione virtuale⁷.

Nonostante ci si riferisca ad ambiti di applicazione e scale di riferimento completamente diverse, in un passaggio dagli aspetti più progettuali a tematiche di sostenibilità considerate a scala urbana, restano validi i principi di integrazione tra le diverse piattaforme e discipline, perseguendo logiche di processo coordinato, spendibile nelle fasi realizzative e fondato sul principio che la base dati relazionale è interrogabile, manipolabile e implementabile, se usata in modo esperto e consapevole. I paragrafi che seguono illustrano procedure virtuose di coordinamento multidisciplinare tra i diversi attori che partecipano al processo edilizio, riconoscendo la centralità del Modello quale riferimento essenziale per la condivisione e lo scambio delle informazioni, superando ancora una volta la dimensione puramente progettuale. Verranno analizzati i principali workflow esito delle attività condotte in collaborazione con l'Area Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino, ufficio preposto al coordinamento di tutte le operazioni di trasformazione, gestione e manutenzione del patrimonio edilizio dell'intero Ateneo.

La dimensione grafico-documentale del cantiere (Maurizio Marco Bocconcino)

La gestione del progetto con tecnologie informatiche che insieme legano le sue componenti ideative e descrittive, coinvolge competenze, richiede strumenti

e prevede procedure diversificate e integrate in ogni momento del percorso realizzativo. La definizione progressiva delle parti



| 04

del progetto e della loro relazione impone un arricchimento della compagine di lavoro, fino a includere le maestranze di cantiere, quindi quelle che dovranno prendersi cura dell'efficienza di quanto realizzato. La costante apertura del progetto a parti professionali sempre più specializzate richiede un'infrastruttura di scambio dati molto flessibile e non solo confinata agli ambiti di elaborazione più specialistici; quando il "sistema" giunge in cantiere, il numero delle professionalità che dovrà manipolare il modello digitale è molto contenuto: chi opera nella costruzione ha di rado necessità di ridefinire relazioni o parti del modello geometrico (salvo varianti consistenti), deve piuttosto e con frequenza registrare e proporre note integrative a parti di esso che incidono sulla sua componente testuale e numerica.

Per integrare le registrazioni di cantiere in maniera agile e accessibile da tutti gli attori, occorre affiancare il paradigma a oggetti - che ha sostenuto la costruzione del modello di progetto - con aspetti concettuali propri dell'approccio relazionale per la gestione di dati eterogenei, numerosi e in costante aggiornamento.

Il caso studio che presentiamo si riferisce alla conduzione del cantiere per la realizzazione della residenza universitaria "Carlo Mollino" a Torino da parte del Politecnico⁸. Il progetto della residenza è stato interamente sostenuto dalle tecnologie BIM; in fase di cantiere la Stazione Appaltante ha optato per una integrazione *database&web oriented* al fine di collegare al modello, archiviare e rendere interrogabile l'intera documentazione prodotta nel corso delle fasi costruttive.

Ai fini di un primo schema descrittivo sull'integrazione operata nell'ambito di questo caso operativo, sono state individuate due aree di elaborazione e quattro ambienti di sviluppo, tra loro interoperabili.

toring of environmental parameters and the consumption and production of energy, with particular attention to historical buildings, through their virtual modeling⁷.

Although completely different application areas and reference scales were considered, in a passage from the pure design aspects of sustainability issues, to the urban scale, the principles of integration between different platforms and disciplines remained valid in order to pursue logics of coordinated process, useful in the implementation phases and based on the principle that a relational database is queried, manipulated and implementable.

The following sections illustrate the virtuous multidisciplinary coordination procedures of the different actors that participate in the/a building process. Moreover, the centrality of the Model is recognized as an essential reference

to share and exchange information, passing again to the purely design dimension. The main workflow result of the activities conducted in cooperation with the Construction and Logistics Area of the Politecnico di Torino, the office in charge of the coordination of all processing operations, management and maintenance of the entire building stock of the University, will be analyzed.

Graphic-documentary dimension of the construction field

Project management with information technologies that bind its ideational to its descriptive components involves skills, requires tools and provides different and integrated procedures for each moment of the realization process. The progressive definition of the project elements and their relationship requires an enrichment of the working

I due comparti di elaborazione sono stati definiti come "progetto e controllo lavori", il *back office*, e "luoghi del cantiere", *front office*: al *back office* competono le elaborazioni della reportistica per il controllo e l'indirizzamento delle attività di cantiere, anche intervenendo con diversi livelli di variante in corso d'opera; all'ambito di cantiere è delegata la lettura e la verifica dei dati di progetto (elaborati grafici, cronoprogramma lavori, computo metrico, schede tecniche materiali, componenti e lavorazioni) e la raccolta, in tempo reale, delle informazioni relative agli stati di avanzamento dei lavori, alle verbalizzazioni (notifiche, ordini, coordinamento) e alle relative quantificazioni operative e contabili. In relazione invece ai quattro ambienti di sviluppo ed elaborazione, differenti sono i pacchetti informatici che tra loro interoperano: modello di progetto BIM; database alfanumerico relazionale; strumenti per la computazione metrica e la programmazione temporale delle risorse e dei lavori; *dbweb service&application* di cantiere. L'esperienza condotta ha fatto uso di specifici strumenti, scelti per la loro diffusione in ambito professionale. La generalizzazione del modello conoscitivo per il cantiere (di tipo informatico) secondo regole di aggregazione e associazione di dati di tipo geometrico, testuale e numerico - necessaria per condurre il progetto verso la sua esecuzione materiale - si riflette in una apparente semplificazione grafica che è però ancora densa di informazioni, tutte e solo quelle che occorrono al controllo operativo e gestionale.

L'integrazione della tecnologia di modellazione parametrica con quella dei database relazionali amplifica le possibilità di elaborazione nell'ambiente geometrico (con ricadute evidenti sulle sue molteplici rappresentazioni di tipo geometrico e alfanumerico). L'intera documentazione prodotta dalle diverse figure operative

team, in which construction workers and those in charge of the efficiency of what has been achieved are included. The constant opening of the project to more and more specialized professional parties requires a very flexible data exchange infrastructure, that is not confined just to the more specialized processing areas; when the "system" arrives at the construction site, the number of professionals who will/can manipulate the digital model is very low: those who work on construction rarely need to redefine reports or parts of the geometric model; they just need to frequently adjust and propose accompanying notes to the parts of the parametric model which/that affect its textual and numerical components. In order to complement the worksite records in an agile and accessible way for all the stakeholders, the object oriented paradigm - which supported the

construction of the project template - should be combined with conceptual aspects of relational approach to the management of heterogeneous, numerous and constantly updated data.

The here presented case study refers to the management of the construction of the "Carlo Mollino" university residence in Turin under the responsibility of the Politecnico di Torino⁸. The residence project was fully supported through the use of BIM technologies; during construction, the Contracting Authority opted for a *database & web oriented* integration in order to connect the entire documentation produced during the construction phases to the model, store it and make it available for queries.

Two processing areas and four development environments, that are interoperable with each other, were identified in order to present a first integrated

The Carlo Mollino University Residence in Turin: *social construction web-site linked to the BIM model (archiving and management of graphs and documents regarding the implementation phases).*

(Responsabile Unico del Procedimento, Direttore dei Lavori e Direttori Operativi, Coordinatore per la Sicurezza in fase Esecutiva, Imprese) è stata organizzata in un database web interrogabile e consultabile attraverso l'allestimento di maschere di facile lettura e impiego.

Il *social di cantiere* così allestito ha consentito uno scambio costante, in tempo reale, di documenti e informazioni. Il sistema di gestione documentale, fruibile grazie ad apposito spazio web (sito internet ad accesso riservato), è stato distribuito e reso pienamente accessibile da qualsiasi periferica connessa a internet tramite protocollo di trasmissione protetto. È stata inoltre predisposta una sezione dedicata alla raccolta fotografica degli avanzamenti di cantiere con possibilità di ricerca per autore, struttura analitica di progetto (WBS), data, parole chiave. Questa raccolta per immagini ha costituito costante riferimento e utile strumento anche per le verifiche sul costruito, in particolare relativamente agli elementi impiantistici.

La dimensione grafico-numerica della programmazione e della manutenzione (Maurizio Marco Bocconcino)

Il paradigma a oggetti alla base della modellazione geometrica parametrizzata è complementare agli strumenti che le attività di programmazione e manutenzione utilizzano per rendere efficiente l'impiego economico e sostenibile delle risorse. Agli obiettivi, comunemente individuati in letteratura di fruibilità, conservazione e incremento del valore dei "sistemi" nel tempo, si affiancano esigenze di ingegnerizzazione del processo manutentivo (Furlanetto, 2007).

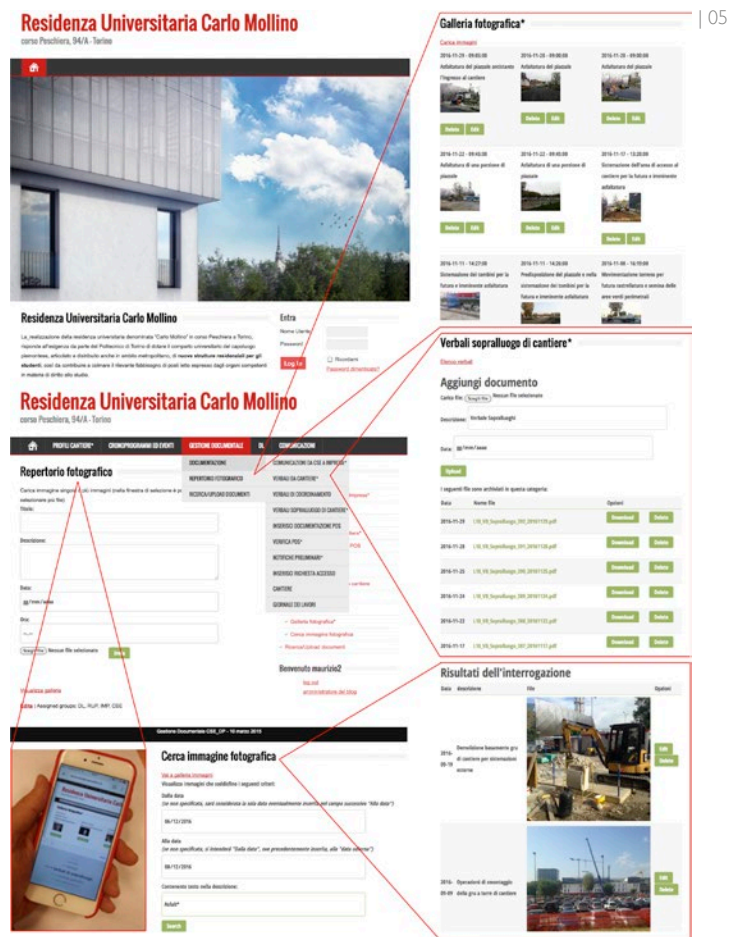
Come detto, nell'ambito delle opere pubbliche di carattere edi-

descriptive diagram pertaining to this case study.

The two processing segments that were defined are: "the project and control of the works", *back office*, and *front office*: the back office is responsible for processing the reports, monitoring and addressing the construction activities, and intervening at different levels during the construction; the scope of the workers on the construction site is the reading and verification of the design data (drawings, time schedule works, bill of quantities, material data sheets, components and processes) and the collection, in real time, of information related to the progress of the overall work, according to a breakdown of the work structures, the minutes or records (notifications, orders, coordination) and its operational and financial estimations. As far as the four development and elaboration environments are con-

cerned, the computer packages that interoperate with each other are different: a BIM design model; a relational alphanumeric database; tools for the metric computation and scheduling of resources and jobs; a service and application construction dbweb.

The experiment that was carried out made use of specific tools, which were chosen on the basis of their possible dissemination in a professional environment. The generalization of the cognitive model for the construction site (of a computer type), according to aggregation and association rules of textual and numeric geometrical data - which is necessary to lead the project towards its execution - is reflected in an apparent graphic simplification which is full of information, that is, all and only the information that is needed for the operational control and management of the project.



lizio del territorio nazionale italiano - ma le stesse osservazioni possono essere esplicitate per gli interventi relativi alle infrastrutture a rete e puntuali - sta ormai entrando nella prassi comune la predisposizione di modelli di progetto provenienti da processisistemi basati sulle tecnologie BIM; questa considerazione portata con sé diverse favorevoli ricadute sugli aspetti di gestione dei

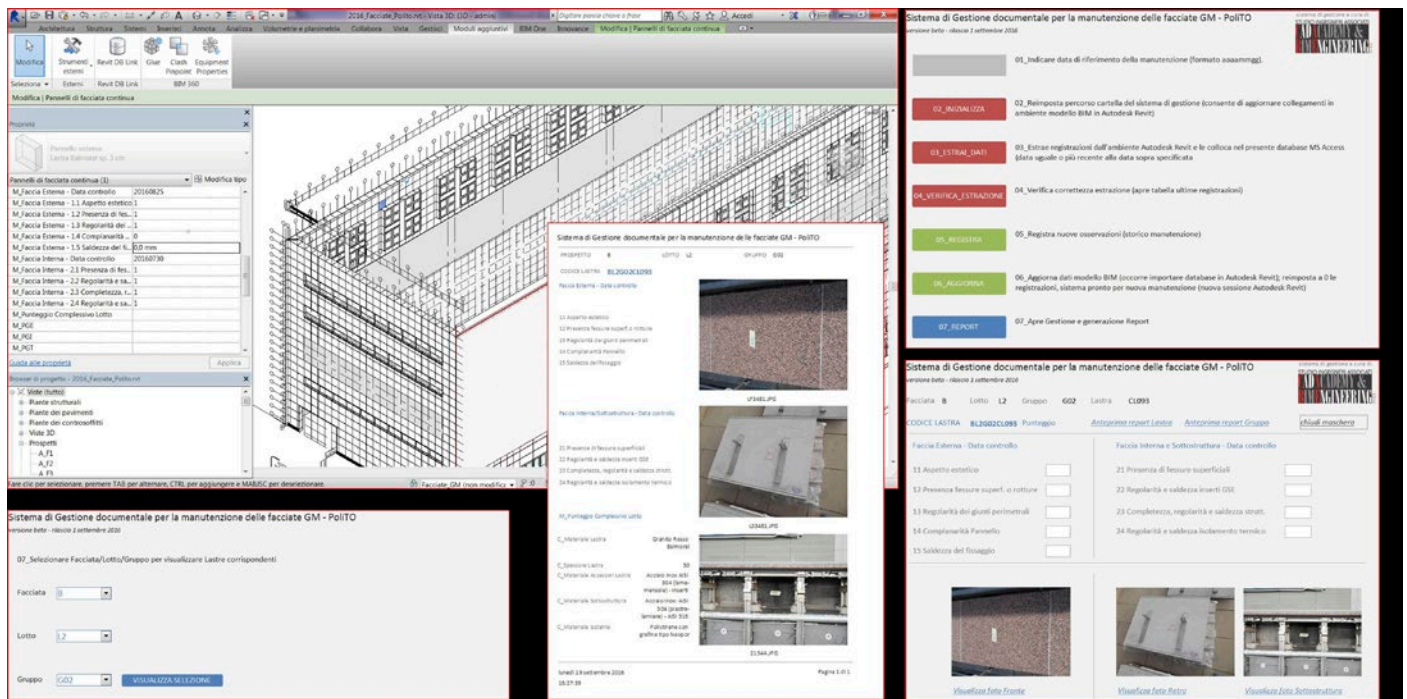
The integration of parametric modeling technologies with those of the management systems of the relational database increases the possibilities of the geometric computing environment (with obvious repercussions on its various geometric and alphanumeric representations).

The entire documentation produced by the different figures that were involved (the person in charge of the project, the project manager, the head of operations, the safety coordinator/manager, etc) was organized in a Web database that could be queried and searched by setting up easy to read and use forms. The *social of construction site* enabled a constant exchange of documents and information in real time. The document management system, which was accessible through a special web area (web site with restricted access), was distributed and made fully accessible

to any device connected to the internet via a secure transmission protocol. A section devoted to the photographic and iconographic collection of the construction works was also prepared with search capabilities according to the author, analytical project structure (WBS), date time or keywords. This collection of images was a constant reference and a useful tool for audits on existing buildings, especially as far as plant elements and *as built* evaluations are concerned.

Graphic-numeric dimension of the programming and maintenance

The objects oriented paradigm that underlies the parameterized geometric modeling can be considered complementary to the tools that the programming and maintenance tasks used to make the economic and sustainable use of resources efficient. To the aims,



06 | Sistema di manutenzione facciate edificio Cittadella Politecnica, integrazione BIM/DBMS (modello, interfaccia, report).

Maintenance system of the façade of the Politecnico di Torino campus; BIM/DBMS integration (model, interfaces, reports).

manufatti: anzitutto è possibile legare insieme il complesso apparato di procedure e regole prefissate dai piani di manutenzione e programmazione agli elementi singoli del modello-edificio, così consentendo registrazioni spazialmente riferite e report tecnici coerenti con i dati registrati in fase di controllo e intervento. In secondo luogo, le registrazioni possono essere impiegate per produrre viste e rappresentazioni tematiche dello stato di controllo e salute del nostro manufatto, associando a queste il repertorio fotografico esplicativo, tutto opportunamente metadocumentato e quindi agilmente interrogabile.

L'affiancamento al modello geometrico parametrizzato di un database relazionale incontra la necessità di mantenere uno storico

frequently identified in the literature, of usability, storage and increase in the “value systems” over time, the engineering requirements of the maintenance process can also be added (Furlanetto, 2007).

As previously mentioned, in the context of building public works on the Italian territory - the same observations can be made explicit for interventions related to punctual and network infrastructures - the preparation of project templates from processes-systems based on BIM technology is now becoming common practice; this consideration leads to various favorable effects as far as the management aspects of artifacts are concerned: first the procedures and rules assumed by the complex maintenance plans and programming can be joined to the individual model-building elements, thus allowing spatially related records and techni-

cal reports that are consistent with the data recorded during the inspection to be prepared. Second, the input can be used to produce views and representations of the control and health status of a building, and a photographic repertoire, in which all the information is appropriately meta documented and easily searchable, can be added.

The advantage that a relational database offers to the parameterized geometric model satisfies the need of keeping a record of surveys, including those of a photographic type. A specific application of this “BIM model / relational database” collaboration was made for the case of the ventilated walls of a building of the Politecnico di Torino campus in Turin⁹. The Athenaeum, as the Contractor, had promoted a renovation intervention of the existing surface coating; the prepared system was designed to be easily implemented

delle rilevazioni, anche di tipo fotografico. Un'applicazione specifica di questo spazio di collaborazione “modello BIM/base di dati relazionale” è stata operata sul caso delle pareti ventilate di un edificio della Cittadella Politecnica⁹. L'Ateneo ha promosso l'intervento di rifunzionalizzazione del rivestimento esistente in qualità di Stazione Appaltante; il sistema predisposto è stato studiato per poter essere agevolmente implementato attraverso la predisposizione di uno strumento di immissione dati appositamente dedicato alla rilevazione di campo (applicazione web o immissione dei dati direttamente o su modello BIM, o su maschere db).

Il modello è il contenitore dei dati e lo strumento più diretto per accedere ai dati associati alla configurazione geometrica. Se è

by setting up a data input tool specifically dedicated to site inspections (web application, data entry directly, BIM model or db masks).

The BIM model acts as a data container, and is the most direct way of accessing the data associated with the geometric configuration. Although it is true that many more skills are able to operate on a simple tabular support, it is also desirable that a BIM model should not respond only to the needs of the graphic representation of the health status of a building, but should also become the visual support that can be used to order and immediately verify the input data.

First in progress considerations

The methodological and operational equipment shown in the paper are constantly being updated, thanks to digital mediation, and in this way objectives are focused more on large and dedi-

cated resources, with more and more rigor, on the production process, management and life of the artifacts, even after they have completed their original functions.

The operational development is also represented by the possibility of incorporating the geometric component in web applications, thus making the graphical interface for the data input more efficient; it is possible to achieve the same outcome through the direct application of bar codes or QR onto the elements, although this is not always possible in a generalized way for all consumable parts of a building.

The integration of different technologies (GIS, BIM, DBMS, webapp), which by their very nature are interoperable, is an element of strength as it can involve multiple actors in the construction sector, even from a building management perspective.

vero che molte più competenze sono in grado di poter operare su un supporto tabellare, è allo stesso modo auspicabile che il modello BIM non risponda esclusivamente a esigenze di rappresentazione grafica dello stato di salute dell'edificio, ma diventi anche il supporto visivo per l'immissione ordinata e subito verificabile dei dati rilevati.

Prime considerazioni di sviluppo (Massimiliano Lo Turco, Maurizio Marco Bocconcino)

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Lo sviluppo operativo è rappresentato dalla possibilità di incorporare anche la componente geometrica nelle applicazioni web, così rendendo più efficiente l'interfaccia grafica per l'inserimento dei dati; consentirebbe di raggiungere lo stesso esito sortito dall'applicazione di codici a barre o QR direttamente sugli elementi, non sempre applicabile in maniera generalizzata a tutte le parti usurabili dell'edificio.

L'integrazione delle diverse tecnologie (GIS, BIM, DBMS, webApp), per loro natura interoperabili, è un elemento di forza in quanto in grado di coinvolgere molteplici attori del settore delle costruzioni, anche in un'ottica di gestione del manufatto. È rilevante sottolineare come la ricerca presentata dovrebbe essere tradotta in termini di insegnamento e sperimentazione di formazione, individuando di conseguenza, le competenze, le abilità e le conoscenze necessarie per supportare le fasi di controllo

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

It is relevant to underline how the presented research should be translated in terms of teaching and training experimentation, consequently identifying the competences, abilities and skills that are required to support the control and guidance phases in the creation of a new artifact. It is also important to mention how the individuals in charge of these activities could interact and integrate the technologies that have been sustained. The structure of the proposal flows, in fact, envisages the use of "proven" and widely used technologies, but which are not often integrated with each other. This is the innovative aspect of the proposed methodology for the construction and management simulations: rewriting a part of the BIM model, even in the absence of proper BIM type instruments (i.e. intervening on the alphanumeric component of the project), and virtual sharing areas

(on site, in the main offices, etc.) opens building processes to the professionals who are normally involved in the control, and addressing activities that do not necessarily have to operate on the geometric model, unless to extract measurements or reports.

It is therefore appropriate to extend the numerical and textual components of the BIM model as well as the iconography level (for example, all the photographic material that is used for the technical inspection activities), and leaving the task of determining the shape and the geometric, functional and performance relationships of the artifact to those who work directly on the model.

It is possible to say "so many lives for the model", and its "production cost", in terms of required skills, should be weighed considering the possibility of renewing it and reusing it at different

lo e di guida nella creazione di un nuovo manufatto. E' inoltre importante ricordare come gli individui responsabili di queste attività potrebbero interagire e integrare le tecnologie che sono state sostenute. La struttura dei flussi proposta, infatti, prevede l'impiego di tecnologie "collaudate" e ampiamente impiegate, ma spesso non integrate tra loro. Questo costituisce l'aspetto innovativo della proposta metodologica per le simulazioni di cantiere e di gestione: riscrivere parte del modello BIM anche in assenza di strumenti propriamente di tipo BIM (ovvero intervenire sulla componente alfanumerica del progetto) e da piazze virtuali di condivisione (in cantiere, nelle centrali operative, eccetera) apre sicuramente il processo edilizio a professionalità normalmente coinvolte dalle attività di controllo e indirizzo che non necessariamente devono operare sul modello geometrico se non per estrarne misurazioni o relazioni.

È quindi opportuno ampliare il modello BIM nella sua componente numerica e testuale e in quella iconografica (tutto l'apparato fotografico che produce l'attività tecnica di sopralluogo), lasciando a chi opera direttamente sul modello il compito di stabilire la forma e le relazioni geometriche, funzionali e prestazionali del manufatto.

Le tante vite del modello potremmo quindi dire, e il suo "costo di produzione" in termini di competenze richieste, deve essere pesato considerando anche la possibilità di rinnovarlo e riusarlo nei diversi momenti della costruzione e della gestione. E' anche con queste idealità che il nostro gruppo di ricerca accademica pensa debbano essere affinate le modalità espressive utili a illustrare fenomeni e processi complessi facendo emergere di questi, com'è nel ruolo storico del disegno, gli elementi che li strutturano, connotano e caratterizzano o che li rendono realizzabili,

construction and operation stages. It is in fact with these aims that our academic research group believes a useful mode could be refined to illustrate complex processes and the related phenomena, in the same way as the historical role of the science of Drawing, highlighting the elements that structure, characterize and typify them or that make them workable and feasible, not only attempting new representations but rather of proposing new ways of making knowledge through data, and the related acquisition processes, and through their quality, their accuracy and their reliability.

NOTES

¹In this sense, the hypothesis put forward in UNI about the expansion of parts of UNI 11337 with the addition of sections on the aspects of recovery and restoration, considering the rich

heritage of historical and monumental buildings that characterizes Italy, seems very interesting.

² "Implementation of Directives 2014/23 / EU, 2014/24 / EU and 2014/25 / EU on the awarding of concession contracts, on public procurement and on the procurement procedures of entities operating in the water, energy, transport and postal services, as well as revising the current rules on public contracts for works, services and supplies".

³ "Coding of products and processes in the building industry" (Working Group 05 of the Technical Commission UNI 033 "Products, processes and systems for building")

⁴ UNI 11337 will replace the previous ones (UNI 11337: 2009 and UNI 11337-3: 2015).

⁵ The BS ISO 15686: 2008 "Buildings and constructed assets" International

fattibili, non tanto pensando a nuove rappresentazioni quanto piuttosto a nuovi modi per generare conoscenza mediante i dati di progetto e i relativi processi di acquisizione ovvero attraverso la loro qualità, il loro grado di precisione, la loro affidabilità.

NOTE

¹ In tal senso pare molto interessante l'ipotesi ventilata in ambito UNI circa l'ampliamento delle parti della costituenda norma UNI 11337 con l'aggiunta di sezioni relative agli aspetti del recupero e restauro, in considerazione del ricchissimo patrimonio di edilizia storica e monumentale che caratterizza il nostro Paese.

² "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture".

³ "Codificazione dei prodotti e processi in edilizia" (Gruppo di Lavoro 05 della Commissione Tecnica UNI 033 "Prodotti, processi e sistemi per l'organismo edilizio").

⁴ La norma UNI 11337 sostituirà le precedenti (UNI 11337:2009 e UNI 11337-3:2015).

⁵ La norma internazionale BS ISO 15686:2008 "Buildings and constructed assets definisce le differenze semantiche tra le due accezioni.

⁶ Molte informazioni relative al progetto di ricerca INNOVance sono disponibili al seguente link: innovance.dd.agoramed.it (ultima visita: dicembre 2016).

⁷ Un'ampia descrizione del contributo della modellazione e della realtà aumentata dei due progetti europei descritti è reperibile al sito www.drawingtothefuture.polito.it/projects/ (ultima visita: dicembre 2016). Il coordinatore scientifico è la prof.ssa A. Osello.

Standard defines the semantic differences between the two meanings.

⁶ A great deal of information about the INNOVANCE research project is available at the following link: innovance.dd.agoramed.it (last visit: December 2016).

⁷ An extensive description of the contribution of modeling and augmented reality pertaining to the two European projects can be found at the www.drawingtothefuture.polito.it/projects/ site (last visit: December 2016). The scientific coordinator is Prof. A. Osello.

⁸ The Carlo Mollino University Residence, Politecnico di Torino, executive design M. Lo Turco, web database M. M. Bocconcino.

⁹ Special maintenance (re-functioning facades), API Cogal-Sepam, BIM model and relational database E. Barberis, M. M. Bocconcino, D. Pezzuto.

⁸ Residenza Universitaria Carlo Mollino, Politecnico di Torino, progetto esecutivo M. Lo Turco, database web M. M. Bocconcino.

⁹ Manutenzione straordinaria (rifunionalizzazione facciate). API Cogal-Sepam. Modello BIM e database relazionale E. Barberis, M. M. Bocconcino, D. Pezzuto.

REFERENCES

Argiolas, C., Quaquero, E., Prenza, R. (2015), *BIM 3.0 Dal disegno alla simulazione: Nuovo paradigma per il progetto e la produzione edilizia*, Gangemi Editore, Roma.

Bocconcino, M. M., Lo Turco, M. (2016), "Ambienti collaborativi per la condivisione della conoscenza: prime applicazioni di Building Information Modeling in ambito pubblico", *DISEGNARECON*, Vol. 9, No. 16, pp. 7.1-7.10.

Cirbini, A.L.C. (2013), *L'information Modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Cocchiarella, L. (2016), "BIM: dimensioni dello spazio, del pensiero, e della formazione", *DISEGNARECON*, Vol. 9, No. 16, pp. 3.1-3.5.

De Rubertis, R. (2016), "What information models before BIM", *Proceedings of the Workshop 3Dmodeling & BIM. Applications and possible future developments, April 20-21, 2016, DEI, Roma*, pp. 10-13.

Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011), *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley, Hoboken.

Furlanetto, L., Garetti, M., Macchi, M. (2007), *Ingegneria della manutenzione. Strategie e metodi*, Franco Angeli, Milano.

Lo Turco, M. (2015), *BIM and infographic representation in the construction process. A decade of research and applications*, Aracne, Ariccia.

Mottola, V., De Luca Picione, M. (2009), *Il progetto dinamico del cantiere edile*, Il Sole 24 ore, Milano.

Patti, E., Ronzino, A., Osello, A., Verda, V. Acquaviva, A. and Macii, E. (2015), "District Information Modeling and Energy Management", *IT PROFESSIONAL*, Vol. 17, No. 6, pp. 28-34.

Popper, K.R., Eccles J.C. (1981), *L'io e il suo cervello. Materia, coscienza e cultura*, Vol. 1, tr. it. Armando editore, Roma.

Santagati, C., Lo Turco, M. (2017), "From structure from motion to historical building information modeling: populating a semantic-aware library of architectural elements", *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 26, No. 1, 011007: 1-12.

Un approccio semplificato per la valutazione di sostenibilità dell'ambiente costruito attraverso il BIM

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Sebastiano Maltese, Nicola Moretti, Fulvio Re Cecconi, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

Angelo Luigi Camillo Ciribini, Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università di Brescia, Italia

John M. Kamara, School of Architecture, Planning and Landscape, Newcastle University, UK

sebastiano.maltese@polimi.it

nicola.moretti@polimi.it

fulvio.receconi@polimi.it

angelo.ciribini@unibs.it

john.kamara@ncl.ac.uk

Abstract. I rating system sono strumenti per la determinazione della qualità, dell'affidabilità, dell'efficienza energetica ed economica degli edifici, finalizzati all'attribuzione di un certificato di sostenibilità. Tali strumenti possono essere integrati in un modello BIM. Questa ricerca propone una metodologia semplificata per soddisfare i requisiti CESBA attraverso un modello Construction to Operations Building information exchange (COBie) per gli edifici esistenti, in base all'approccio BIM Bronze sviluppato dal Ministero della Giustizia inglese. In questo modo, è possibile estrarre report sulla sostenibilità, minimizzando i costi per la gestione delle informazioni. Sarà, infine, presentato un esempio illustrativo riguardante i criteri di risparmio energetico del protocollo CESBA.

Parole chiave: BIM, Green BIM, sustainability, rating systems, IFC, COBie.

Introduzione

Lo sviluppo di strumenti e pratiche efficaci per la valutazione energetica e ambientale degli edifici è cruciale per l'efficientamento delle fasi di progettazione e di uso degli immobili (SmartMarket Report, 2010). In anni recenti, si possono individuare in ambito europeo alcune ricerche ed applicazioni finalizzate alla sistematizzazione di suddetti strumenti: un esempio è il protocollo Common European Sustainable Built Environment Assessment (CESBA). Inoltre, la necessità di disporre di informazioni attendibili, sin dalle prime fasi del processo edilizio, suggerisce l'integrazione di tali strumenti nel processo Building Information Modelling (BIM) (Hyatt, 2011) (Wu e Issa, 2010). L'elevato numero di attori, la pluralità di sistemi di rating, la varietà di soluzioni tecnologiche di edifici e impianti e l'eterogeneità dei requisiti espressi dagli utenti e dai clienti ostacolano, però, questa integrazione.

A Lean Approach to Enable Sustainability in the Built Environment through BIM

Abstract. Rating systems are assumed as instruments to endorse architectural quality, reliability, energy efficiency, economic convenience and finally expose a sustainability label. Moreover, these tools can be tied to a BIM model. The aim of this research is to set up a lean methodology to fulfil CESBA requirements through Construction to Operations Building information exchange – COBie in project on existing buildings adopting the BIM Bronze approach by UK Ministry of Justice - MoJ. This will allow to develop a semantic model and to extract sustainability reports in a post-construction phase, thereby minimising the cost of gathering information on existing buildings. An illustrated example regarding energy criteria of CESBA protocol will be presented to further the proposed approach.

Keywords: BIM, Green BIM, sustainability, rating systems, IFC, COBie.

Una possibile risposta a tali problematiche può essere identificata nell'uso del protocollo Industry Foundation Classes (IFC), correntemente il formato più avanzato, non proprietario, per lo scambio dei dati nel settore immobiliare (Golabchi e Kamat, 2013). Alcuni criteri utilizzati nei protocolli di rating possono essere, infatti, rintracciati negli oggetti IFC (BuildingSMART, 2016). Per gli edifici esistenti, viene quindi proposta una metodologia semplificata per facilitare l'estrazione dei dati relativi al rating dell'edificio nella fase di uso, o prima di un intervento di riqualificazione. Prendendo spunto dall'approccio BIM Bronze (MoJ, 2016), sviluppato in Inghilterra dal Ministry of Justice (MoJ), ci si pone come obiettivo l'estrazione dei dati relativi al rating report, attraverso il protocollo Construction to Operations Building information exchange (COBie). Infine, viene presentato un esempio illustrativo riguardante la gestione degli *energy criteria*, attraverso COBie, in un modello BIM semplificato in cui l'informazione geometrica è assente.

Metodologia di ricerca

I sustainability rating system stanno diventando sempre più complessi, principalmente a causa della domanda da parte di clienti e utenti, di svilupparne differenti versioni, a seconda della fase del ciclo di vita dell'edificio (nuova costruzione, uso e manutenzione, riqualificazione, fit-out), o in base all'estensione dell'intervento (LEED-ND, DGNB New Urban District) (Komeily e Srinivasan, 2015). L'approccio metodologico supporta lo svolgi-

Introduction

The development of effective building energy and environmental assessment tools and practices is crucial to ensure efficient design and operation (SmartMarket Report, 2010). Efforts to systematically connect different instruments have led to research projects such as the Common European Sustainable Built Environment Assessment (CESBA). The need for reliable results in the early stages of design requires the integration with existing design tools and methods, like Building Information Modelling (BIM) (Hyatt, 2011) (Wu and Issa, 2010). However, this integration is hampered by the plurality of rating systems, the number of actors, the variety of technological solutions for building and services, and the heterogeneity of users' and clients' requirements. Moreover, the involvement of many stakeholders give rise to the need

for exchanging huge amounts of data, and this makes it even more necessary to have a common data exchange protocol. The answer could be given by the Industry Foundation Classes (IFC) protocol, which is currently the most advanced non-proprietary data exchange format for the building sector (Golabchi and Kamat, 2013). Some criteria exploited by the building rating systems can be found in IFC objects (BuildingSMART, 2016), thus IFC can be used as a sharing framework. For existing assets, we aim to propose a lean methodology to ease the extraction of rating data in the in use phase, or before a refurbishment process. The objective concerns the exploitation of the BIM approach developed by UK MoJ (Ministry of Justice), precisely the BIM Bronze level (MoJ, 2016). Accordingly, a method to extract rating data based on Construction to Operations

mento della ricerca, creando un legame tra i sustainability rating system e le più note metodologie per la valutazione del ciclo di vita, aprendo a possibili integrazioni con l'Internet of Things (IoT). Il BIM, dunque, appare un ambiente privilegiato per la valutazione automatica dei criteri presenti nei rating system e per supportare le decisioni circa le strategie di sostenibilità da adottare durante il ciclo di vita dell'edificio (Wong e Zhou, 2015). Lo scambio delle informazioni tra software BIM e rating system deve, quindi, essere basato su protocolli standard, come COBie, utile per rendere l'accesso ai dati più agevole e interoperabile. Tali dati possono essere utilizzati attraverso diversi software, nei successivi momenti della vita dell'edificio, incentivando le decisioni condivise e un ambiente collaborativo.

Quando la creazione di un modello 3D è troppo onerosa, il MoJ propone l'utilizzo di un modello caratterizzato da un alto livello di informazione semantica espressa attraverso lo schema COBie: un contenuto informativo abbastanza accurato da permettere lo svolgimento di analisi e operazioni in ambito di sostenibilità. L'implementazione di questo approccio, chiamato "BIM Bronze" dal MoJ, permette l'integrazione dell'informazione semantica e geometrica, nel caso in cui il modello sia ulteriormente sviluppato (MoJ, 2016). La Figura 1 riassume il processo che porta dall'analisi congiunta dei criteri di rating e dello standard COBie, alla definizione di un modello semantico, quindi al rating report.

I principali passaggi da compiere sono: (A) definizione dei dati da estrapolare e analisi della struttura del rating system report; (B) analisi dello standard COBie, definizione dei dati da memorizzare direttamente nel progetto COBie e creazione di property set personalizzati; (C) creazione di linee guida BIM per l'analisi

Building information exchange (COBie) is suggested. An illustrated example about energy criteria is showed to define how to include green features using COBie in a lightweight BIM model, aimed at delivering assets data when geometric information are unavailable.

Research methodology

Rating systems are getting more and more complex, mainly due to the demand by clients and users to develop different versions, depending on the stage of building life cycle (e.g. new construction, operation and maintenance, refurbishment and fit-out), or accordingly to the extension (e.g. LEED-ND, DGNB New Urban District) (Komeily and Srinivasan, 2015). The underpinning question concerns how to develop a methodological approach to support an additional progress, by associating

more directly the aforementioned tools with computational instruments adopted in lifecycle evaluation and, in perspective, in an Internet of Things (IoT) approach. Accordingly, BIM represents a privileged environment to enable the green requirements automatic evaluation and to support decisions about sustainable strategies during the building life cycle (Wong and Zhou, 2015). Data exchange between BIM software and rating systems must, consequently, be based on a standard exchange protocols like COBie. Using COBie leads to a more interoperable and open access to data, which could be used by professionals in several software, in different moments of the building life, to empower collaborative environment and shared decisions.

When creating a 3D model is too onerous, MoJ proposes a model which, embeds a strong semantic information

di sostenibilità; (D) creazione di web service per estrarre automaticamente da IFC i dati memorizzati nel Common Data Environment; (E) creazione di un template report web in base alla struttura del rating report; (F) creazione di un'applicazione web che permetta di compilare il template report con i dati estratti dal modello BIM COBie e calcoli il sustainability rating del progetto. I passaggi appena illustrati non devono essere intesi come l'unica metodologia plausibile, ma come la migliore messa a punto dagli autori per raggiungere lo scopo della ricerca.

Stato dell'arte

Secondo Kymmel (2008), il BIM è la rappresentazione virtuale dell'edificio: il luogo digitale dove le caratteristiche fisiche del progetto e tutte le informazioni semantiche sono contenute o allegate ai modelli e alle loro parti. Esso può includere una o tutte le rappresentazioni del progetto 2D, 3D, 4D (programmazione), 5D (costi) o nD (energia, sostenibilità, facility management) (O'Keefe, 2012). La dimensione della sostenibilità, spesso chiamata "Green BIM", viene considerata una delle più innovative applicazioni del BIM. Inoltre, l'integrazione tra BIM e i criteri di sostenibilità appare di grande aiuto nell'ottenimento di una visione olistica sin dalle prime fasi del progetto (Álvarez et al., 2014). Il vantaggio di utilizzare il BIM risiede, dunque, nella possibilità di disporre di un'unica fonte di tutte le informazioni relative al progetto, prima ancora della sua implementazione fisica (Jalaei et al., 2015).

Nel settore AEC (Architecture, Engineering, Construction) i rating system sono largamente utilizzati per misurare le performance di sostenibilità. I diversi rating system, tra i quali LEED e BREEAM possono essere identificati come i maggiormente uti-

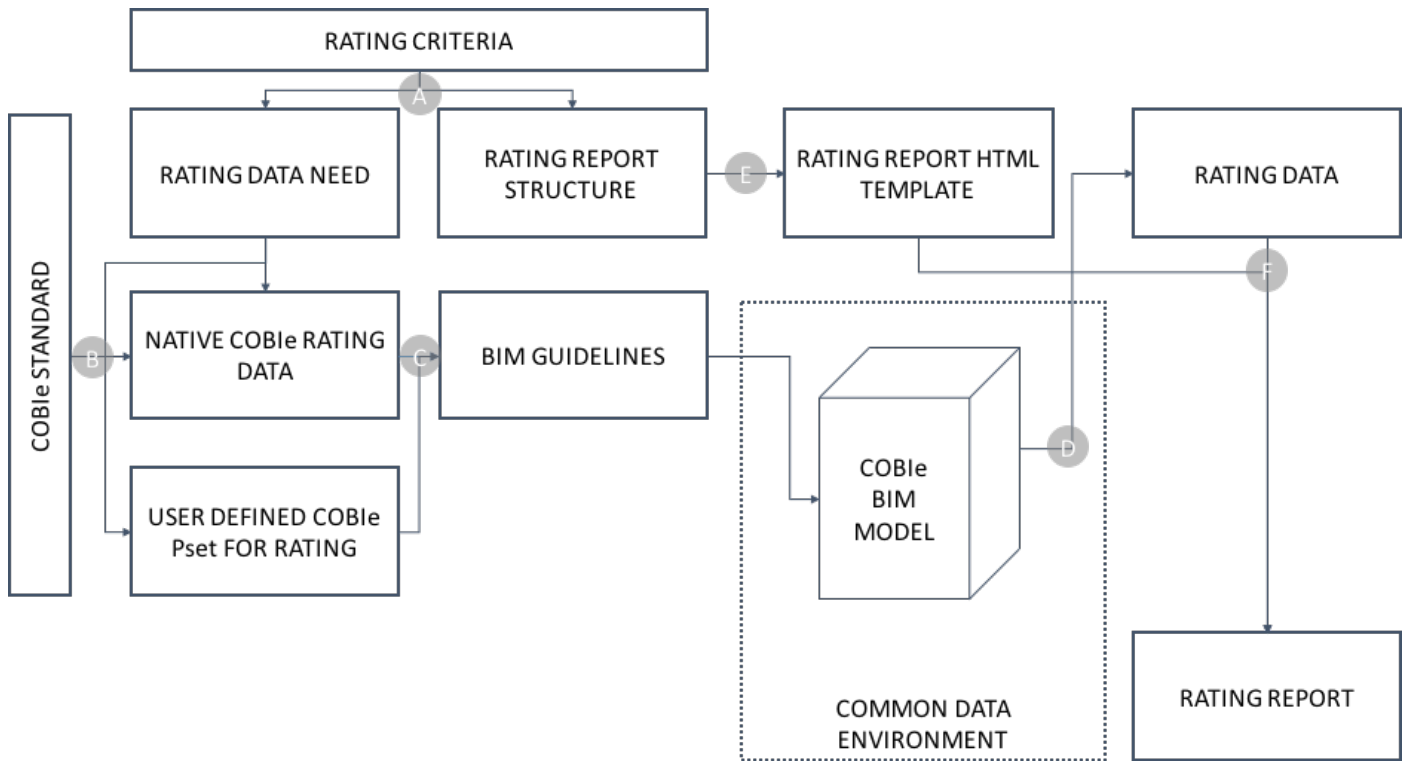
content included in COBie schema; good enough to perform analysis and operations for sustainability evaluations. The implementation of this approach, called by MoJ BIM Bronze, allows the integration of semantic and geometric information, if the model is developed further (MoJ, 2016). Figure 1 summarises the process leading from the joint analysis of rating criteria and COBie standard, to the definition of a semantic model and then to a rating report.

Main steps to be taken are: (A) definition of rating system data needs and rating system report structure analysis; (B) COBie standard analysis and definition of data directly stored in a COBie project and creation of custom property sets; (C) creation of BIM guidelines for sustainability analysis; (D) creation of a web service to automatically extract data from IFC files stored

in a BIM Server; (E) creation of an html report template according to rating report structure; (F) creation of a web app that fills the report template with data extracted from the COBie BIM model and computes the sustainability rating of the project. These steps must not be conceived as the as the only feasible procedure, but as the best to achieve the aim of the research.

State of the art

According to Kymmel (2008), BIM represents the building virtually, where the physical characteristics of the project and all information are contained or attached to the component of the model. It may include any or all of the 2D, 3D, 4D (time element-scheduling), 5D (cost), or nD (energy, sustainability, facilities management, etc.) representations of a project (O'Keefe, 2012). The dimension of sustainability, often



01 | Schema della ricerca. I passaggi principali sono evidenziati da lettere.
Outline of the research workflow. Main steps are highlighted by letters.

lizzati (Tagliabue e Manfren, 2016), spesso condividono un considerevole numero di simili indicatori, anche se organizzati in aree tematiche differenti. E anche per quanto riguarda parametri che descrivono le stesse performance, si riscontrano talvolta metodologie di calcolo differenti (Maltese, Tagliabue et. al., 2016). Il protocollo CESBA opera un tentativo di superamento di tali disallineamenti, attraverso la promozione di un rating system armonizzato e di un metodo di valutazione standardizzato. Per gli asset esistenti, nel caso di interventi di adeguamento, la possibilità di definire specifici attributi, descritti attraverso un

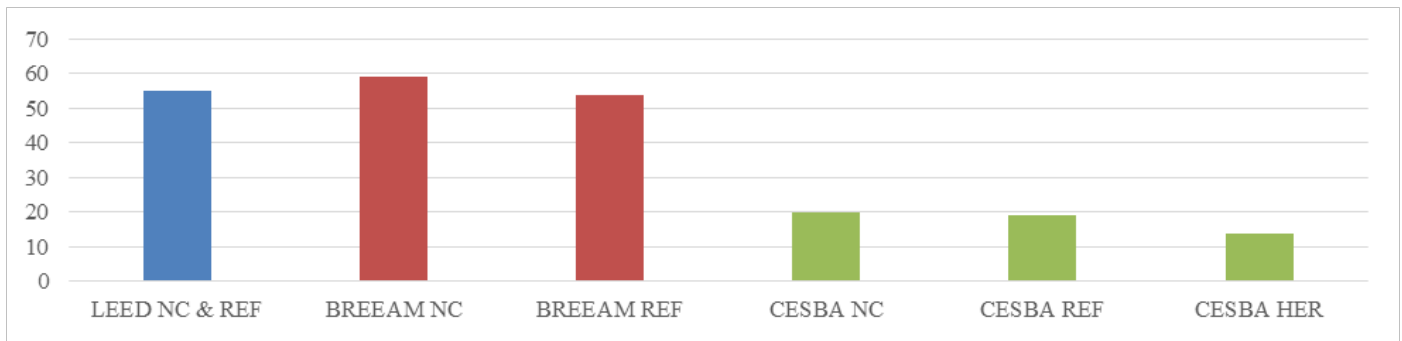
database flessibile e machine-readable (anche se non basato su un modello 3D) suggerisce l'utilizzo di un processo BIM semplificato per la valutazione preliminare delle caratteristiche legate alla sostenibilità. Sebbene sia possibile ottenere un'affidabile rappresentazione degli edifici esistenti attraverso strumentazioni come le nuvole di punti Terrestrial Laser Scanner (TLS) e sia quindi possibile mettere a punto un Asset Information Model (AIM) dettagliato (Wang, Cho et. al., 2015), i costi relativi alla modellazione possono rappresentare un impedimento nell'impiego pratico del modello nell'ambito della valutazione energe-

called Green BIM, can be considered one of the most innovative application of BIM. Moreover, integrating BIM and sustainability criteria helps in achieving a holistic overview since the early stages, which have the greatest influence on the project (Álvarez et al., 2014). The advantage of using BIM is its ability to act as a single source of all the project information before its physical implementation (Jalaei et al., 2015). On the other hand, in AEC sector, rating systems are used to measure sustainability performances. LEED and BREEAM are the most common international and interdisciplinary protocols (Tagliabue and Manfren, 2016). Different rating systems diffused worldwide, often share a considerable number of similar indicators, even if they are organised in areas named differently (Fig. 2). Also parameters, describing the same performance, can be

calculated through different methodologies (Maltese, Tagliabue et al., 2016). CESBA protocol tries to overcome this issue, through a harmonized rating system promoting a standardised evaluation. For existing assets, the possibility to define specific attributes described through a flexible and machine-readable database (not even based on a 3D model) suggests a way to ease the approach for a preliminary green retrofit assessment through a light BIM procedure. Although, a reliable recognition of the existing asset can be handled by instruments like TLS (Terrestrial Laser Scanner) point cloud, thus a detailed Asset Information Model (AIM) could be prepared (Wang, Cho et al., 2015). The related costs could be a drag to the kick-off of any practical use of the model like energy assessment (BIM-2BEM) and AIM-based facility mana-

gement procedures (Volk, Stengel et al., 2014). To overcome the costs hurdle, the "lean" approach adopted by the UK MoJ may be borrowed, promoting a starting AIM with a very low geometric information and a high information content (Fig. 3). These BIM projects, called BIM Bronze project, may not have a 3D model, nevertheless they involve "machine readable" semantic information through COBie. IFC is an object-oriented data model of buildings which specifies physical or abstract items and relationship between them, to describe, exchange and share information. This structure was adopted as standard through ISO 16739 (2013), ISO 12006 (2007) and ISO 29481 (2010). To specify how information and processes must be mapped to IFC, the Model View Definition (MVD) is used. MDV (Model View Definition) allows to export a portion of the IFC in-

formation on a defined phase of the building process (e.g. structural design, system design, OM&R). Thus these tools are very effective to foster interoperability. One of the most common MVD in OM&R is the Construction Operations Building information exchange (COBie). COBie outlines a standardised methodology to collect information in the design and construction process, as part of the package delivered to the landlord, at the completion of the building. Accordingly, COBie shows a double advantage: it is a machine-readable protocol and can be compiled through a common spreadsheet interface (e.g. Microsoft Excel). Moreover, it had been developed to allow the integration in Computer Maintenance and Management Systems (CMMS), as well as in many other design and facility management software (Eastman, Teicholz et al., 2016).



02 | Numero di criteri nei più comuni rating system.
Number of criteria in the most common rating systems

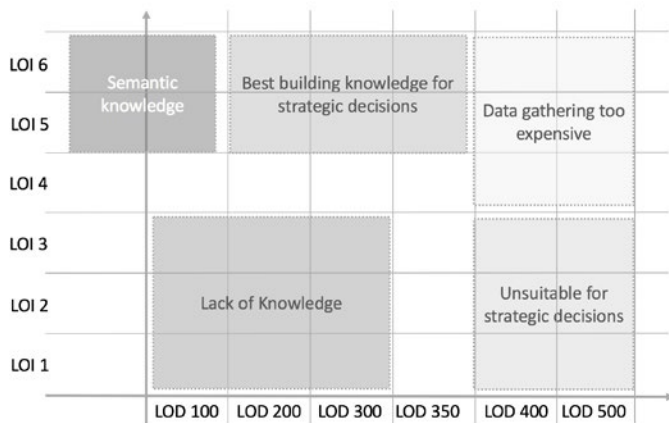
tica (BIM2BEM) e della procedura BIM-based facility management (Volk, Stengel et al., 2014). Per superare tale problematica, può essere sfruttato l'approccio "lean" adottato dal MoJ, che consiste nella promozione di un modello AIM iniziale con un livello di informazione geometrica molto basso, ma un alto contenuto semantico (Fig. 3). Questo progetto BIM, chiamato BIM Bronze, può non essere associato ad un modello 3D. Cionondimeno esso sfrutta l'informazione semantica "machine-readable" attraverso COBie.

IFC è un modello di dati object-oriented per gli edifici, che specifica entità fisiche o astratte e le relazioni tra di esse, al fine di descrivere, scambiare e condividere le informazioni. Questa struttura è stata adottata attraverso gli standard ISO 16739:2013, ISO 12006:2007 e ISO 29481:2010. Per specificare come le informazioni e i processi debbano essere mappati in IFC, viene utilizzata una Model View Definition (MVD), che permette di esportare parte delle informazioni IFC, relative, ad esempio, ad una determinata fase del processo edilizio (ad esempio la fase di progettazione strutturale, della progettazione degli impianti, di OM&R). Tali strumenti sono molto efficaci per favorire l'interoperabilità. Una delle MVD più comuni, nella fase di OM&R, viene chiamata Construction-Operation Building Information exchange (COBie). COBie fornisce una metodologia standardizzata per raccogliere le informazioni nella fase di progetto e di costruzione,

come parte del corredo informativo da consegnare alla proprietà quando l'edificio viene completato. Di conseguenza, COBie presenta un doppio vantaggio: è un protocollo machine-readable e allo stesso tempo può essere compilato attraverso un comune foglio di calcolo (ad esempio Microsoft Excel). Inoltre, esso è stato sviluppato per permettere l'integrazione in Computer Maintenance Management Systems (CMMS), come pure in molti altri software per la progettazione e il facility management (Eastman, Teicholz et al. 2016).

Per dimostrare l'interesse scientifico della ricerca, vengono di seguito riportate alcune recenti esperienze relative all'integrazione dell'approccio BIM con i requisiti di sostenibilità degli edifici (Wu e Issa, 2011). Cheng J.C.P e Das M. (2014) propongono uno schema di web service per la simulazione energetica e il code checking con il protocollo Green Building XML. I risultati della ricerca dimostrano che il protocollo IFC non ricalca perfettamente i requisiti di performance energetica; nonostante sembri essere il protocollo più adatto a questo scopo. Lei, X., Kang M. et al. (2015) investigano la possibilità di utilizzare IFC come supporto per i requisiti informativi di cinque energy benchmarking tools per edifici residenziali e non. I risultati di mostrano, in questo caso, che i requisiti vengono coperti dal 57% al 100% da IFC. El Asmi, E., Robert, S. et al (2015) evidenziano il ruolo chiave della MVD e la necessità di sviluppare una piattaforma

03 |



03 | Informazioni per la decisione strategica (LOD – Level of Detail; LOI – Level of Information).
Information for strategic decision (LOD – Level of Detail; LOI – Level of Information).

Some recent example of systems developed to match sustainability requirements through a BIM approach can be highlighted (Wu and Issa, 2011). Cheng J.C.P and Das M. (2014) developed a web service framework for energy simulation and code checking, in Green Building XML. They found that IFC protocol does not match properly the energy performance requirements, but still appears to be the most suitable for this purpose. Lei, X., Kang M., et al. (2015) investigated the possibility of using IFC to support the information requirement of five residential and non-residential energy benchmarking tools. The results show a coverage from 57% to 100% of requirements. El Asmi, E., Robert, S., et al. (2015) highlight the key role of MVD and the necessity of developing a more extensive and reliable platform to ease the information exchange. Ilhan, B., Yaman, H. (2016)

integrate a prototypical green building assessment tool according to BREEAM protocol in a BIM model. The so called Green Building Assessment Tool – GBAT helps in taking into account sustainability criteria in modelling a building. F. Jalaei, A. Jrade, (2015) developed a tool, that automates the calculation of costs associated to LEED certification, as well as identifies the correct certification type, thanks to a plugin mounted in a BIM software. All of them depict the BIM approach as intrinsically related to a 3D model. Moreover, the authors develop the tools through the customisation of existing instruments, or the creation ex novo of web based applications. Therefore, two issues emerge: the former concerns the possible loss of standardisation of interoperability protocols, the latter regards the choice of a single software to which tie the plugins implementation, that

più comprensiva ed affidabile per facilitare lo scambio di informazioni. Ilhan, B., Yaman, H. (2016) integrano un prototipo di green building assessment tool, basato sul protocollo BREEAM, in un modello BIM. Il cosiddetto Green Building Assessment Tool – GBAT aiuta a tenere in considerazione i criteri di sostenibilità nella modellazione dell'edificio. F. Jalaei e A. Jade, (2015) hanno sviluppato uno strumento che automatizza il calcolo dei costi associati alla certificazione LEED e identifica il corretto tipo di certificazione, grazie ad un plugin installato in un software di BIM authoring.

Tutte le esperienze brevemente descritte sottintendono un approccio BIM intrinsecamente legato ad un modello 3D. Inoltre gli autori, sviluppano applicativi attraverso la personalizzazione di strumenti esistenti, o la creazione ex novo di piattaforme web. Pertanto emergono due questioni: la prima riguarda la possibile perdita di standardizzazione e interoperabilità dei protocolli, la seconda concerne la scelta di un singolo software al quale associare l'implementazione dei plugin, fatto che può diminuire significativamente la flessibilità degli strumenti. Per tentare di superare, almeno in parte, questi problemi e per fornire un'alternativa valida alle esperienze brevemente descritte sopra, nelle prossime pagine sarà presentato un approfondimento teorico ed un esempio illustrativo relativo ad un modello sviluppato attraverso l'uso della MVD COBie.

Un modello semantico per la gestione dei rating system

In questa ricerca vengono definite delle procedure BIM che permettono l'estrazione dei dati di rating durante la fase di progettazione, uso e dismissione. La gestione dei criteri dei rating

may decrease tools' flexibility. To overcome these shortcomings, in the next pages will be presented a theoretical insight on a model developed through the COBie MVD and an application to a illustrated example.

A semantic model for rating system management

In this research, BIM procedures allowing the extraction of rating data during the design, operation and disposition phases, will be defined. Managing rating systems criteria within a BIM model implies a double level of complexity: the definition of all the right BIM objects attributes to fulfil the criteria calculation procedures and new attributes' compliance with the current IFC schema. Furthermore, not all the attributes are already included in the IFC property sets, so some of them must be created.

Authors performed a preliminary survey on IFC, jointly with the CESBA new construction protocol, to create a map of criteria that can be computed with IFC parameters contained in property sets and associated to defined entities (Table 1). Approximately the 27% of criteria can be calculated with native IFC data. Of course it is possible to implement additional attributes in IFC, both in existing property sets or in new ones.

Table 1 shows that the IfcSpace entity has a great importance in CESBA, on the other hand, none of the attributes contained in IfcProject, IfcSite, IfcStorey, which are the major IFC entities, are useful for storing CESBA criteria values. The information stored in the attributes need further elaboration to compute the final value of the criteria, but this can be done separately through a specific algorithm.

system attraverso un modello BIM implica un doppio livello di complessità: la definizione di tutti i corretti attributi degli oggetti, necessari per eseguire la procedura di calcolo dei criteri e il mantenimento della conformità con il corrente schema IFC.

Gli autori hanno condotto un'analisi preliminare dello schema IFC, congiuntamente al protocollo CESBA New Construction, al fine mappare i criteri che possono direttamente essere computati attraverso i parametri IFC (contenuti nei property set delle relative entità) (Tabella 1). Approssimativamente, il 27% dei criteri può essere calcolato con dati IFC nativi. Ovviamente è possibile creare attributi aggiuntivi in IFC, in property set esistenti o creandone di nuovi.

La Tabella 1 illustra, inoltre, l'importanza dell'entità IfcSpace per il calcolo del rating attraverso il protocollo CESBA. Di contro, nessuno degli attributi contenuti in IfcProject, IfcSite, IfcStorey, ovvero le entità IFC maggiori, è utile a tale scopo. Le informazioni raccolte negli attributi necessitano di un'ulteriore calibrazione per computare il valore finale dei criteri. Tuttavia, tale operazione può essere condotta separatamente attraverso uno specifico algoritmo.

Per quanto riguarda il subset COBie dello schema IFC, il foglio "Attribute" può essere considerato il più rilevante ai fini di questa ricerca. Permette, infatti, di registrare in maniera estensiva dati riguardanti ogni entità dell'immobile, rendendo le informazioni leggibili e disponibili per effettuare tutti i calcoli necessari all'ottenimento del punteggio connesso ai criteri di sostenibilità.

Il foglio di calcolo in Fig. 4 permette di registrare dati circa: (1) l'attributo (Name, createdBy, CreatedOn, Category, Value, Unit, description, AllowedValue); l'oggetto (SheetName, RowName) e (3) il sistema utilizzato per creare ogni riga/oggetto (ExtSystem);

The sheet "Attributes" can be considered the most important for this research. It allows to insert extensive data about any entity of the facility in the IFC format, since information are readable and available to make calculations to achieve the points connected to sustainability criteria.

The spreadsheet in Fig. 4 allows to store data about: (1) the attribute (Name, createdBy, CreatedOn, Category, Value, Unit, description, AllowedValues); (2) the object (SheetName, RowName); and (3) the system used to create each row/object (ExtSystem; ExtObject; ExtIdentifier). The field "Description" could be used to insert the property set containing the attribute, to avoid ambiguity; "AllowedValues" can be used to insert the values coming from the IFC documentation (BuildingSMART, 2016).

The attribute spreadsheet shown is not

the only one to be used, as each object should be described and provided with a unique identifier and categorised with the IFC definition (e.g. objComponent, objFacility, objProject). Once building data are inserted into a COBie spreadsheet, they can be used to calculate the sustainability rating. This step has not been automatized so far, as it requires first the full definition of the CESBA criteria attributes in IFC. This requires the creation of additional property sets and attributes in IFC, so to be able to store both input and output of the calculation in COBie format.

Illustrated example

The illustrated example demonstrates the possibility to implement the relevant attributes into a lightweight COBie model, being able to store and share information in a standardised format. An example of COBie file, to calculate two

Tabella 1 | Mappatura dei criteri CESBA New Construction in IFC.
CESBA new construction criteria mapped with IFC.

CESBA New Construction criteria	IfcBuilding	IfcSpace	IfcObject	IfcMaterial
A3 – Bicycle Parking		5.4.4.18 Pset_SpaceParking ParkingUnits 5.4.4.13 Pset_SpaceCommon NetGrossArea		
B5 – Energetic optimization during the planning		5.4.4.19 Pset_SpaceThermalRequirements SpaceTemperature 6.2.4.24 Pset_SpaceThermalDesign VentilationAirFlowrate 6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad TotalSensibleLoad, TotalLatentLoad, TotalRadiantLoad		
B6 – User information		5.4.4.16 Pset_SpaceLightingRequirements ArtificialLighting, Illuminance 5.4.4.19 Pset_SpaceThermalRequirements SpaceTemperature 7.5.4.88 Pset_SpaceThermalPHistory VentilationAirFlowrate	IfcShadingDevice 6.1.4.19 Pset_ShadingDeviceCommon ShadingDeviceType, IsExternal, MechanicalOperated, ...	
C6 – Differentiated documentation of Energy Consumption	6.2.4.27 Pset_ThermalLoadAggregate TotalCoolingLoad TotalHeatingLoad		IfcBoiler 7.5.4.8 Pset_BoilerPHistory AuxiliaryEnergyConsumption PrimaryEnergyConsumption	
C7 – Water consumption/ use of				IfcMaterialLayer LayerThickness

ExtObject; ExtIdentifier). Il campo “Description” potrebbe essere utilizzato per inserire il property set che contiene l’attributo. Per evitare eventuali ambiguità; “AllowedValues” può essere utilizzato per inserire valori derivanti dalla documentazione IFC (BuildingSMART, 2016).

Il foglio di calcolo degli attributi appena illustrato non è l’unico che può essere utilizzato, dato che ogni oggetto potrebbe essere descritto e caratterizzato con un unico identificativo IFC (ad esempio objComponent, objFacility, objProject). Una volta inseriti i dati relativi all’edificio nel foglio di calcolo COBie, essi possono essere utilizzati per computare il sustainability rating. Questo passaggio non è stato automatizzato sino ad ora, dato che richiede prima la totale definizione degli attributi dei criteri CE-

SBA in IFC. Ciò richiede, inoltre, la creazione di nuovi property set e attributi in IFC, così da poter registrare entrambi gli input e gli output della computazione in formato COBie.

Esempio illustrativo

L’esempio illustrativo dimostra la possibilità di calcolare il punteggio dei criteri di interesse attraverso un modello COBie semplificato, il quale permette di registrare e condividere informazioni in un formato standardizzato. Sarà quindi presentato un esempio di file COBie, per calcolare due importanti criteri del protocollo CESBA New Construction: i criteri B5 - Energy optimisation during the planning e C6 - Differentiated documentation of energy consumption, rispettivamente di 60 e 10 punti su 1000. La robustezza

important CESBA New Construction criteria will be presented: B5 – Energy optimisation during the planning and

C6 – Differentiated documentation of energy consumption, respectively 60 and 10 points out of 1000. The robust-

ness of the proposed procedure will be tested, highlighting missing parameters in IFC (according to criteria require-

ments of CESBA), jointly with potential and criticalities connected to the use of COBie as a means for the exchange and

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RowName	Value	Unit	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	AllowedValues
Autore	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	n/a	NUMBER	Autodesk	Autodesk	-1019005	n/a	n/a
BCA_Co	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	0.5	NUMBER	Autodesk	Autodesk	633066	n/a	n/a
BCA_Da	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	08/01/20	NUMBER	Autodesk	Autodesk	633068	n/a	n/a
BCA_Fa	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	n/a	NUMBER	Autodesk	Autodesk	633070	n/a	n/a
BCA_Im	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	1	NUMBER	Autodesk	Autodesk	633084	n/a	n/a
BCA_Ser	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	0.25	NUMBER	Autodesk	Autodesk	633094	n/a	n/a
BCA_Site	sebastian	2016-12-	Approved	Facility	n/a	0.5	NUMBER	Autodesk	Autodesk	638530	n/a	n/a

04 | Esempio di foglio Attribute di COBie.
Example of COBie attribute sheet.

Name	FloorName	UsableHeight	GrossArea	NetArea
040_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	16.48	16.48
038_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	8.12	8.12
036_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	9.95	9.95
041_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	14.47	14.47
037_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	4.78	4.78
039_ Keeper's flat	Ground Floor	2.7	4.51	4.51

COBie Space sheet.

COBie Attribute sheet filled with some of the B5 information.

COBie Attribute sheet filled with some of the C6 data.

della metodologia proposta sarà testata, evidenziando i parametri mancanti in IFC (in base ai requisiti dei criteri del protocollo CE-SBA), congiuntamente a potenziali criticità connesse all'uso di COBie come mezzo di scambio e di raccolta dei dati. I risultati preliminari saranno d'aiuto nell'affinamento del modello e per fornire le basi dei prossimi sviluppi della ricerca.

Il criterio CESBA B5 richiede molte informazioni circa l'immobile, le quali dovrebbero essere aggiornate durante tutto il suo ciclo di vita. Un modello COBie (o BIM-Bronze, secondo la definizione del MoJ) permette, quindi, di tracciare i cambiamenti durante la fase di uso dell'edificio. In primo luogo, i nomi degli spazi in analisi sono stati inseriti nel foglio "Space" del COBie, come si può riscontrare in Fig. 5 (alcune colonne sono state omesse, solo per una maggiore chiarezza).

Tutti gli spazi possono essere elencati nei record. Quanto appena descritto è la base per computare gli attributi utili al raggiungimento del punteggio del criterio B5. Nella Fig. 6 il foglio "Attribute" COBie viene compilato con alcune delle informazioni necessarie.

Lo stesso attributo può essere connesso a molti spazi (ad esempio due in Fig. 6) e può essere, inoltre, modificato nel tempo, permettendo più compilazioni del singolo campo. Ciò risulta rilevante nel caso in cui si debba monitorare la performance energetica, per la gestione delle operazioni di manutenzione e la conservazione delle informazioni ad esse associate. Gli indicatori sintetici di performance energetica, con il property set corretto (nell'ultima colonna) permettono di ottenere alcuni dei punti del criterio B5. Sfortunatamente, non tutte le informazioni per raggiungere i 60 punti sono presenti in IFC (ad esempio il criterio "Examining the energetic aspects of the offers regarding the requirements given in the tendering"). È dunque necessario personalizzare alcuni attributi.

Il criterio C6 necessita di disporre di informazioni a differenti livelli. In Fig. 7 le informazioni relative all'edificio ("facility" in COBie) e ai sistemi meccanici ("component") sono salvate rispettivamente in IfcBuilding e IfcBoiler.

Le informazioni riportate in Fig. 7 permettono, inoltre, di estrar-

Name	CreatedOn	SheetName	RowName	Value	Unit	Description
SpaceTemperature	08/12/16	Space	040_ Keeper's flat		°C	5.4.4.19 Pset_SpaceThermalRequirements
VentilationAirFlowRate	08/12/16	Space	040_ Keeper's flat		m ³ /s	6.2.4.24 Pset_SpaceThermalDesign
TotalSensibleLoad	08/12/16	Space	040_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad
TotalLatentLoad	08/12/16	Space	040_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad
TotalRadiantLoad	08/12/16	Space	040_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad
SpaceTemperature	09/12/16	Space	038_ Keeper's flat		°C	5.4.4.19 Pset_SpaceThermalRequirements
VentilationAirFlowRate	09/12/16	Space	038_ Keeper's flat		m ³ /s	6.2.4.24 Pset_SpaceThermalDesign
TotalSensibleLoad	09/12/16	Space	038_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad
TotalLatentLoad	09/12/16	Space	038_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad
TotalRadiantLoad	09/12/16	Space	038_ Keeper's flat		W	6.2.4.25 Pset_SpaceThermalLoad

Name	SheetName	RowName	Value	Unit	Description
TotalCoolingLoad	Facility	Keepers's house		W	6.2.4.27 Pset_ThermalLoadAggregate
TotalHeatingLoad	Facility	Keepers's house		W	6.2.4.27 Pset_ThermalLoadAggregate
AuxiliaryEnergyConsumption	Component	IfcBoiler		W	7.5.4.8 Pset_BoilerPHistory
PrimaryEnergyConsumption	Component	IfcBoiler		W	7.5.4.8 Pset_BoilerPHistory

re reportistiche utili per comparare i consumi energetici attuali con i valori previsti.

Discussione

Il modello COBie semplificato agevola l'approccio per la valutazione di edifici esistenti, nel caso di interventi di riqualificazione, permettendo la redazione di dizionari ontologici finalizzati alla connessione delle informazioni derivanti da database esistenti al modello COBie in quanto: (1) il modello 3D e la cloud point survey non è necessaria; (2) è possibile organizzare efficientemente le informazioni disponibili in una struttura semantica; (3) può essere facilmente arricchito nel corso del tempo e connesso a specifiche necessità e obiettivi (ad esempio lo sviluppo di un modello 3D); (4) può essere facilmente trasferito in un modello BIM 3D una volta creato. La metodologia proposta è un approccio semplificato per il rating degli edifici, che permette di ottenere i report di sostenibilità e di migliorare il processo decisionale durante l'intero ciclo di vita dell'asset. Come menzionato nel secondo paragrafo, quella proposta non deve essere intesa come l'unica possibile metodologia, ma come la migliore e la più efficiente messa a punto dagli autori per raggiungere lo scopo di questa ricerca.

Discutendo i risultati del lavoro, possono essere messi in luce anche alcuni aspetti critici. In primo luogo si può affermare che, nonostante IFC sia un protocollo comprensivo della maggior parte delle informazioni relative all'ambiente costruito, alcuni criteri CESBA NC non possono essere mappati in esso. Per questo motivo sembra opportuno creare nuovi property set per ottenere una maggiore efficacia nella computazione del punteggio finale. Infine, per quanto riguarda il calcolo di alcuni criteri relativi ai parametri, IFC non permette sempre di ottenere direttamente il

storage of data. These preliminary results will help in tuning the model and in providing the basis to continue this research.

Moreover, the CESBA B5 criterion requires many information about the building that should be updated during its life cycle. A COBie model (or BIM-bronze model in MoJ definition) allows to track changes during building operation. First of all, the spaces under monitoring have been inserted in the COBie Space sheet, as can be seen in Figure 5. Some of the columns have been hidden in the picture just for visualisation purposes.

As can be seen, all the spaces can be listed in rows. This is the basis for associating relevant attributes to achieve the points of the criteria B5. In Figure 6 the COBie Attribute sheet is filled with some of the information needed.

The same attribute can be connected to

many spaces (two in Fig. 6) and it can even change during the time, allowing more entries of the single value over the time. This is relevant in case of energy monitoring, but also for maintenance operations data backup. The synthetic indicators of energy performance, with the correct property set (in the last column) allow to achieve some of the points of the B5 criterion. Unfortunately, not all the data needed to achieve the 60 points are natively present in IFC (e.g. "Examining the energetic aspects of the offers regarding the requirements given in the tendering"). The creation of some custom attributes and property sets is needed.

The C6 criterion needs information at different levels to be achieved. In Fig. 7 information related to the building (facility in COBie) and to mechanical equipment (component) are saved respectively in IfcBuilding and IfcBoiler.

valore desiderato. È, pertanto, necessaria una computazione matematica che necessita di un approfondimento ulteriore, al fine di ottenere un adeguato livello di automazione.

Conclusioni

Questa prima applicazione del modello COBie per il calcolo di un rating system dimostra le potenzialità che risiedono nell'uso di protocolli machine e human readable per il calcolo automatico del punteggio dei sistemi di sustainability rating. Con l'intento di rendere la metodologia proposta il più possibile condivisibile e nella prospettiva di ottimizzare i processi di scambio delle informazioni, si è scelto di utilizzare il rating system più diffuso e una delle più comuni MVD. Si nota, però, che l'applicazione della procedura BIM Bronze del MoJ deve essere sostenuta da un'accurata mappatura dei criteri CESBA nel protocollo IFC, al fine di fornire solide analisi e valutazioni. Non tutti i criteri in analisi possano essere rintracciati in IFC, ma possono comunque essere creati in specifici property set. Cionondimeno, c'è una grande quantità di lavoro da compiere al fine di rendere tutte le informazioni rilevanti conformi ai requisiti del protocollo IFC.

REFERENCES

- Álvarez Antón, L., Díaz, J. (2014), "Integration of life cycle assessment in a BIM environment", *Procedia Engineering* Vol. 85, pp. 26-32.
- BuildingSMART (2016), IFC4 Documentation. Available from <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/> (accessed: June, 2016).
- Cheng, J.C.P., Das, M. (2014), "A BIM-based web service framework for green building energy simulation and code checking", *Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 19, pp. 150-168.

The information stored in Fig. 7 allows to produce reports, to compare actual energy consumptions with predicted values.

Discussion

The lightweight COBie models ease the approach to existing buildings evaluation and refurbishment, allowing the creation of dictionaries and ontologies, in order to connect information from existing databases to COBie data models because: (1) a 3D model and cloud points survey is not needed; (2) they permit to effectively organise the available information in a semantic structure; (3) they can be easily enriched during time and connected to specific needs and targets (e.g. development of the 3D model); (4) they can easily transferred into a 3D BIM model once it is created. Moreover, the proposed procedure can be considered as a lean

approach to building rating, since it enables sustainability reporting and improved asset management decision making during the whole building lifecycle. As mentioned in the second paragraph, this is not the only possible methodology to achieve the purpose of the research but, it is the best suitable, if compared to other more articulated and expensive processes (e.g. TLS cloud point modelling; photogrammetric surveys).

Discussing the work results, can also be spotted some limits of the approach. At first, it must be pointed out that, despite being IFC protocol a good overarching data format, some criteria of CESBA NC protocol cannot be mapped through it. Thus it is necessary the creation of new IFC property sets to be more effective in computation of the final score of the rating protocol. Lastly, not all the criteria's parameters can be di-

Cho, Y.K., Ham, Y. and Golpavar-Fard, M. (2015), "3D as-is building energy modelling and diagnostics: A review of the state-of-the-art", *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 29, pp. 184-195.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston, K. (2016), *Il BIM: guida completa al Building Information Modeling per committenti, architetti, ingegneri, gestori immobiliari e imprese*, ed. it. a cura di Giuseppe Martino Di Giuda e Valentina Villa, Hoepli, Milano.

El Asmi, E., Robert, S., Haas, B. and Zreik, K. (2015), "A standardized approach to BIM and energy simulation connection". *International Journal of Design Sciences and Technology*, Vol. 21, No. 1, pp. 59-82.

Golabchi, A., Kamat, V.R. (2013), "Evaluation of industry foundation classes for practical building information modelling interoperability". *30th International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, Held in Conjunction with the 23rd World Mining Congress*.

Hyatt, B.A. (2011), "A Case Study in Integrating Lean, Green, BIM into an Undergraduate Construction Management Scheduling Course". *Proceeding of the 47th ASC Annual International Conference*.

Ilhan, B., Yaman, H. (2016), "Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions", *Automation in Construction*, Vol. 70, pp. 26-37.

International Organization for Standardization (2007), ISO 12006-3:2007, Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information - First Edition.

International Organization for Standardization (2010), ISO 29481-1, Building information modelling - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format.

International Organization for Standardization (2013), ISO 16739. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries - First Edition.

Jalaei, F., Jade, A. (2015), "Integrating building information modelling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 18, pp. 95-107.

not all the criteria of the rating system under analysis can be traced in IFC protocol. Nevertheless, there is a great amount of work to be done to make all the relevant information standardised with the IFC format.

ACKNOWLEDGEMENTS
 Authors would like to express their deepest gratitude to PhD Arch. Lavinia Chiara Tagliabue for her great support during this work. We would like to thank also Simone Ciuffreda for his help.

ACKNOWLEDGMENT
 Gli autori ringraziano sentitamente L'Arch. Ph.D. Lavinia Chiara Tagliabue per il suo grande supporto nella ricerca. Si ringrazia, inoltre, Simone Ciuffreda per l'aiuto.

rectly matched through IFC, therefore in some cases it is necessary a mathematical computation, which requires a further endeavour to achieve a proper level of automation.

Conclusion
 This first application of COBie in rating system calculation shows the potentialities in the use of a machine and human readable protocol for automatic score calculation according to CESBA protocol. The choice of the most comprehensive rating system and one of the most common MVD for the development of the model, is an optimisation attempt of the sharing attitude of the proposed methodology. In spite of that, the application of MoJ BIM Bronze procedure must be backed in an accurate mapping of CESBA criteria in IFC protocol, in order to provide strong evaluations and analysis, despite

Komeily, A., Srinivasan, R.S. (2015), "A need for balanced approach to neighbourhood sustainability assessments: A critical review and analysis", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 18, pp. 32-43.

Kymmel, W. (2008), *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. The Mc-Graw Hill Companies, New York.

Lei, X., Kang M., Akinci, B. and Bergés, M. (2015), "Assessment of Industry Foundation Classes (IFC) in Supporting Building Energy Benchmarking", *Proc. of the 32nd CIB W78 Conference 2015, 27th-29th 2015, Eindhoven, The Netherlands*.

Maltese, S., Tagliabue, L.C., Re Cecconi, F., Pasini, D., Manfren, M. and Ciribini, A.L.C. (2016), "Sustainability Assessment through Green BIM for Environmental, Social and Economic Efficiency", *International High-Performance Built Environment Conference - A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (SBE16), iHBE 2016*.

Ministry of Justice - MoJ, Home Office, Crown Prosecution Service - CPS (2016), BIM2AIM quick start guide, available from: <https://download.4projects.com/document/publicfiles.aspx?RevisionID=20540548-3a20-4020-9f1e-362072511851>, (accessed: October, 2016).

O'Keeffe, S.E. (2012), "Developing 6D BIM Energy Informatics for GDL LEED IFC Model Elements", *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul*, Turkey, July 3-6, 2012.

SmartMarket Report (2010), *Green BIM - How Building Information Modelling is contributing to green design and construction*, McGraw-Hill Construction, Bedford.

Tagliabue, L.C., Manfren, M. (2016), "Sustainability indicators for buildings: network analysis and visualization", *Sustainable Built Environment (SBE) Regional Conference*, Zurich, June 15-17 2016.

Volk, R., Stengel, J. and Schultmann, F. (2014), "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs". *Automation in Construction*, Vol. 38, pp. 109-127.

Wang, C.K. Cho, Y.K. and Kim, C. (2015), "Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications", *Automation in Construction*, Vol. 56, pp. 1-13.

Wong, J.K.W., Zhou, J. (2015), "Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review", *Automation in Construction*, Vol. 57, pp. 156-165.

Wu, W., Issa, R.R.A. (2010), "Feasibility of integrating building information modeling and LEED® certification process". *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Nottingham UK.

Wu, W., Issa, R.R.A. (2011), "BIM Facilitated Web Service for LEED Automation", *International Workshop on Computing in Civil Engineering 2011*, June 19-22, 2011, Miami, Florida, United States, pp. 673-682.

L'innovazione tecno-tipologica per l'applicazione di sistemi ibridi alla produzione dell'edilizia abitativa: tra cultura tecnologica e sperimentazione applicativa

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Joseph Di Pasquale,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

elena.mussinelli@polimi.it
andrea.tartaglia@polimi.it
joseph.dipasquale@polimi.it

Abstract. Gli strumenti usati dalla ricerca di area tecnologica per elaborare i dati tendenziali di sviluppo in termini prefigurativi e farsi carico di costruire scenari programmatori vengono qui applicati all'evoluzione della domanda abitativa e al correlato quadro esigenziale in rapida trasformazione. Si sviluppa così una ricerca che, come prima fase, ha costruito il quadro teorico di riferimento per lo sviluppo di una produzione edilizia funzionale a ridurre le criticità connesse agli attuali modelli produttivi. Su tale base è stata poi avviata una seconda fase di ricerca finalizzata a individuare le potenziali ricadute pratiche e le opportunità operative di innovazione di processo e di prodotto.

Parole chiave: innovazione progettuale e produzione edilizia, cultura del progetto ed evoluzione della domanda abitativa, tecnologie ibride.

Cultura tecnologica e scenari evolutivi: la crisi del sistema produttivo e i nuovi paradigmi dell'abitare

hanno poi trovato riscontro e ricadute nella prassi sia nell'innovazione di processi e sistemi progettuali, sia nello sviluppo di nuove forme organizzative della produzione. Si pensi alla cultura della programmazione edilizia, nella quale la capacità di lettura dei dati e la loro rielaborazione in termini prefigurativi hanno dato luogo “negli anni Settanta al varo del Piano decennale per l'edilizia residenziale pubblica (legge 457/1978) e all'istituzione del Comitato per l'Edilizia Residenziale CER presso il Ministero dei Lavori Pubblici” (Schiaffonati (1) 2014: 22)

Nella scia della tradizione culturale che fa dell'abitare una leva significativa per la riorganizzazione dei processi produttivi, la ricerca “Hybrid systems and technologies for architectural design”¹ qui presentata indaga le possibili alternative per il soddisfacimento del fabbisogno abitativo atteso, verificando la rispon-

La cultura tecnologica della progettazione architettonica si è sempre caratterizzata per capacità anticipatoria e predittiva, con la produzione di visioni e scenari evolutivi teorici che

Typological and technological innovation for the application of hybrid systems to housing construction: between technological culture and application testing

Abstract. The research tools used in the field of technology to elaborate development trend data in prefigure terms and the undertaking of construction of planning scenarios are here applied to the evolution of housing demands and to the rapidly changing, correlated requirement framework. Thus, the development of a research that, in the first phase proposes a theoretical framework of reference for the development of building construction, aims to reduce critical issues related to actual production models. This basis has then led to the establishment of a second step in research that, instead, aims to identifying potential practical ramifications and operative opportunities to innovate both process and product.

Key words: innovation project and building production, project culture and evolution of housing demands, hybrid technologies.

denza dei modelli tipologici ai nuovi quadri esigenziali.

La base teorica della ricerca è costituita dagli avanzamenti conseguiti negli ultimi decenni sui temi dell'innovazione tecno-tipologica in correlazione ai nuovi modelli della produzione edilizia (Schiaffonati e altri 1994; Schiaffonati (2) 2014), nonché dalle ricerche sulla prefabbricazione e industrializzazione dei sistemi costruttivi, sulle problematiche della gestione, manutenzione e riqualificazione dell'edilizia residenziale pubblica².

Certamente, con gli anni Novanta e la conclusione in Italia del lungo ciclo dell'edilizia economico popolare, è venuto meno un importante stimolo alla ricerca applicata al progetto e alla produzione edilizia, pur a fronte della crescente inadeguatezza sia del patrimonio costruito che della nuova produzione rispetto alle dinamiche della domanda, tema che rappresenta ancora una sfida aperta per la cultura tecnologica della progettazione. L'attuale scenario tendenziale mette in luce i limiti del sistema produttivo edilizio nel rispondere al fabbisogno abitativo atteso a livello globale nei prossimi anni, e l'incapacità della risposta tecno-tipologica di corrispondere alle nuove esigenze abitative della società contemporanea.

Urbanizzazione e andamenti demografici globali

Secondo le stime dell'United Nations Department of Economic and Social Affairs nel 2050 la popolazione mondiale sarà di 9,5 miliardi, rispetto agli attuali 7, e il tasso di urbanizzazione medio si attesterà intorno al 65%, rispetto all'attuale 50% (UN-Habitat 2006). Si prevede che entro il 2025 sia necessario un miliardo di nuovi alloggi (UN Habitat 2016).

Contrariamente alla percezione diffusa nell'opinione pubblica,

Technological culture and evolutionary scenarios: crisis of the production system and new housing paradigms

Technological culture of architectural design has always been characterized by anticipatory and prognostic capability, with the development of visions and theoretical evolutionary scenarios that have been then confirmed and validated and have had ramifications in the innovational approach to both procedures and design systems, considering that housing design culture, in which the capability to interpret and re-elaborate data in prefigure terms, developed only “with the launch of the decennial Plan for public housing (law 547/1978) in the seventies”, and the institutional residential housing committee CER at the Ministry of Public Works (Schiaffonati (1) 2014: 22).

In the wake of cultural tradition that makes living a significant incentive

for reorganizational procedures, the hereby presented “Hybrid systems and technologies for architectural designs”¹ research proposes to investigate possible alternatives to meet housing needs and to verify that typological models satisfy new requirement frameworks.

In the last decades, researchers have made advances in architectural technology in terms of technological and typological innovation related to new housing models (Schiaffonati and others 1994; Schiaffonati (2) 2014) as well as research in prefabrication and industrialization of building systems, on management, maintenance and upgrading issues of residential housing that represent the operative and theoretical basis on which the resulting scenarios of this research are based².

Certainly, with the nineties and the end of the long social housing cycle in Italy, applied research projects and construc-

all'aumento demografico degli ultimi decenni ha corrisposto anche una crescita del livello di benessere globale del pianeta. La diminuzione dei tassi di natalità continuerà anche nei paesi in via di sviluppo in modo inversamente proporzionale all'aumentare della diffusione del benessere e dell'innalzamento del livello di istruzione, fino alla stabilizzazione tendenziale del numero di abitanti del pianeta intorno ai 10/11 miliardi, che non avverrà comunque prima della fine del secolo (Gerland Raffery 2014). Il processo di inurbamento continuerà quindi a essere direttamente collegato alla crescita economica.

Dal punto di vista del consumo del suolo va tenuto presente che, secondo i modelli di urbanizzazione attuati sino ad oggi, il tasso crescita del suolo urbanizzato risulta più del doppio rispetto ai tassi di inurbamento della popolazione (Seto e altri 2012). In media una città che ha aumentato la sua popolazione del 20% ha avuto bisogno di incrementare il suolo urbanizzato del 46%.

Capacità produttiva del settore edilizio industrializzato

Nei paesi sviluppati l'aumento del costo della mano d'opera e il progressivo abbassamento del livello di competenza delle ma-

stranze ha evidenziato i vantaggi della costruzione *off-site* e di una maggiore industrializzazione del processo edilizio. L'uso della prefabbricazione/modularizzazione è aumentato nel mercato americano nella prima decade di questo secolo e si prevede un ulteriore incremento nei prossimi anni. Gli operatori che nel 2011 usavano tecnologie di prefabbricazione/modularizzazione in almeno il 50% delle loro commesse sono aumentati del 37% dal 2009, con una crescita tendenziale del 45% nel 2013 (AA.VV. 2011). Tuttavia l'attuale capacità produttiva del settore delle co-

struction have lacked a relevant stimulus in terms of growing inadequacy in both built heritage and new construction compared to dynamics in demand, which still represent a challenge for the technology culture of design. The actual trend scenario highlights the limitations of the construction system in meeting the global housing needs expected in the next years, and the technological and typological inability to match new housing needs of contemporary society.

Urbanization and global demographic trends

According to the United Nations Department of Economic and Social Affairs' estimates, the world population figure in 2050 will be 9,5 billion, compared to the current 7, and the average urbanization rate will attest at approximately 65%, compared to the

current 50% (UN-Habitat, 2006). It is forecasted that one million new housing units will be necessary by 2025 (UN Habitat, 2016). Differently from widespread perception among public views, the demographic growth of the last decades has coincided with an increase in global wealth on the planet. The percentage of the global population that lives in extreme poverty (less than one dollar a day) has essentially halved in the last thirty years. The decline in birthrates will continue also in developing countries and in a manner that is inversely proportional to the rise in the spread of wealth and to the increase in education levels until the number of inhabitants of the planet stabilizes (at approximately 10 or 11 billion), which will not occur before the end of the century (Gerland Raffery, 2014). The urbanization process will thus continue to be related to economic growth. As

struzioni industrializzate/modularizzate è lontana dal soddisfare la domanda abitativa globale. Si prevede che la capacità produttiva di case prefabbricate/modularizzate possa raggiungere la cifra di 829.000 unità abitative l'anno entro il 2017, e che questo numero possa raggiungere i 3,4 milioni di unità prodotte nel 2050 (Kieran, Timberlake 2004), a fronte di un fabbisogno globale stimato in un miliardo di unità nel 2025 (UN Habitat 2016). Assumendo queste previsioni l'intero sistema industriale attuale per la costruzione di edifici prefabbricati/modularizzati sarà in grado di fornire solo una minima parte dell'intero fabbisogno di alloggi previsto (Wallance 2015).

Tendenze nel mercato immobiliare

Con la Grande Recessione iniziata nel 2007 il numero degli acquisti di nuovi alloggi a livello globale si è fortemente ridotto. Nello stesso tempo però è cresciuta la tendenza già in atto all'aumento degli investimenti per ristrutturazioni e adeguamenti tecnologici e tipologici. Negli Stati Uniti le spese dei proprietari per migliorie e adeguamenti tecnologici sono aumentati del 40% negli ultimi 15 anni (AA.VV. 2015).

In Europa le strategie di ristrutturazione del patrimonio di housing sociale sono orientate alla riduzione dei costi di gestione, all'incremento delle prestazioni energetiche, al miglioramento della capacità dell'edificio di soddisfare i nuovi bisogni degli utilizzatori e ad aumentare il tasso di utilizzazione delle proprietà. Gli adattamenti tipologici sono causati prevalentemente dall'aumento del numero di componenti familiari (Gaspari Antonini 2013). Inoltre i consumatori si stanno orientando verso l'utilizzo di servizi abitativi piuttosto che all'acquisto di nuovi alloggi.

for land use, it must be kept in mind that, according to urbanization models realized to this day, the recorded growth rate of urbanized soil has more than doubled in comparison to the rate of urbanization among the population (Seto et al., 2012). On average, a city that has experienced a 20% growth in population has required a 46% increase in urbanized soil.

Productive capacity of the industrialized building sector

The rise in workforce costs and the progressive decline in competency levels of mastery in developed countries has highlighted the advantages of off-site building and of a greater industrialization of the building process. The use of prefabrication/modularization has risen in the American market in the first decade of the century and an additional increase is expected in the next

years. Operators who in 2011 made use of prefabrication/modularization technologies for at least 50% of their commissions have increased by 37% since 2009, with a trending growth of 45% in 2013 (AA.VV., 2011). However, the actual production capacity of the industrialized/modularized construction sector is far from being sufficient to satisfy the global housing demand. It is expected that the production capacity of prefabricated/modularized houses may reach a figure of 829,000 housing units withing 2017, and that this number may reach 3,4 million produced units in 2050 (Kieran, Timberlake, 2004) in the face of the aforementioned demand estimated to be a billion units in 2025 (UN Habitat 2016). Thus, according to assumptions based on these predictions, the result is that the actual entire industrialization system of prefabricated/modularized construction of buildings will be able to

Come evidenzia il Rapporto 2015 sugli affitti di Nomisma-Solo Affitti, l'aumento di alloggi in locazione in Italia è consistente, con un aumento 2014-2015 di circa il 10% delle famiglie che usano un alloggio in affitto come abitazione. Questo riflette anche una modificazione del concetto di proprietà che, specie nelle generazioni più giovani, è fortemente influenzato dall'estensione della *sharing economy* a moltissimi aspetti della vita, dove la temporaneità è assunta come condizione permanente (Di Pasquale e altri, 2014). Molti operatori del settore *real estate* stanno cercando di innovare il modello di business per individuare e soddisfare queste nuove esigenze, soprattutto nel senso di fornire servizi abitativi durante il ciclo di vita piuttosto che vendere metri quadrati di alloggi.

Scenaristica nel medio-lungo periodo

I dati sopra esposti prefigurano uno scenario di medio periodo con evidenti elementi di criticità. L'arretratezza del livello di industrializzazione del settore edilizio e la sua inadeguatezza produttiva rispetto al fabbisogno atteso determineranno il permanere di processi costruttivi tradizionali a basso contenuto tecnologico e a elevato impatto ambientale.

Poiché una componente fondamentale dell'impronta ambientale generata dal processo di inurbamento deriva dai modelli attuativi delle trasformazioni dell'ambiente e dalla produzione di alloggi, infrastrutture, servizi, ecc., diventano decisive sia le tipologie che le tecnologie adottate nei processi produttivi. In particolare l'adozione di nuovi modelli di sviluppo urbano può impattare non soltanto sui consumi di suolo ma soprattutto in termini di consumi ed efficienza energetica e di trasporto.

provide for only a minimal share of all housing needs forecasted for the next years (Wallance, 2015).

Real estate market trends

With the beginning of the Great Recession in 2007, the number of global accommodation purchases has significantly diminished. At the same time, however, the already increasing trend taking place in investments on renovations and in technological and typological adaptations has risen additionally. Owner expenses on improvements and technologic upgrades in the United States have increased by 40% in the last fifteen years (AA.VV., 2015). The main objective of renovation strategies for social housing estates in Europe are directed towards the reduction of management costs, the increase in energy performance, the improvement of building capacity to satisfy users' new

needs and the rise in the rate of property use. Typological upgrades mainly result from an increase in the number of family members (Gaspari Antonini, 2013). Furthermore, consumers are inclined to using housing services rather than purchasing new accommodations.

As evidenced in the rentals Report of 2015 by Nomisma- SoloAffitti, the increase in home rentals in Italy is consistent, with a rise by about 10% in families that use a rental property as a living accommodation in 2015 as compared to 2014. This also reflects a modification in the concept of property that, especially among the more recent generations, is strongly influenced by the sharing economy on many levels of contemporary living, in which temporariness is taken on as a permanent condition (Di Pasquale et al., 2014). Many real estate agents are attempt-

ing to innovate the business model towards identifying and satisfying new needs that emerge from the spreading of a new housing paradigm, above all in terms of providing housing services throughout the life cycle rather than selling square meters of accommodation.

La tipologia abitativa ha un forte impatto sui consumi energetici, indipendentemente dall'adozione di tecnologie costruttive a basso impatto ambientale. Edifici multipiano in contesti urbani densi richiedono meno elettricità rispetto a quartieri a bassa densità. È stato stimato che un appartamento di un edificio multipiano costruito con tecnologie tradizionali consuma mediamente il 40% in meno rispetto a un alloggio equivalente in una costruzione monofamiliare costruita con tecnologie costruttive a elevato risparmio energetico. Il differenziale aumenta fino al 53% se anche l'edificio multipiano adotta le stesse tecnologie (Jonathan Rose Companies, 2011).

Lo stesso dicasi per quanto attiene le emissioni dovute al trasporto privato. In generale, considerando le tre componenti principali delle emissioni: trasporto, riscaldamento, raffrescamento e elettricità, un quartiere urbano denso genera il 30% di emissioni in meno rispetto a un quartiere a bassa densità. Il divario maggiore è rappresentato dalle emissioni per riscaldamento raffrescamento pari a - 34%, seguito dall'elettricità - 25% e dai trasporti -17%. (Glaeser Edward, 2009).

Sempre in una logica di scenario, considerando l'aumento della popolazione urbana al 2050 e mantenendo costanti i livelli di incremento della densità urbana attuale, il consumo di suolo urbano aumenterebbe del 150%, passando dall'attuale 2,6% della superficie totale (3,6 milioni di km quadrati) a circa il 6,5% (9,6 milioni di km quadrati).

Esiste, quindi, un forte divario tra le aspettative della domanda, sia quantitativa che qualitativa, e l'offerta attualmente disponibile. In estrema sintesi i principali elementi che interpretano questa distanza sono:

– l'inadeguatezza dell'attuale sistema produttivo industrializza-

tion process derives from the actualizing models of the transformations of the environment, from the production and the realization of lodgings, infrastructures, services, etc. In this sense, both the typologies and the technologies adopted in the productive processes are decisive. Notably, the outcomes of the adoption of different models of urban development have some relevant consequences not only in the occupancy of the soil, but also and above all in the consumptions and in the efficiency of energy and transportation.

Medium to long-term scenarios

The above-mentioned data picture a medium-term scenario with some manifest critical points. The underdevelopment of the industrialization level in the construction sector and its yielding deficiency compared with the expected requirements will determine the persistence of the traditional building processes characterized by a low-tech content and a high environmental impact.

The essential part of the environmental footprint produced by the urbanization

The typology of accommodation has a strong impact on the energetic consumptions, regardless of the adoption of building technologies characterized by a low environmental impact. Multistoried buildings in dense urban contexts require less electricity than those of low-density districts. It has been estimated that an apartment of a

- a soddisfare quantitativamente la domanda attesa;
- la forte pressione ambientale connessa al fenomeno dell'inurbamento a livello globale;
- l'eccessivo consumo di suolo;
- l'obsolescenza dei modelli tipologici, non più in grado di interpretare i nuovi paradigmi dell'abitare contemporaneo.

Assumendo questo scenario di trasformazione la ricerca definisce un modello teorico alternativo di risposta, declinato poi in termini di innovazione sia tecno-tipologica che di processo costruttivo.

Un nuovo quadro teorico per l'innovazione della produzione edilizia

Il carattere prevalentemente urbano della domanda abitativa attesa nei prossimi anni e la considerazione che il 70% del suolo

urbanizzato è occupato da abitazioni (UN- Habitat, 2016) rendono l'individuazione della tipologia di edificio multipiano una scelta strategica ormai imprescindibile. La concentrazione demografica generata dall'urbanizzazione è "probabilmente essenziale per la preservazione degli ecosistemi rurali rimasti" (Martine e altri, 2008: 3). Su tale assunto, la ricerca ha identificato come alternativa di scenario l'ipotesi di concepire i nuovi edifici a uso abitativo come organismi dinamici e tecnologicamente "ibridi", nel cui *concept* progettuale vengono separati i sotto-sistemi semi-permanenti a lungo ciclo di vita e quelli a più forte contenuto tecnologico, soggetti quindi a più rapida obsolescenza, consentendo la loro intercambiabilità nel tempo e riducendo l'impronta ambientale del costruito.

Questa visione deriva anche dall'analisi del mondo della produzione e del *real estate* e dal coinvolgimento diretto di alcuni *stakehol-*

der significativi nel corso di seminari e *workshop* che hanno messo a confronto in particolare i responsabili del settore ricerca e innovazione di Gewiss S.p.A. (settore impiantistica elettrica), Valsir S.p.A. (settore impiantistica idrosanitaria e meccanica) e Progress S.p.A (settore della prefabbricazione avanzata in calcestruzzo).

L'edificio è stato scomposto in una struttura madre che ospita le principali dorsali impiantistiche e pensata con un ciclo di vita di circa cento anni, sulla quale si innestano moduli intercambiabili che integrano l'impiantistica elettrica, idraulica e meccanica con un ciclo di vita decennale garantendo una completa flessibilità e adattabilità al mutare della domanda abitativa. Il modello così strutturato può trovare molteplici ambiti applicativi con riferimento ad esempio alla residenza a basso costo, alla domanda di residenza temporanea e ai nuovi modelli di vita e lavorativi che richiedono una sempre maggiore mobilità. Queste strutture ibride possono avere una interessante applicazione anche in contesti di completamento urbano, in aderenza a fronti ciechi, in lotti residuali e per rigenerare tessuti degradati.

L'ibridazione è diventata una delle cifre caratteristiche della contemporaneità, forse la più forte e pervasiva nel trasmettere l'idea stessa del cambiamento, della mutazione genetico-tecnologica in ogni ambito delle attività umane. A partire dalla fine degli anni ottanta fino ad oggi, l'idea di "ibrido" come sinonimo di progresso e di innovazione si è estesa all'ambito dei prodotti di consumo, alla tecnologia, all'informatica, ma anche a livello culturale e di costume, dalla sociologia, alla letteratura, al cinema. L'evoluzione come combinazione tra due realtà diverse che genera una nuova identità è oggi assunta come principio alla base dell'innovazione anche nell'ambito della tecnologia. In architettura il termine ibrido è associato principalmente alla "combinazione di programmi

multistoried building constructed with traditional technologies consumes on average 40% less than an equivalent lodging in a single-family accommodation built with highly energy-saving constructive technologies. The differential increases until 53%, even though the multistoried building adopts the same technologies (Jonathan Rose Companies, 2011). The same applies to the emissions due to the necessities of private transportation. If we consider in general the three main components of the emissions - transportation, heating, cooling and electricity - a dense urban district will produce 30% fewer emissions than a low-density district. The biggest discrepancy is represented by the emissions due to heating and cooling - 34% less - followed by the emissions due to electricity - 25% less - and by the emissions due to transportation - 17% less (Glaeser Edward, 2009).

In addition to this, it is necessary to consider the issue of the land-use. Always in the perspective of a future scenario, if the increase of the urban population by 2050 is considered and if a constant level of growth in the current urban density is maintained, the urban land-use rises up to 150%. It will go from the current 2.6% of the whole surface (3.6 million square kilometers) to about 6.5% (9.6 million square kilometers).

Thus, a marked discrepancy exists between the expectations of the demand, which is both quantitative and qualitative, and the supply currently available. Very briefly, the main elements in terms of risk evaluation that explain this divergence are:

- deficiency of the current industrialized production system in the quantitative satisfaction of the expected demand;

- strong environmental pressure linked to the phenomenon of urbanization on a global scale;
- excessive soil occupancy;
- obsolescence of the typological models no longer able to interpret the new paradigms of the contemporary living.

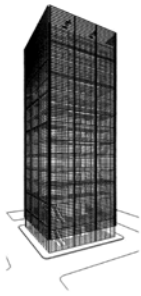
The aim of this research is to take on the scenario of transformation of the housing demand in the long term, in order to build an alternative theoretical model as a response, which then will be actualized in terms of technological innovation, as well as of innovation of the constructional process.

A new theoretical frame for the innovation of the constructional production

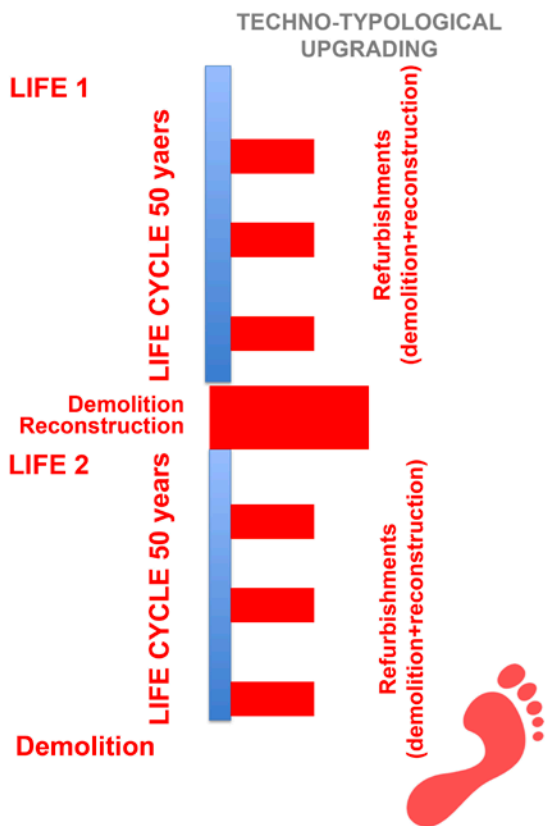
The fact that the housing demand expected in the next years is mainly urban and the consideration that 70% of the

urbanized land is occupied by houses (UN- Habitat, 2016) make the identification of the multistoried building typology a strategic option, by now ineluctable. The population density produced by the urbanization is "probably essential for the conservation of the remaining rural ecosystems" (Martine et al., 2008: 3). Based on this assumption, this research has identified the hypothesis of new buildings for residential use conceived as dynamic and technologically "hybrid" organisms as an alternative scenario. In the planning concept of these, the half-permanent subsystems having a long life cycle are separated from the half-permanent subsystems having a stronger technological content, which are subject to a faster obsolescence. This allows the interchangeability of the two in time and it reduces the environmental footprint of the building. This vision has been

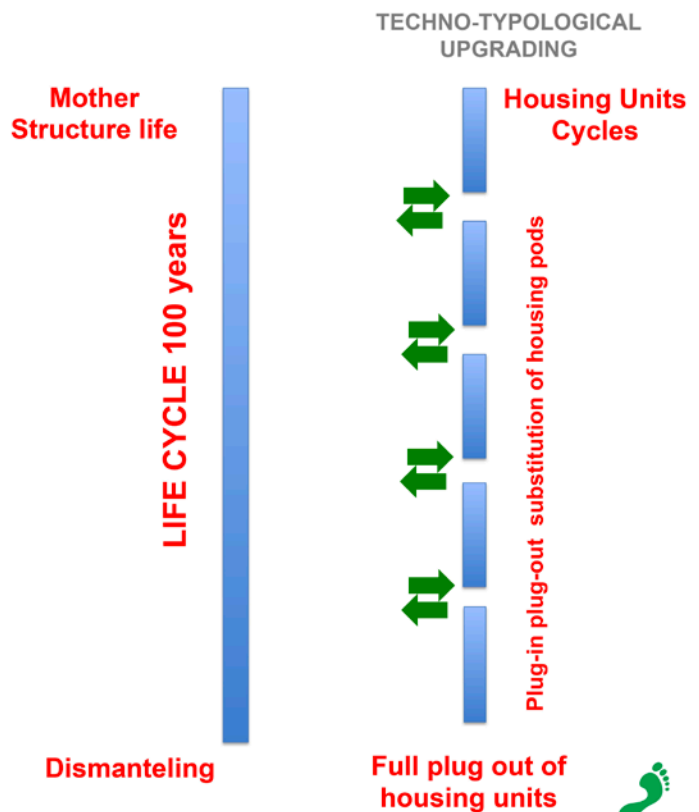
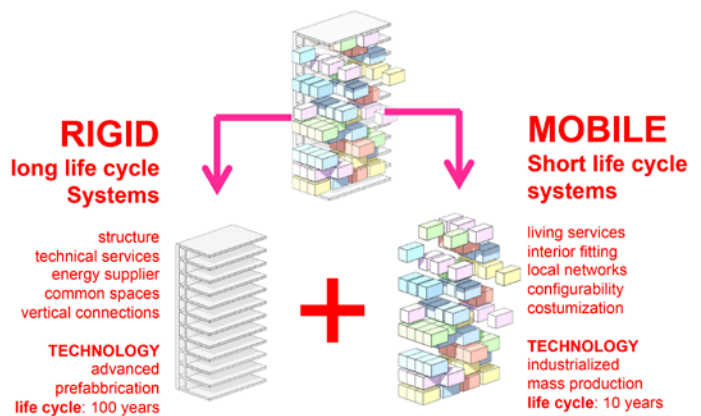
TRADITIONAL BUILDING



LONG AND SHORT LIFECYCLE SYSTEMS ARE STUCK TOGETHER IN ONE SINGLE RIGID BUILDING



HYBRID BUILDING



Schema grafico di confronto dell'efficienza del ciclo di vita tra il modello costruttivo tradizionale e il modello di innovazione proposta che prevede in un edificio abitativo multipiano l'applicazione di tecnologie ibride on-site/off-site a sotto sistemi differenziati per lunghezza del ciclo di vita.

Graphic diagram contrasting the efficiency of the life cycle the traditional constructional model to the innovative model presented. The latter envisages, in multistoried housing units, the application of on-site and off-site hybrid technologies to subsystems having different life cycle durations.

developed also through the analysis of the production industry and of the real estate, as well as through the direct involvement of some important stakeholders in seminars and workshops in which people in charge for the research and innovation divisions of Gewiss S.p.A. (electric plant design sector), of Valsir S.p.A. (hydro sanitary and mechanical plant design sector), and of Progress S.p.A. (advanced concrete prefabrication plant design sec-

tor) have been involved and confronted with each other.

The building has been sectioned in a mother structure hosting the main backbones of the system, which is supposed to have a life cycle of about one hundred years. Some interchangeable units have been inserted to integrate the whole electric, hydraulic and mechanical system with a ten-year life cycle, so as to guarantee a complete flexibility and adaptability to the changes

differenti all'interno di una singola struttura, combinazione dalla quale possono emergere notevoli opportunità che trascendono la stessa dimensione funzionale." (Avitabile, 2013). Il punto di partenza di questo approccio è quello che Steven Holl sintetizzava nella domanda "This building look like what it is?" Ma oltre alle mutazioni architettoniche generate dalle commistioni funzionali, è possibile individuare germi di ibridazione anche nei vari tentativi di ripensare e innovare lo stesso processo di produzione degli edifici e della città.

Ricerca e ricadute nella prassi della produzione edilizia

però trovato una compiuta e diffusa attuazione capace di innovare i paradigmi del costruire³. Su tale scia sono state sviluppate molteplici esperienze più o meno paradigmatiche, configurate però più come suggestioni futuristiche che non come nuovi modelli produttivi⁴.

La ricerca "Hybrid systems and technologies for architectural design" agisce invece direttamente nelle prassi operativa di modularizzazione delle componenti a ciclo di vita più corto, con la conseguente possibilità di produrle *off-site*, individuando criteri di standardizzazione dell'interfaccia e specifiche dimensionali che inneschino delle economie sufficienti per una produzione su larga scala. In questo modo si intende ottenere la massima efficienza dei sottosistemi in relazione al loro ciclo di vita, combinando processi e tecnologie produttive *on-site* e *off-site*, con la possibilità di implementare adeguamenti tipologici più frequentemente e in modo meno invasivo rispetto al modello costruttivo

in the housing demand. Such a structured model can have multiple applications also to the affordable housing, to the temporary housing demand and to the new life and working styles requiring more and more mobility. These hybrid structures can have an interesting application also to some contexts of urban completion, in adherence to blind walls, residual lots and to renew degraded fabrics.

Hybridization has become one of the characteristic features of present times, maybe the strongest and the most pervasive in conveying the idea of change itself, of the genetic-technological mutation in every area of the human activities. Starting from the end of the eighties the idea of hybrid has become a synonym of progress and innovation spread across the areas of consumer goods, technology, computer science, but also across culture and custom,

L'ibridazione delle soluzioni tecnologiche e delle componenti edilizie è un tema ricorsivo nell'ultimo secolo che non ha

però trovato una compiuta e diffusa attuazione capace di innovare i paradigmi del costruire³. Su tale scia sono state sviluppate molteplici esperienze più o meno paradigmatiche, configurate però più come suggestioni futuristiche che non come nuovi modelli produttivi⁴.

La ricerca "Hybrid systems and technologies for architectural design" agisce invece direttamente nelle prassi operativa di modularizzazione delle componenti a ciclo di vita più corto, con la conseguente possibilità di produrle *off-site*, individuando criteri di standardizzazione dell'interfaccia e specifiche dimensionali che inneschino delle economie sufficienti per una produzione su larga scala. In questo modo si intende ottenere la massima efficienza dei sottosistemi in relazione al loro ciclo di vita, combinando processi e tecnologie produttive *on-site* e *off-site*, con la possibilità di implementare adeguamenti tipologici più frequentemente e in modo meno invasivo rispetto al modello costruttivo

Research and relapses in the approach to building production

hybridization of building solutions and of building components is a recursive topic of the last century that has not, however, had a complete and widespread implementation capable of innovating construction paradigms³. On the wake of this, multiple more or less

tradizionale, attraverso un sistema *plug-out* e *plug-in* dei componenti da sostituire/aggiornare/riconfigurare, consentendo la possibilità dinamica di adeguamento tipologico dell'alloggio da parte dell'utente a seconda del modificarsi nel tempo delle condizioni di vita e delle esigenze dimensionali.

La ricerca, continuamente verificata nel confronto con gli operatori del mondo della produzione, sta ora affrontando la sua seconda fase, con la messa a punto di soluzioni tecno-tipologiche e costruttive, nonché di modelli operativi per la produzione.

In particolare le attività in corso concernono:

- la definizione della struttura costruttiva e impiantistica dell'edificio ibrido tipo, con la esplicitazione delle specifiche di interfaccia e delle tipologie di impianto. In collaborazione con le aziende partner si stanno elaborando il sistema degli obiettivi tecnologici che identificano un edificio ibrido e le relative specifiche tecniche prestazionali alla base delle successive attività di ricerca applicata;
- la verifica sperimentale di efficienza e di competitività del modello nel ciclo di vita. Il confronto viene fatto basandosi sui principi di *life-cycle thinking* tra costi di impianto, costi di esercizio, costi di adeguamento tecno-tipologico, impronta ambientale e sostenibilità. La verifica della disponibilità di una base di dati storici e di letteratura sufficientemente affidabili ha tuttavia evidenziato significativi limiti nei dati diretti relativi a manutenzioni e ristrutturazioni, sia per i la ridotta estensione dei campioni (spesso riferiti a singoli patrimoni immobiliari di dimensioni non rilevanti) che per la sostanziale mancanza di una metodologia scientifica di raccolta dei dati. Ne consegue la necessità di adottare per trasferimento metodologie di *life cycle assesment* scientificamente attendibili e stime parametriche;

exemplary experiences are developed that, however, tend to amount more to future influences and rarely can be applied to new production models⁴.

The theoretical vision of the scenario defined in the "Hybrid systems and technologies for architectural design" research, instead, foresees relapses in the operational approach to modularization of components with a shorter life cycle. This resulted in the possibility of producing them off-site by identifying standardized interface criteria and dimensional specifications that trigger economies of a sufficient scale for a high rate production. In this manner, the intention is to obtain the highest efficiency from subsystems in relation to their life cycle by combining productive procedures and technologies both on-site and off-site, with the possibility of implementing typological adaptations more frequently and less invasive-

ly compared to those of the traditional building model. This by means of plug-out and plug-in system of components to be replaced/upgraded/reset that provides the user with the opportunity to make a typologically dynamic customization of the accommodation depending on living conditions overtime and space requirements.

The research, continuously verified by the comparison with operators in the production sector, is now facing its second phase with the fine-tuning of technological and typological construction solutions as well as of those of operative production model.

In particular, the ongoing activities concern:

- determining the main features of the building and plant engineering structure in the hybrid type building, stating the specifications of both interface and plant engineering type.

- la verifica del modello di *business* basato sul *life-cycle profit* (gestione e fornitura di servizi abitativi durante il ciclo di vita) rispetto al modello *real estate* tradizionale (sviluppo e vendita). Tale modello sarà verificato attraverso una serie di interviste a sviluppatori immobiliari italiani e stranieri, e con la partecipazione a convegni e conferenze aventi per tema il confronto tra pubblico e privato sulle principali tendenze di innovazione del prodotto abitativo in relazione alle mutazioni sociali, economiche e culturali innescate con la grande recessione.

A oggi il contributo di ricerca ha formalizzato il quadro teorico relativo alle dinamiche evolutive nel medio e lungo periodo delle soluzioni progettuali e produttive, a partire da valutazioni riferite all'intero ciclo di vita dei manufatti edilizi, individuando nei modelli ibridi i possibili fattori di innesco di processi di innovazione a livello tecnico, operativo e costruttivo. La fase in corso, già finanziata, sta verificando le soluzioni tecno-tipologiche in ragione delle nuove aspettative sociali e del mercato, anche incentivando l'adozione di sistemi industrializzati in ragione di una maggiore capacità produttiva, favorendo economie di scala e una complessiva maggior sostenibilità economica e ambientale dei processi.

NOTE

¹La ricerca, sviluppata all'interno dell'Unità di Ricerca *Governance progetto e valorizzazione dell'ambiente costruito* coordinata da Elena Mussinelli, è supportata - anche con il finanziamento di una borsa a tema per il Dottorato di Ricerca in Architettura, Ambiente costruito e Ingegneria delle costruzioni del Politecnico di Milano - da tre importanti aziende che operano con ri-

The research team, together with the partner companies, is elaborating the technological object targets that identify an hybrid building and the related performance technical sheets as starting base for the next research activities;

- verifying the model's efficiency and competitiveness its life cycle experimentally. The comparison will be made based upon life cycle thinking principles, among plant engineering, maintenance and technological adaptation costs as well as environmental footprint and sustainability. The assessment of the available historical data has revealed significant limits concerning maintenance and revamp interventions, both for the limited dimension of the samples (often related to single real estates assets of small dimension) and for the lack of a scientific

methodology in data collection. Therefore, it will be adopted a scientifically reliable life cycle assessment methodology, and parametrical estimation;

- verifying the business model based on life cycle profit (management and supply of housing services in the life cycle) in compliance with the traditional real estate model (development and sale). The model will be assessed through interviews to national and international real estates developers, and participating to forum and conferences focused on public and private trends of housing market seeking the ongoing new behaviours and social, economic and cultural changes.

The contribution to research to this day has been that of formalizing the theoretical framework related to evolutionary dynamics of design and production

ferimento al settore delle costruzioni (Gewiss S.p.A., Progress S.p.A, Valsir S.p.A.).

²Cfr. Lucarelli M.T., Mussinelli E., Trombetta C. (a cura di) (2015), *Cluster in progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore. In questa pubblicazione sono presentati gli otto cluster tematici avviati nel 2012 dalla Società scientifica SITdA. In particolare il cluster "Produzione edilizia - prodotto edilizio", come suo obiettivo si occupa delle condizioni tecniche e organizzative entro cui si realizzano i processi edilizi per ottimizzare la capacità degli edifici di fornire risposte adeguate alle esigenze del mercato e degli utenti, per sviluppare le innovazioni di prodotto e processo e promuovere l'applicazione di pratiche e metodologie innovative efficaci.

³Si pensi ad esempio al tentativo di evolvere l'attività di costruzione in un processo industrializzato elaborato da Thomas Edison nel 1910, a Buckminster Fuller e la sua Dymaxion House o all'Unità d'Abitation di Le Corbusier.

⁴Ci si riferisce ad esempio al gruppo Archigram con il progetto "Plug in city", a Kisho Kurokawa e all'approccio progettuale basato sulla *Filosofia della simbiosi* alla base della Capusle Tower o alle più concrete ricerche sull'ibridazione in architettura e sulle tecnologie appropriate di Giorgio Ceragioli (Ceragioli, 1995).

REFERENCES

AA.VV. (2015), *Emerging trends in remodeling markets*, JCHS - Joint center for housing studies of Harvard University.

AA.VV. (2014), *World Urbanisation prospects*, United Nations Department of Economic and Social Affairs.

AA.VV. (2011), *Prefabrication and Modularization, increasing productivity in construction industry*, Small market report, McGraw-Hill construction, New York.

Avitabile, F. (2013), *Prospettive ibride negli spazi urbani contemporanei*, tesi di dottorato in Progettazione urbana e urbanistica, Università Federico II di Napoli.

projects in the mid- and long-term, starting from assessments referred to the entire life cycle of the housing product, by identifying possible triggering factors of technical, operative and building innovation procedures in hybrid models. The already funded phase that is underway is, instead, aimed at identifying technological and typological solutions that are able to satisfy novel social and market expectations by also incentivizing the implementation of industrialized systems for a greater production capacity. Thus, favoring scale economies as well as an overall greater economic and sustainability of procedures.

NOTES

¹ The research, developed by the Research Group "Governance project and built environment enhancement" coordinated by Elena Mussinelli, is sup-

ported by - in addition to a Doctoral Research scholarship in Architecture, Built environment and Building Engineering at Politecnico di Milano - three important companies that deal in the construction sector (Gewiss Ltd, Progress Ltd, Valsir Ltd.).

²Cf. Lucarelli M.T., Mussinelli E., Trombetta C. (edited by) (2015), *Cluster in Progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore. This publication presents eight thematic clusters launched by the Scientific company SitdA in 2012. In particular, the aim of the "Construction production- construction product" cluster is deal with technical and organizational conditions within which construction processes are realized to optimize the capacity of structures to meet market and users' needs adequately, to develop product and process innovations and to promote the

- Bongaarts, J. (2001), *Household Size and Composition in the Developing World*, Policy Research Division, Population Council.
- Ciaramella, A. (2007), *Il processo di produzione edilizia dal progetto alla gestione: le premesse, le fasi, i ruoli*, Libreria Clup, Milano.
- Ceragioli G., Comoglio Maritano, N. (1995), *Adaptable Technologies, typologies and evaluations for low-cost housing in the Megalopolis of developing countries*, MG, Belo Horizonte.
- Di Pasquale, J. (2015), *Scalable Modular Architecture. Dynamic housing for changing society*, Jamko Edizioni, Milano.
- Di Pasquale, J., Mussinelli, E., Carrera, A. and Manfren, F. (2014), *Pop-up hotel Expo 2015, Temporaneità come condizione permanente*, Jamko Edizioni, Milano.
- Gaspari, J., Antonini, E., Boeri, A. and Longo, D. (2013), "Volumetric addictions for sustainable refurbishment of residential buildings", *Proceedings of conference "Central Europe towards Sustainable Building 2013": Sustainable Building and Refurbishment for Next Generations*, Praga.
- Gerland, P., Raffery, AE. (2014), "World population stabilization unlikely this century", *Science magazine*.
- Glaeser, E.L. (2009), *Green Cities, Brown Suburbs*, City Journal, Winter.
- Jonathan Rose Companies (2011), *Location Efficiency and Housing Type: Boiling it Down to BTUs*, March 2011
- Kieran, S., Timberlake, J (2004), *Re-fabricating Architecture*, McGraw-Hill, New York.
- Losasso, M, (2010), *Percorsi dell'innovazione. Industria, edilizia, tecnologie, progetto*, Clean, Napoli.
- Martine, G., McGranahan, G., Montgomery, M. and Fernandez-Castilla, R. (2008), *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st century*, Earthscan, London.
- Montgomery, M. (2008), *The demography of the urban transition: what we know and don't know*, *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st century*, Earthscan, London.
- Schiaffonati, F., Mussinelli, E. (Eds.) (2015), *Tecnologia Architettura Territorio*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Schiaffonati, F. (1) (2014), "Il contesto culturale e la nascita della disciplina", in Coordinamento dei ricercatori di Tecnologia dell'Architettura del Politecnico di Milano (Ed.), *La cultura tecnologica nella scuola milanese*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Schiaffonati, F. (2) (2014), *Il progetto della casa sociale*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Schiaffonati, F., Crespi, L., Mussinelli, E., Besozzi, W. (1994), *Didattica e progetto. Documenti e progetti del corso di Unificazione Edilizia e Prefabbricazione*, Alinea, Firenze.
- Seto, K.C., Güneralp, B. and Hutyra, L.R. (2012), "Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, August 16, 2012.
- UN-Habitat (2006), *The State of the World's Cities 2006/7*, Earthscan, London.
- UN-Habitat (2016), *Urbanization and development: Emergin futures*, World city report.
- Wallance, D. (2015), *Mooving Parts: modular architecture in a flat world*, CTBUH 2015 Conferences, New York.

application of effective practices and methodologies.

³ For example: the attempt to evolve construction activity in an industrialized method was elaborated by Thomas Edison in 1910; Buckminster Fuller's "Dymaxion House"; Le Corbusier and his Unité de Abitation.

⁴ For example: Archigam group's experience with the "Plug in city" project; Kisho Kurokawa's design by means of a project approach based on the "Symbiosis Philosophy", which is applied to the Capsule Tower; Giorgio Ceragioli's research on hybridization in architectural design and on appropriate technologies (Ceragioli 1995).

Ingrid Paoletti,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

ingrid.paoletti@polimi.it

Abstract. Questo articolo intende approfondire, all'interno del vasto tema della *cultura tecnologica, teoria e pratica del progetto architettonico*, a quale cultura industriale fa e farà riferimento il progetto architettonico in un prossimo futuro, sottolineando il potenziale che le tecniche contemporanee stanno lentamente ma pervasivamente offrendo all'industria delle costruzioni.

Parole chiave: sperimentazione architettonica, cultura industriale, tecnologie innovative, sistemi e componenti costruttivi.

La possibilità di accedere a una vastissima quantità di dati e lo sviluppo di sistemi di programmazione informatica, la rivoluzione nella meccanica di precisione e la robotica, la necessità cogente di maggiori prestazioni ed efficienza, sono tutti fattori che rendono necessario un aggiornamento sulle possibilità offerte dalla tecnologia per il progetto.

In particolare, il saggio indagherà, dopo aver delineato alcune considerazioni sullo scenario in atto, il contributo della relazione tra visione creativa e scelte tecniche: ampliando la conoscenza di strumenti, tecniche e materiali oggi disponibili, i progettisti hanno la possibilità di costruire la propria cultura industriale corrente sviluppando sistemi costruttivi personalizzabili.

Il contributo approfondirà in particolare alcune ricerche sviluppate presso il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano.

Gli esempi si riferiscono allo sviluppo di sistemi costruttivi sperimentali, e in particolare a tre casi. Il primo riguarda la produzione di un blocco di paglia fabbricato e prodotto in una prospettiva ecologica, assemblato a secco, progettato e sviluppato insieme ad alcuni produttori industriali. Il secondo caso riguarda la fabbricazione additiva di un mattone di argilla, con lo scopo di verificare la sperimentazione di sistemi costruttivi tradizionali: il disegno del componente è stato sviluppato in modo da essere

Industrial culture and contemporary project design: examples of experimental building construction systems

Abstract. This paper intend to deepen, within the broad theme of *technological culture, theory and practice of architectural project*, at which industrial culture does and will refer the architectural project in the near future, emphasizing the potential that contemporary techniques are slowly but pervasively offering to the construction industry.

Keywords: architectural experimentation, industrial culture, innovative technologies, construction systems and components.

The ability to access to an enormous amount of data and the development in computer programming systems, the revolution in precision engineering and robotics, the binding need for greater performance and efficiency are all factors that make necessary an update upon the possibilities offered by technology for the project.

in grado di rimanere nelle dimensioni di blocchi standard e di alloggiare sistemi di illuminazione. Il terzo consiste nella progettazione di un sistema di costruzione autoportante sempre realizzato con la stampa additiva ma con materiali polimerici, per approfondire le possibilità di efficienza strutturale di un sistema a traliccio ottimizzato topologicamente.

Ogni caso prevede l'impiego di strumenti computazionali, di macchine a controllo numerico gestite direttamente dal progettista, grazie anche a una grande ricerca scientifica sui materiali e la loro caratterizzazione strutturale.

In conclusione, il saggio cercherà di trarre delle conclusioni dai casi, evidenziando le opportunità offerte al progettista dagli strumenti innovativi a disposizione, cercando di contribuire al dibattito su quale sia la cultura industriale a cui riferirsi oggi, e come introdurre innovazione tecnologica attraverso il progetto di architettura.

Introduzione

A livello globale vi è una grande consapevolezza che l'industria si trovi sull'orlo di una nuova rivoluzione, guidata da innovazioni tecnologiche come l'informatica computazionale, le grandi quantità di dati, la robotica avanzata e la produzione avanzata.

Queste tecnologie aprono nuovi orizzonti per l'industria spingendola a diventare più efficiente, sia per migliorare i processi, sia per sviluppare prodotti e servizi innovativi.

Inoltre aiutano l'industria a rispondere alla domanda crescente di prodotti personalizzati, nonché a una migliore efficienza energetica e ottimizzazione delle risorse.

Molti studiosi hanno già nominato questa fase 'Industria 4.0', identificandola come la rivoluzione che riferisce alla possibilità

Specifically, the paper will investigate, after outlining some considerations on the scenario, the contribution of the relationships between creative vision and technological choices: expanding the knowledge of tools, techniques, materials available today, designers have the opportunity to build their own current industrial culture for the project, developing customized building systems and components.

The contribution will deepen specifically some research developed at the Department ABC of Politecnico di Milano.

The examples refer to the development of experimental construction systems, and in particular to three case studies. The first concerns the production of a straw construction system completely manufactured and carried in an environmentally friendly perspective, dry assembled, designed and developed

together with some industrial manufacturers. The second case concerns the additive manufacturing of a clay brick, with the aim of verifying the experimentation of traditional building systems: the design of the component has been developed in order to be able to stay in the traditional block dimensions and additional lighting systems. The third consists of the design of a self-supporting construction system always realized with the additive manufacturing but with polymeric materials, deepening the possibilities of structural efficiency of a topologically optimized structure.

Each case study takes into account the use of computational tools, of numerically controlled manufacturing machines that are managed directly by the designer, thanks also to a large scientific research on materials and their structural characterizations.

di produrre con elevata quantità di dati (Schwab, 2015).

L'industria europea è forte in settori quali l'elettronica, l'automobile, la sicurezza e l'energia, la produzione industriale e la robotica, nelle apparecchiature di telecomunicazione, nelle tecnologie laser e sensori, ma sembra a volte dimenticare come queste applicazioni possano essere declinate per l'industria delle costruzioni, che in realtà ha enormi responsabilità sia sullo sviluppo della società che sull'uso delle risorse.

In effetti le tecniche della manifattura e i metodi di produzione innovativi sembrano spesso molto resistenti al cambiamento nelle costruzioni. Ciò è dovuto a metodi di costruzione tradizionali e processi di produzione consolidati, in cui l'innovazione è spesso un processo molto lento, guidato più da ragioni economiche che da effettive necessità di nuovi prodotti o sistemi.

Tuttavia, i processi di costruzione emergenti sono sempre più influenzati da metodologie di progettazione innovative che consentono al contempo nuovi procedimenti manifatturieri. Tra questi, la progettazione computazionale, l'ingegnerizzazione sin dalla fase iniziale, l'ottimizzazione topologica e la distribuzione del materiale, sono i più significativi (Aires, 2012).

In questo contesto si parla spesso di *Mass Customization* (Pine, 1983) con riferimento alla possibilità di passare da sistemi standardizzati a sistemi che possano essere personalizzati, senza incrementarne il costo e sviluppando soluzioni innovative.

In particolare nel settore Architettura Ingegneria e Costruzioni (AEC), al fine di soddisfare le esigenze contemporanee di tecniche performative e direttamente producibili, è importante produrre elementi, componenti e sistemi costruttivi con una caratterizzazione molto specifica in termini di prestazioni, mantenendo bassi i costi.

In conclusion, the essay will try to draw some conclusions from the cases, highlighting the opportunities given to the designer by the expanded power of the tools available, trying to contribute to the debate on which industrial culture to refer to today, and how to introduce technical innovation through architectural design.

Introduction

Globally there is a high awareness that industry stands on the brink of a new revolution, driven by technological breakthroughs such as advanced computing, big data analytics and cloud, advanced robotics and advanced manufacturing.

These technologies open new horizons for industry to become more efficient, to improve processes and to develop innovative products and services. They also help industry to respond to custo-

mers' demand for personalised products, as well as improved energy and resource efficiency.

Many researchers have already named it Industry 4.0, tackling it as the revolution that refers to the possibility to manufacture with a very high quantity of data (Schwab, 2015).

European industry is strong in sectors such as electronics automotive, security and energy markets, manufacturing, robotics, telecommunication equipment and laser/sensor technologies but seem sometime to forget how these applications can be fostered into construction industry, while in reality it has a lot of responsibility in society development and use of resources.

In fact manufacturing techniques and innovative production methods in construction seem often quite resilient to change. This is due to traditional construction methods and consolida-

I motori dell'innovazione nel settore delle costruzioni

I due motori al momento più rilevanti per l'innovazione nel settore delle costruzioni sono:

- Progettazione Computazionale
- Manifattura Avanzata.

La progettazione computazionale è un metodo contemporaneo che incrementa la possibilità di sviluppare sistemi 'design-to-fabrication', incorporando diversi materiali, proprietà strutturali e dati geometrici per comporre un progetto e informarlo di prestazioni. Questo significa che il processo non è più lineare, valutando le proprietà dei materiali e le prestazioni quando la fase di progettazione è conclusa, ma iterativo, dove le informazioni sono scambiate e connesse alle possibilità del progetto sin dall'inizio. La progettazione computazionale può apportare almeno tre vantaggi:

- ingegnerizzazione di una forma particolare fin dalle prime fasi di progettazione euristica;
- personalizzazione di strumenti con codici specifici;
- attivazione di proprietà specifiche dei materiali in relazione alle prestazioni desiderate nel progetto.

I progettisti e tutti gli operatori del settore AEC possono quindi combinare e sviluppare strumenti molteplici capaci di generare forme geometricamente complesse, ottimizzando il controllo di diversi parametri sia in ingresso che in uscita. La conoscenza di un linguaggio di programmazione come Python, C# o Visual Basic, apre nuove prospettive nella possibilità di codificare geometrie e proprietà desiderate (Xiangyu W, Ning G., 2012).

ted process of production, where innovation is often a very slow process which is driven by economic reasons more than by effective need of new products or systems. However, emerging construction processes are more and more influenced by novel design methodologies that enable new ways of manufacturing. Among them, computational design, early stage engineering, topology optimization and material distributions are the most significant ones (Aires, 2012)

In this context we often talk about Mass Customization (Pine, 1983) referring to the possibility to evolve from already existing systems to novel ones that can be personalized, without increasing their cost and causing new technologies to emerge. In Architecture Engineering Construction (AEC) sector particularly, in order to meet requirements of nowadays performative and competing

design-to-fabrication techniques, it is important to produce elements, components or overall integrated systems with highly specific characterisation in term of performances, while keeping low its costs.

Innovation drivers for AEC

Two of the most relevant drivers for innovation in construction industry are:

- Computational design;
- Advanced manufacturing.

Computational Design is a contemporary technique that enhances overall design-to-fabrication processes by incorporating various material, structural and geometrical data to compose architectural design and inform it of performances. This means that the process is no longer linear, assessing properties and performances when the design phase is over, but reiterative,

La manifattura avanzata, secondo motore rilevante, si riferisce alla possibilità di personalizzare le macchine a controllo numerico, in modo da affinare la produzione del singolo prodotto, componente o sistema. Oggigiorno l'industria si sta muovendo verso macchine di produzione sempre più versatili e reattive che consentono di minimizzare i tempi di realizzazione incrementando la qualità e flessibilità dei prodotti.

Questo tipo di manifattura avanzata consente di trasferire più rapidamente ricerche sperimentali che provengono da innovazioni di prodotto o da nuove applicazioni in processi di produzione. Inoltre la nuova frontiera del 'machine learning' – ossia la possibilità che gli strumenti imparino dalle informazioni che gestiscono a migliorare il processo produttivo autonomamente – apre un ventaglio di prospettive decisamente interessante.

Di fatto la cultura industriale a cui fare riferimento in generale è profondamente influenzata dalle nuove competenze informatiche computazionali evidenziate sopranzi e dalle capacità innovative delle macchine a controllo numerico, che consentono ai progettisti e ai produttori di sviluppare tecnologie innovative anche per il settore delle costruzioni.

Ricerche su sistemi costruttivi sperimentali presso il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano

sisti, sul tema della progettazione di sistemi e component innovativi. Il gruppo di ricerca è focalizzato sulla possibilità di sviluppare innovazione attraverso l'uso di materiali sperimentali, tecniche

where information are exchanged and connected to design from the very beginning. Computational design can give at least three possibilities:

- to engineer a specific form from the early concept of the Design Process;
- to customize tools for the materialization of a specific design;
- to activate certain embedded properties of a material more than others as a main driver of performative design.

Designers and all the operators along the AEC process, are therefore able to combine and develop multiple tools and create geometrically complex structures, optimizing various parameters to control whether the inputs or the results. The knowledge of a proper coding language, such as Python, C# or

Le ricerche descritte in questo articolo sono sviluppate da ACT-LAB, unità di ricerca del Dipartimento ABC del Politecnico di Milano con il contributo di docenti, ricercatori, dottorandi e tesi-

centi, ricercatori, dottorandi e tesi-

Visual Basic, opens up wide range of possibilities for scripting desired geometries and properties.

Advanced Manufacturing, second driver, refers to the possibility to tailor each Computer Numerically Control (CNC) machine in order to fit in an appropriate way the design of each product, component or system. Nowadays industry is moving very fast along this direction due to the fact that new machines has userfriendly tool to set them, are much for efficient in terms of time and quality and allow new types of work that can improve products.

Advanced Manufacturing refers to the possibility to transfer in a fast and effective way the experimental researches coming from innovative discovery or design application into manufacturing process or products. Also the new frontier of 'machine learning', that means that the instrument is able to use infor-

che usino programmi computazionali, macchine a controllo numerico personalizzate.

Tra i diversi lavori sviluppati, questo articolo illustra tre casi di studio:

- un componente in paglia ecologico non portante dalle alte prestazioni;
- un mattone stampato3D;
- una struttura a traliccio in PLA ottimizzata topologicamente e stampata3D.

Un componente in paglia non strutturale dalle alte prestazioni

La paglia in architettura ha molteplici impieghi, a partire dalla fine del '800, con l'invenzione della macchina impacchettatrice che ha caratterizzato l'involucro di molti edifici moderni. Da allora molti passi avanti sono stati fatti per scoprire le proprietà che fanno della paglia un materiale virtuoso sia per i casi di riqualificazione energetica sia per le nuove costruzioni.

Il gruppo di ricerca ha ottenuto un contratto di ricerca da un gruppo composto da progettisti e imprese per sviluppare un componente edilizio in paglia che potrebbe garantire benefici dal punto di vista della sostenibilità ambientale, del risparmio energetico, dell'efficienza economica, manutenibilità, sicurezza, salute degli ambienti interni, oltre alla riduzione del rumore e la conformità alle normative di recente legislazione nazionale GU 162 Supplemento 39 / 2015/07/15 e successive modifiche e regionale DDUO N.6480 / 2015 e ulteriori successive modifiche che stabiliscono i nuovi limiti di prestazioni (NZEB quasi zero edifici a energia) per la riqualificazione / ristrutturazione e nuove costruzioni.

mation data management to improve the process autonomously, can open wider perspectives of improvement.

Therefore the industrial culture to refer to nowadays is deeply embedded to the advancement in software skills and machine capability, increasing designers and producers possibility to develop innovative technologies also for AEC.

Research for experimental construction systems at ABC Department, Politecnico di Milano

The researches described in this paper are developed under the activities of ACTLAB, at ABC Department, with the contribution of professors, Phd and graduating students, and are focusing on the development of innovative building components and systems.

The Research Group topic idea is to

foster innovation through the use of experimental materials and techniques with the use of innovative computational tools, data analysis, customized machines.

Among various works, this paper will concentrate on analysis of a three case studies:

- a high performance non-loading straw component;
- a 3D printed clay brick;
- a lattice structure structurally optimized thanks to topological optimization and additive manufacturing.

A high performance non-loading straw component

The use of straw in architecture has several usage, starting by the end of the '800, with the invention of the packing machine to make the envelope of those architectural buildings which reflect

Il blocco in paglia ha una composizione molto semplice di elementi naturali tutti certificati e tracciabili, che non danneggiano né l'essere umano né l'ambiente. Nello specifico essi sono:

- caseina
- argilla
- calce
- paglia

Le percentuali sono indicative e si riferiscono a diversi test fatti con additivi e svariate composizioni e tipi di paglia. Al laboratorio sono stati realizzati dei mock-up e lasciati asciugare per un periodo di un mese circa, per verificare il processo di reazione degli elementi in gioco.

La caseina è una proteina del latte che viene qui utilizzata come legante naturale (caseinato di calcio) perché può saldare tenacemente le fibre. Il caseinato e la paglia, in combinazione con l'azione di compressione fatta da una pressa, formano una struttura naturale in grado di resistere alle sollecitazioni che il componente edilizio dovrà sostenere.

L'argilla è attivata legandosi a calce e acqua, diventando così un legante idraulico che, idratando nel tempo, favorisce il processo di essiccazione naturale del blocco, collegando gli steli e fornendo una maggiore resistenza alla compressione.

Grazie al suo pH basico, la calce svolge anche il compito di sterilizzazione/disinfezione dello stelo e coopera, insieme all'acqua, al processo di coagulazione della caseina per l'indurimento/idratazione delle argille.

La paglia è un elemento residuale proveniente da scarti di coltivazione dei cereali ed è presente in grandi quantità a Km 0 in agro-produzione nell'area lombarda. Inoltre, il mattone da realizzare in fabbrica e /o in sito con apposita pressa non richiede

modern imagination. From then it has been possible to discover the properties that make straw a virtuous material either for energy upgrading cases either for new constructions.

For these properties and performances the research group has been granted of a research to develop a straw building component that could ensure benefits from the viewpoint of environmental sustainability, energy conservation, economic efficiency, maintainability, safety, indoor health, noise reduction and regulation compliance to recent national legislation GU 162 Supplement 39 / 15.07.2015 and subsequent amendments and regional DDUO N.6480 / 2015 and subsequent amendments that set new performance limits (NZEBA nearly zero energy buildings) for redevelopment renovation and new constructions.

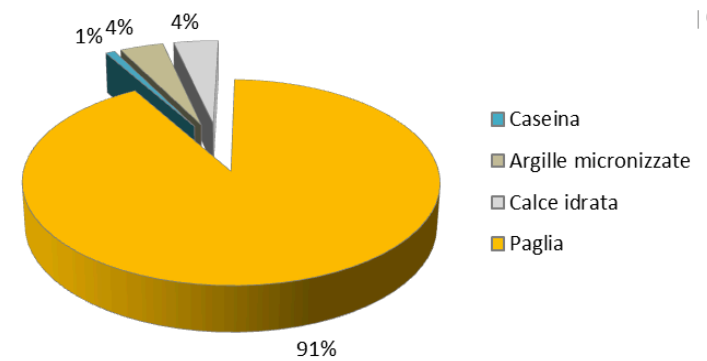
The straw brick proposed has an ex-

remely easy composition of natural elements certified and traced, totally harmless to humans and the environment. Specifically those elements are:

- casein
- clay
- lime
- straw

The percentages indicated refers to several testing with different additive materials and different compositions and types of straw. At the laboratory we have made mock-ups and let them dry in a period of one month more or less to verify the process of reaction of the elements involved.

Casein is a milk protein, which is used here as a natural binder (calcium caseinate) because it can weld tenaciously the stems. The caseinate and the straw, in combination with the action of compression, form a natural pattern between



l'uso di una fibra specifica; è quindi pensabile utilizzare diversi steli che sono disponibili durante il raccolto da primavera ad autunno inoltrato. Tuttavia, prove di laboratorio suggeriscono l'uso di steli di cereali con gambo di diametro medio o piccoli atti a favorire la fase di compressione in situ.

La possibilità di realizzare direttamente i componenti necessari in cantiere fornisce vantaggi in termini di:

- consumo di materie prime (riduzione dei rifiuti, riutilizzo degli stessi);
- creazione di filiere virtuose nella zona in cui si verificano le operazioni di riqualificazione / costruzione.
- bassi valori di emissioni di CO₂e e di energia incorporata nella / energia grigia materiali (a causa della fase di estrazione, trasporto, lavorazione, installazione, manutenzione, smontaggio e riutilizzo / riciclo / smaltimento).

È inoltre vantaggioso per il territorio sfruttare questi residui agricoli locali per la produzione di prodotti isolanti atti a migliorare il rendimento energetico degli edifici, sia per ridurre il consumo di energia che gli inquinanti emessi nell'atmosfera dal settore delle costruzioni.

La paglia compressa genera delle micro-cavità in cui l'aria è quasi ferma e separata dagli altri strati attraverso le pareti interstiziali legnose dello stelo. Tale struttura è responsabile del basso livello di conducibilità termica dei blocchi in paglia, con un parametro va-

en the stems able to withstand normal stresses which the building component will have to bear.

Clay is activated by binding to the lime and water thus becoming a hydraulic binder which, hydrating in time, favors the natural drying process of the brick, connecting the stems and providing a greater resistance to compression.

Due to its basic pH, lime performs the task of sterilization/sanitation of the straw and cooperates, along with water, to the process of coagulation of the casein and to the hardening/hydration of the clay.

Straw is a residual element coming from scraps/cereal cultivation and is present in large amounts Km0 in agro-production Lombard district. In addition, the brick to be realized in the factory and/or on site with special press does not require the use of a specific straw; it is therefore conceivable to

use different straws that are available during the harvest from early spring to late autumn. However, laboratory tests suggest the use of stems from cereals with stem from the average diameter or small acts to favor the compression phase in situ.

The possibility to directly realize the necessary components in the pipeline provides the advantages in terms of:

- Consumption of raw materials (waste reduction, reuse of the same);
- Creation of virtuous production chains in the area where you are experiencing the redevelopment / construction operations.
- low values of CO₂e emissions and energy incorporated in the materials / gray energy (due to the extraction stages, transportation, processing, installation, maintenance, dismantling and reuse / recycling / disposal).

riabile tra 0,040 e 0,090 [W/m²K] in funzione della densità e dell'orientamento delle fibre rispetto alla direzione del flusso di calore. I bassi valori di conducibilità termica - con densità medie, che vanno da 150 e 350 [kg/m³] rendono questa soluzione adatta per entrambe le stagioni invernali (bassa conducibilità = elevata resistenza termica = bassa riduzione delle perdite di calore di potenza termica installata a servizio di ambienti confinati) che l'estate (le densità medie hanno una maggiore inerzia termica utile alla progettazione dello sfasamento (12-14 ore di progetto ideale) e all'attenuazione dell'onda termica, fornendo una temperatura pressoché costante delle superfici interne.

La distribuzione incrociata degli steli con la sovrapposizione di normali strati di finitura (intonaci) ad alta densità genera un effetto ripetuto di "massa-molle-massa-molle" responsabile per il principio di funzionamento dei prodotti destinati alla attenuazione dell'udienza trasmissione inquinanti e quindi è auspicabile utilizzare questa tecnologia in pareti perimetrali, pareti divisorie, pavimenti e tetti inclinati inter-ventilati, per l'isolamento da fonti di rumore esterne e tra le unità adiacenti.

La densità media del mattone (rispetto ai pannelli isolanti commerciali) offre un prodotto facile da tagliare direttamente in cantiere (sega a mano, sciabola, il nastro per i mattoni) per il ritaglio di finestre / porte / balconi. Per lo stesso motivo la creazione di tracce elettriche è semplice con normali attrezzi da cantiere (fresse, strumenti vari, ecc).

Queste ragioni portano a preferire la soluzione del blocco rispetto a quella dei singoli balle di paglia rimodellato loro smontaggio in situ e nella addice sbagliato istruzioni complesse dove la realizzazione di elementi personalizzati potrebbe comportare uno spreco di tempo significativo.

It's further advantageous for the territory enhance these local agricultural residues for the production of insulating products acts to improve the energy performance of buildings to reduce energy consumption and to that of pollutants emitted into the atmosphere from the civil sector.

The compressed straw generates a pattern of micro-cavities in which the air is almost stopped and separated from the other through the interstices woody walls of the stem. This structure is responsible for the low level of thermal conductivity of bricks in straw, variable parameter between 0,040 and 0,090 [W/m²K] as a function of the density and orientation of the rods relative to the direction of heat flow.

The low thermal conductivity values -with average densities which are between 150 and 350 [kg / m³] make this solution suitable for both win-

ter seasons (low conductivity = high thermal resistance = reduced heat loss reduction of thermal power installed at the service of confined spaces) that summer (average densities are greater thermal inertia useful to the design of the phase (12-14 hours of project ideal) and thermal wave attenuation, providing an almost constant temperature of the internal surfaces.

The conformation in alternating pattern between air and stems with the overlay of normal finishing layers (plasters) high density generates a repeated effect of "mass-spring-mass-spring" responsible for the functioning principle of the aimed products to attenuation of the transmission hearing pollutants and therefore it is desirable to use this technology in perimeter walls, partition walls, floors and inter-ventilated pitched roofs, for insulation from outside noise sources and between nei-



Con il blocco ipotizzato è anche permessa la sovrapposizione di giunti a secco. Questi raccordi prevengono la formazione di ponti termici/spifferi/discontinuità nel materiale che diventano evidenti sull'intonaco col passare del tempo.

ghboring units.

The average density of the brick (compared to mats / wool / commercial insulating panels) provides an easy product to be cut directly at the construction site (hand saw, saber, tape for bricks) for the cropping of windows / doors / balconies. For the same reason the creation of electrical traces is simple using normal construction site tools (cutters, multi-tools, etc).

These reasons lead to prefer the solution of the brick compared to that of the individual bales of straw remodeled taking them apart in situ and in the wrong befitting to complex statements where the realization of custom elements would result in a significant waste of time.

With our brick it is also allowed the overlap of dry joints. These fittings prevent the formation of thermal bridges / drafts / discontinuities in the material

that should become evident to the plaster within the passing years.

A 3D printed clay brick

This experiment starts from the idea to develop a customized design of a very traditional building component: a clay brick. The concept relies on the possibility to have a flexible system of tile modules, which could be site specific and ad hoc buildable with Additive Manufacturing (AM) in relation to the context. The design of the component is developed analytically with respect to a framework of requirements and performance typical of a clay component, with the addition of standard features of a wall system. The concept thus identifies the basic functionality to be integrated in a wall with insulation, electrical junction boxes and pipes, lamps, allowing the creation of specific shapes when required.

Un laterizio stampato 3D Questa sperimentazione nasce dall'idea di sviluppare un componente edilizio personalizzato a partire da uno molto tradizionale: un blocco in laterizio. Il concetto si basa sulla possibilità di ottenere un sistema flessibile di blocchi in laterizio per tramezze, che possa essere versatile e personalizzabile ad hoc con la stampa additiva in relazione al luogo di utilizzo.

La progettazione del componente è sviluppata analiticamente rispetto a un insieme di requisiti e prestazioni tipiche di un componente di argilla, con l'aggiunta di caratteristiche standard di un sistema di parete. Il concept identifica così la funzionalità di base, per poi poter essere integrato in una parete con isolamento, con scatole di derivazione elettriche e/o lampade, permettendo la creazione di forme specifiche su richieste.

I vincoli dimensionali sono guidati dal coordinamento modulare con gli elementi tecnici esistenti e con i formati standard sul mercato di mattoni non portante in argilla. L'idea principale qui presentata è quella di utilizzare questo tipo di componenti, non solo per le nuove costruzioni, ma anche per gli edifici esistenti in caso di riqualificazione.

Un algoritmo sviluppato con l'uso di software come Grasshopper e Python è stato applicato per determinare gli spessori e la quantità di materiale distribuito, ottimizzando le prestazioni strutturali in fase di design e considerando i vincoli produttivi. Si è così identificato come formato ideale (simile a quello che esiste in commercio), e compatibile con i vincoli di stampa, una dimensione di 250 x 250 x 120/125 mm.

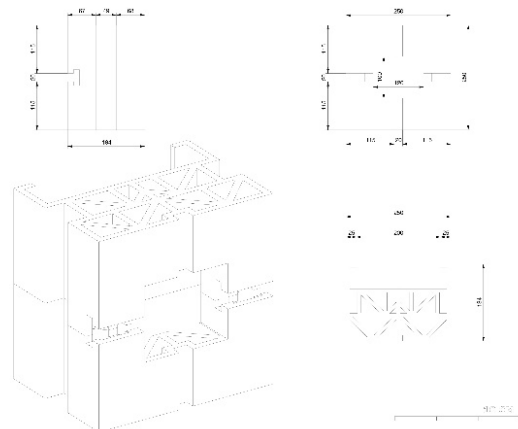
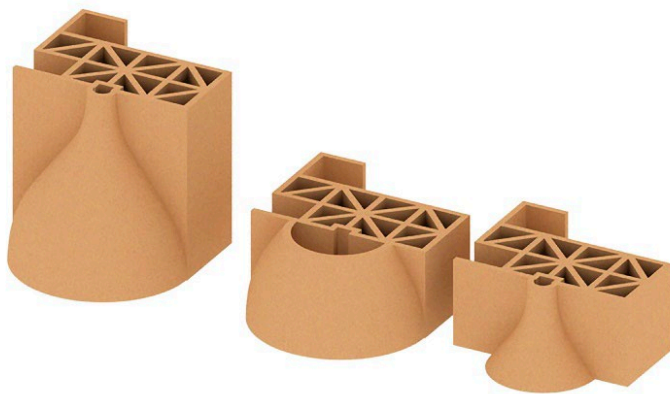
Questa dimensione può anche adattarsi all'integrazione per esempio di un isolante EPS in pannelli (500 x 1000 x 50 mm), integrati con cavi elettrici o con una scatola di derivazione di 120 x 100 x 70

mm. Un altro vantaggio di questo sistema è la possibilità di integrazione in qualsiasi forma o struttura, in relazione al suo uso. A causa della necessità di preservare l'equilibrio strutturale di un muro, progettazione di parti a sbalzo del mattoncino è stata eseguita all'interno del quantitativo di massa non superiore al 40% (Fig. 3-4).

La miscela corretta deve essere scelta in modo da garantire sia un buon grado di fluidità, sia una buona coesione del filamento estruso. Le sostanze utilizzate per realizzare la miscela di argilla sono: terracotta rossa per il 58% della miscela, chamotte rossa (0-0.5 mm) per il 20% della miscela e sodio carbonato per 1% della miscela. A questa miscela è stato aggiunto il 21% di acqua. Tutti i materiali scelti sono naturali e facilmente accessibili sul mercato. Sulla base della miscela decisa, il disegno è stato raffinato con aggiunta di nervature interne organizzate sotto gli angoli di 90° e 45°. Questo dettaglio del disegno del componente è stato fondamentale per assicurare una risposta isotropa del componente. Anche se questo dettaglio non è stato testato in laboratorio, si è rivelato empiricamente lavorare verso una maggiore resistenza ai carichi orizzontali.

La stampante utilizzata per la fabbricazione del mattone è una Delta Wasp 40/70, con un'area di stampa cilindrica del diametro di 40 cm e altezza massima di 70 cm. Quando estruso, il materiale argilloso non è sempre immediatamente solido e ha bisogno di un certo tempo per indurire. Per questo motivo, il rischio di collasso della struttura quando progressivamente il materiale viene stampato esiste. Per ovviare a questo problema, il mattone è stato progettato in modo tale da consentire la stampa con numerosi punti di connessione tra le pareti interna ed esterna in modo che la stereometria dell'oggetto determini il suo sostegno progressivo durante il processo di stampa. Il materiale argilloso estruso potrebbe anche

03 |



03 | Progettazione di laterizi stampati 3D printing con parti per l'alloggiamento di isolanti o illuminazione.

3D printing studies for components with specific design requirements (insulation assembly and light integration)

crollare con cambi di direzione eccessivi; è quindi una buona prassi creare sezioni di XZ o YZ che non siano meno di 55°.

Considerando il volume di stampa e i vincoli di fabbricazione, sono stati presi in considerazione alcuni fattori aggiuntivi: la massa massima di argilla a disposizione per l'estrusione a seconda della capacità del serbatoio e del tipo di estrusore. In particolare, il serbatoio della Delta Wasp 40/70 aveva una capacità di 7 kg e il diametro dell'estrusore di 3 mm. Inoltre, va anche considerato che durante i processi di essiccazione e cottura, il ritiro dimensionale sarà di circa il 10% a causa dell'evaporazione dell'acqua.

Il processo di stampa di due tipologie di componenti ha preso meno di 8 ore (Fig. 4). Entrambi i mattoni avevano una parte personalizzata: il primo uno spazio per l'isolamento e il secondo parti a sbalzo per l'illuminazione. Dopo la produzione, il componente è stato essiccato naturalmente per 2 settimane. Il processo di essiccazione corretta è infatti cruciale per la polimerizzazione finale dei prototipi, le variazioni di temperatura incontrollabili possono causare una riduzione del materiale irregolare. Questo fenomeno è parzialmente successo al prototipo, a causa del cambiamento della percentuale di temperatura e umidità durante il giorno e la notte.

I componenti sono stati poi sottoposti a 9 ore di cottura a 1050 °C e ulteriori 9 ore di raffreddamento controllato. Sul prodotto finito è stata rilevata una riduzione dell'argilla in volume del 10% rispetto ai valori di progetto. Questo processo di ritiro è avvenuto per graduale evaporazione dell'acqua, sia nella fase di essiccazione che di cottura.

I due laterizi sono stati sottoposti a due principali test per verificare le loro caratteristiche e le prestazioni: il test di assorbimento all'acqua e la prova di resistenza strutturale, con l'obiettivo prin-

cipale di confrontare le caratteristiche dei componenti fabbricati con la stampa additiva con quelli prodotti convenzionalmente con proprietà simili, e per mettere così a bilancio le possibilità di personalizzazione con quelle di ottenere migliori prestazioni. In primo luogo, il test di assorbimento è stato eseguito secondo la norma EN UNI 772-21, che determina le regole per la verifica di un prototipo di argilla stampata. I risultati hanno mostrato che l'assorbimento non è significativamente diverso rispetto alla tradizionale tavella in laterizio non portante.

È stato eseguito anche il test IRIS, che consiste nell'ammollo del prototipo per 60 secondi, regolando l'assorbimento massimo in relazione al peso, anche questo test è stato positivo per il laterizio stampato 3D che è risultato conforme alle normative.

In secondo luogo, sono stati realizzati i test strutturali in conformità alle norme UNI-ISO Norma UNI EN 772-1-2011.

La prima accortezza è stata quella di livellare il piano del laterizio per avere una superficie parallela alla superficie della pressa con una tolleranza molto bassa, in modo da essere in grado di eseguire il test. È stato applicato il primo carico e subito dopo la velocità di caricamento è stata ridotta in modo da raggiungere il punto di rottura in più di un minuto (come da regolamento).

Una misurazione molto accurata delle dimensioni è stata fatta al fine di calcolare l'area lorda e netta.

I valori sono stati ulteriormente normalizzati in relazione al processo di essiccazione che potrebbe potenzialmente causare alcune irregolarità del rapporto h/d. Pertanto i valori risultanti finali della superficie netta normalizzato sono stati:

$$N/A \text{ (MPa)}: (300 * 1000) / 15170.7614 = 19.7748 * 1 * 0.6 = 11.86488 \text{ (MPa)}$$

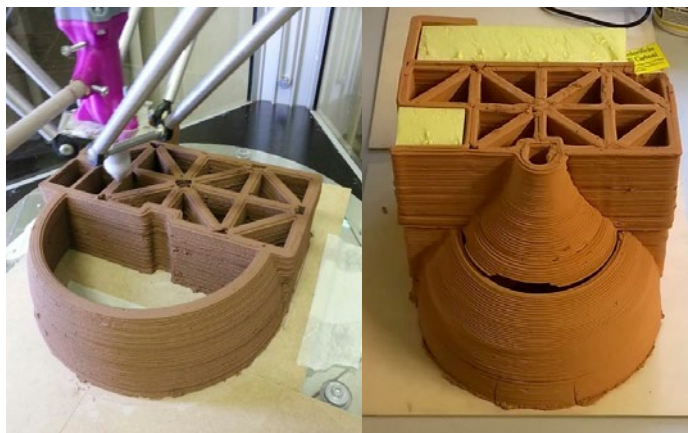
The dimensional constraints are guided by modular coordination with the existing technical elements and standard formats on the market of a non-load bearing clay brick. The main idea presented herein is to use this type of components not only for new construction, but also for existing buildings systems when having to be refurbished.

An algorithm developed with the use of Grasshopper and Python has been applied to determine the wall thicknesses and amount of material distributed, while optimizing structural performances of a design and considering production constraints. It has thus been identified as an ideal format (similar to what exists in trade), and compatible with printing constraints, a dimension of 250 x 250 x 120/125 mm.

This dimension could also fit within existing insulating EPS panels (500 x 1000 x 50 mm), integrated with elec-

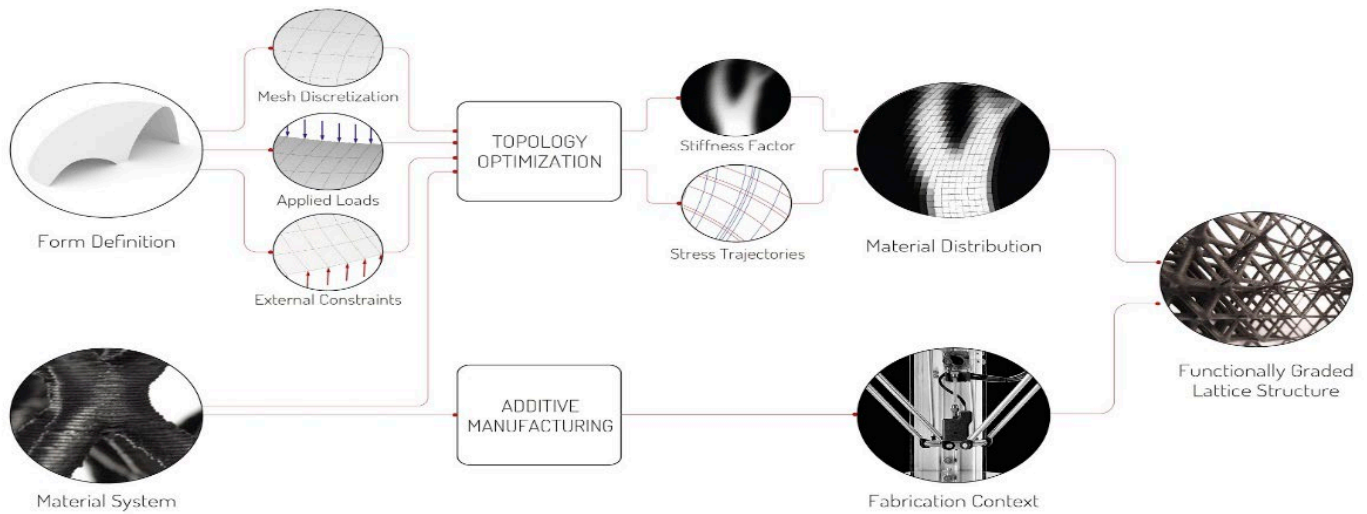
trical pipes of 8 mm or junction box of 120 x 100 x 70 mm. Another advantage of this system is the possibility of integration within any kind of form or structure, in relation to its use. Due to the necessity to preserve structural equilibrium within a wall, design of cantilevered parts of the brick has been performed within the mass quantity not superior to 40% (Fig. 3).

The correct mixture has to be chosen in order to ensure either a good degree of fluidity, either a good extruded filament cohesion. The substances used to make the mixture of clay are: slip from red earthenware casting for 58% of the mixture, chamotte red end (or 0.5 mm) for 20% of the mixture and sodium-carbonate for 1% of the mixture. To this mixture it has been added 21% of water. All the materials chosen are natural and easily accessed on the market. Based on decided mixture, the design



04 | Laterizi progettati e stampati 3D con la possibilità di alloggiare l'isolamento o inserire corpi luminosi.

Clay 3D printing studies for components with specific design requirements (insulation assembly and light integration)



05 | Schema del processo di progettazione e fabbricazione con manifattura additiva.
Workflow and process of design and manufacturing

N/A (MPa): $(338 \cdot 1000) / 15170.7614 = 22.2796 \cdot 1 \cdot 0.6 = 13.36776$ (MPa)

Il punto di rottura si è verificato sotto il carico di 330 KN come prime crepe e 338 KN come rottura finale.

Rispetto ai tradizionali laterizi non portanti il valore non è molto lontano, infatti il laterizio stampato additivamente ha dimostrato di avere valori di resistenza elevati: 5 N/mm² sulla faccia orizzontale e 7 N/mm² sulla faccia inferiore.

Pertanto, l'utilizzo della manifattura additiva per un laterizio ha dimostrato che essi hanno un ottimo comportamento e possono benissimo essere liberamente impiegati entro muri o setti tradizionali, rispettando le normative.

Per poter ulteriormente sviluppare questa possibilità costruttiva si potrebbe approfondire la tecnica di stampa anche per laterizi portanti, che hanno una resistenza di 40 N/mm² sulla faccia principale e 7 N/mm² su quella corta, attraverso ulteriori analisi

has been refined with addition of internal ribs organized under the angles of 90° and 45°. This was fundamental in order to assure an isotropic response of the component. Even though this trial was not laboratory tested, it proved empirically to be working for a higher horizontal load resistance.

The printer used for the fabrication of the brick is a Delta Wasp 40/70, with a cylindrical printing area of 40 cm diameter and maximum height of 70 cm. When extruded, the clay material is not becoming immediately solid and it needs certain time to harden. For this reason, the certain risk of structure collapse when progressively printed exists. To obviate this problem, the brick was designed in such a way to allow printing with numerous points of connection between the inner and outer walls so that the object stereometry determines its progressive support during the

printing process. The extruded clay material might also collapse against excessive directional changes; it was therefore a good practice to create sections in the XZ or YZ plane that are not less than 55° angle.

Considering the printing volume and fabrication constraints, some additional factors had to be taken in account: maximum mass of clay available for extrusion depending on the extruder's reservoir capacity. Specifically, the reservoir of Delta Wasp 40/70 had capacity of 7 kg and extruder diameter of 3mm. Moreover, it should be also considered that during the processes of drying and firing, the dimensional shrinkage of about 10% occurs due to evaporation.

The printing process of the two components took less than 8 hours (Fig. 4). Both the bricks had the space provided for insulation and cantilevered parts for lighting. After the production, the

e principi progettuali di ottimizzazione strutturale, di scelta del materiale e di verifica della modalità di produzione e cottura.

Manifattura additiva per struttura a solidi cellulari traliccio in materiali polimerici

Per questo motivo vengono impiegati in modo massiccio per la manifattura additiva in particolare per la deposizione con materiale fuso, tecnica tipica delle stampanti 3D.

Questo sistema di costruzione sperimentale a traliccio formato da solidi cellulari è una pelle con una distribuzione del materiale altamente specifica che è concepita per la manifattura additiva, in modo tale da ottimizzare la resistenza strutturale, con un metodo che comprende la progettazione computazionale, esperi-

I materiali polimerici sono tra i materiali in crescente evoluzione in generale, grazie alle proprietà personalizzabili del materiale e al basso costo di produzione.

component has been naturally dried for 2 weeks. The correct drying process is indeed crucial for the final curing of the prototypes, due to quite uncontrollable temperature changes that can cause material reduction in an irregular manner. This had partially happened to the prototype, due to change of temperature and humidity percentage during day and night.

The components have been afterwards than subjected to 9 hours of baking at 1050 ° C and a further 9 hours of controlled cooling. The finished clay product was found to be reduced in volume by 10% with respect to the design values. This withdrawal process happened due to the gradual water evaporation, both in the phase of drying and firing.

The two bricks have undergone two main tests to verify their characteristics and performances: the water absorp-

tion test and the structural resistance test, with the main goal of comparing the characteristics of additively manufactured components with the conventionally produced ones of similar properties, while balancing the possibilities of customization and obtaining improved performances.

Firstly, the absorption test has been run under EN UNI 772-21, which determined the rules for verification of a printed clay prototype. The outcomes showed that the absorption is not significantly changing compared to the traditional non-load bearing clay brick. Additionally, the IRIS test that consist of 60 seconds soaking of the prototype has been performed.

IRIS test regulates the maximum weight absorption, and this test was quite successful for the 3D printed brick which was complying regulations.

Secondly, the structural tests have been

menti di fabbricazione digitale e una valutazione performativa dei prototipi in scala reale. I solidi cellulari sono una conformazione tipica della natura, per esempio del legno, che consente di avere una struttura molto resistente a flessione e deformazione. Sono stati impiegati algoritmi per l'ottimizzazione topologica delle forme in modo tale da organizzare il materiale in modo performativo, creando una microstruttura reticolare personalizzata definita come strutture a traliccio, con un sistema di aste interconnesse che reattive al carico in funzione delle caratteristiche spaziali variabili.

Il potenziale di questa struttura si basa sulla sua resistenza implicita dovuta alla forma e sull'uso personalizzato di materiale, unitamente alla possibilità di adattarsi a qualsiasi forma architettonica. Queste strutture sono costituite da una rete interconnessa di aste, con delle connessioni rigidamente connessione. Questo tipo di microstrutture reticolari da un lato può essere analizzata con tradizionali strumenti di simulazione meccanica, come se fosse strutture a traliccio, dall'altro lato, entro una certa scala, la struttura a solidi cellulare può esser considerato un materiale simile ai materiali omogenei. Le proprietà meccaniche di queste tipologie sono regolate dunque, in parte, da quelle del materiale di cui sono realizzate, ma soprattutto dalla topologia e densità relativa della struttura cellulare.

Questa metodologia richiede la predisposizione di algoritmi computazionali per generare strutture reticolari con parametri personalizzabili modificabili in base alla risposta della macchina per la stampa additive, il codice viene continuamente riaggiornato a seconda dei risultati di produzione.

Il risultato di queste analisi reiterative è quindi direttamente tradotto in una microstruttura reticolare che si orienta seguendo

made in compliance with UNI-ISO Norma EN UNI 772-1-2011.

The first procedure has been to grind the brick in order to have parallel surface with a very low tolerance in order to be able to run the test. First load was applied and soon after the load speed was reduced in order to reach breaking point in more than one minute (as per regulation). A very accurate dimension measuring has been done in order to calculate gross and net area.

The values have been further normalized in relation to drying process that could potentially cause some irregularities to the h/d ratio. Thus the final resulting values of the net area normalized are:

N/A (MPa): $(300 * 1000) / 15170.7614 = 19.7748 * 1 * 0.6 = 11.86488$ (MPa)
 N/A (MPa): $(338 * 1000) / 15170.7614 = 2$

$2.2796 * 1 * 0.6 = 13.36776$ (MPa)

The breaking point occurred under the load of 330 KN as a first cracks and 338 KN as final disruption.

Compared with the traditional non-load bearing clay brick, additively manufactured brick showed to have higher resistance values: 5 N/mm² on the horizontal face and 7 N/mm² on the shorter face. Therefore, the utilization of 3D printed clay bricks proved to have a superior performance and behaviour and that can be freely employed within the traditional walls and structures, complying the regulations. However, the 3D printed brick in such configuration was compared only with non-load bearing traditional bricks. Certainly, in order to make it comparable also with the load bearing systems and structural bricks whose resistance is 40 N/mm² on the main face and 7 N/mm² on the short

le principali linee di stress e variando la porosità del materiale, secondo valori di sollecitazione locali. In questo processo, i principali parametri di input sono proprietà del materiale e vincoli di fabbricazione, oltre alla geometria complessiva e alle condizioni al contorno. Variazioni in ognuno di questi parametri generano diverse strutture reticolari, poiché il metodo è parametrico e personalizzabile, dove morfologia, materiale e prestazioni vengono lette, analizzate e modificate iterativamente.

L'efficienza delle strutture a traliccio è funzione della geometria complessa. Nella nostra ricerca, la manifattura additiva è impiegata per gestire questa alta complessità e per la possibilità di sperimentare materiali diversi, che a sua volta possono portare alla definizione di nuove ipotesi strutturali. Una nota importante sulla parte di produzione riguarda la tipologia di manifattura che prevede la deposizione di una serie di strati orizzontali.

Questo permette da un lato una grande libertà nella produzione, ma anche alcuni vincoli da prendere in seria considerazione. Tra i limiti di questa tipologia di produzione possiamo annoverare: la difficoltà di realizzare geometrie sporgenti, a seconda del materiale utilizzato e la risoluzione di stampa desiderata, un limitato angolo di 30-45 gradi rispetto all'asse verticale e infine la resistenza strutturale dipende molto dall'adesione tra i diversi strati. Vari test di produzione sono stati condotti per raffinare le impostazioni di stampa con materiali diversi e di definire la geometria in relazione alla velocità di stampa e alla risoluzione delle cellule a ottaedro.

La geometria del componente costruttivo risulta dunque adeguato al tipo di produzione scelta in quanto valorizza alcuni aspetti che con tecniche di produzione tradizionali sarebbero molto complesse (si pensi alla produzione con stampi di elevatissimo

one, additional analysis and material optimization principles are required.

Additive manufacturing for cellular solid lattice structure in pla

Polymeric materials are one of the most evolving materials in general, due to there customizable properties and low cost of mass production.

That's why it is one of the most favourable materials for additive manufacturing and in particular for Fused Deposition Material techniques.

This experimental construction system with cellular solid lattice structure is a skin with highly specific material distribution which has been conceived with the use of AM to efficiently provide structural resistance, with a method that encompasses computational design workflow, fabrication experiments and performative assessment of full-scale prototypes.

Cellular solid structures come from nature and are typical of materials like wood, where a high resistance to buckling and bending is obtained thanks to this type of structure.

Algorithms for topology optimization of freeform shapes are employed to determine the material organization as well as a performative matrix for the creation of a custom lattice microstructure defined as Functionally Graded Lattice Structures, a system of load-responsive interconnected struts with spatially varying characteristics.

The potential of this system relies on its implicit resistance and reduced use of material, combined with the possibility to adapt to any architectural shape. They are composed by an interconnected network of struts, pin-jointed or rigidly bonded at their connections. At one level, they can be analyzed using classical methods of mechanics, as

costo e con una precisione non necessaria al settore delle costruzioni) (Fig. 6).

Considerazioni finali

I tre casi di studio illustrano le potenzialità e le possibilità di sviluppo di sistemi costruttivi innovativi che possono iniziare a livello sperimentale e poi cambiare scala diventando il seme per una produzione industriale personalizzata.

L'idea è che le sperimentazioni con diversi materiali, tecniche e strumenti di progettazione computazionali possano favorire l'innovazione nel settore delle costruzioni, grazie a una forte interrelazione tra le istanze di mercato e le potenzialità del design computazionale e manifatturiero avanzato, introdotto dal progettista sin dalla fase iniziale di progettazione.

Il caso di studio del laterizio stampato, per esempio, illustra molto bene i vantaggi e le potenzialità delle tecniche di produzione additiva, integrando materiale, tecniche di produzione e software di progettazione in un rapporto interdipendente. Lo studio della geometria ha giocato un ruolo chiave nell'ottimizzazione della forma e nel comportamento strutturale, proprietà influenzando lo sviluppo del prototipo. In questo caso l'idea di rimanere entro i limiti dimensionali di un laterizio standard, al fine di adattarsi a strutture murarie esistenti e convenzionali, ha guidato la progettazione delle dimensioni specifiche, lasciando libertà di espressione dove possibile.

Questo significa che un componente innovativo può trovare la sua allocazione in un processo di costruzione tradizionale e potrebbe essere affiancata una produzione additiva personalizzata, che integri e sviluppi nuovi sistemi costruttivi man mano che il cantiere evolve.

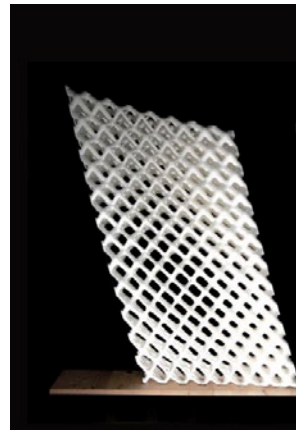
typical space frames, on the other side, within a certain scale range, lattice can be considered as a material, with its own set of effective properties, allowing direct comparison with homogeneous materials. Mechanical properties of lattice materials are governed, in part, by those of the material from which they are made, but most importantly by the topology and relative density of the cellular structure.

This methodology requires the description of custom algorithms to generate lattice structures parametrized on the base of a continuous feedback loop from a Topology Optimization and manage the additive process of materialization.

The outcome of this analysis is then directly translated into a lattice microstructure which, orients itself following principal stress lines and varying material porosity, according to local stress

values. In this process, main input parameters are material properties and fabrication constraints of AM, overall geometry and boundary conditions. Variations in any of these parameters generate different lattice structures, as this research develops a global method for highly specific design, where morphological, material and performative information is read, analyzed and modified iteratively.

The efficiency of Functionally Graded Lattice Structures relies on highly specific complex geometries. In our research, AM is employed to manage high intricacy and resolution, while offering the potential of experimenting with different materials, which in turn can become new inputs to the structural definition. Typically, AM methods produce objects in a sequence of horizontal layers. This allows great freedom in production but also some constraints



Il caso di studio del sistema a traliccio mostra che oggi si può 'personalizzare' il materiale sino alla sua composizione molecolare, attribuendogli delle proprietà e dei ruoli specifici che ne ottimizzano il comportamento. In entrambi i casi la manifattura additiva ha contribuito a relazionare la fase di progettazione con quella di esecuzione in un continuo processo di affinamento di ricezione e introduzione delle informazioni per la generazione anche di forme complesse.

Il caso di studio del componente paglia è in realtà non soltanto un progetto di prodotto ma si dilata sino a prendere in considerazione il montaggio, l'assemblaggio nell'edificio con attenzione alla sostenibilità e anche come realizzare una nuova filiera di produzione strategicamente flessibile. (Cagliari, Spina, 2000).

Queste sperimentazioni vanno nella direzione della riduzione del divario tra la fase di progettazione e la fase di produzione di un sistema costruttivo, creando una sinergia efficace tra le diverse fasi, che consentono un alto livello di personalizzazione delle proprietà dei materiali che vengono utilizzati, delle modalità produttive e delle prestazioni, innovando la cultura industriale a cui riferirsi ai giorni nostri.

Una nuova cultura industriale emergente che fa riferimento a tecniche consolidate ma anche alla possibilità di introdurre pro-

to be taken into account. Overhanging geometries are difficult to print and, according to the material used and the printing resolution required, have to be limited to an angle of 30-45 degree from the vertical axis. Various production tests have been conducted to refine print settings with different materials and to define struts geometries and dimensions in relation to print speed and resolution. Octahedron cells have proven to be ideal to guarantee a streamlined production while offering a degree of freedom allowing variable mechanical and visual features.

The building component geometry is thus adequate to the type of manufacturing because it enhance some characteristics that would be impossible to reach with traditional manufacturing techniques (for example injection or compression with high cost moulds even to precise for construction sector)

Final considerations

The three case studies illustrate the potential and possibilities of development of innovative construction systems that can start at an experimental level and then change scale becoming the customized industrial production.

The idea is that experimentations with different materials, techniques and tools can foster innovation in AEC thanks to a strong interrelation between the instances of market and the potential of computational design and advanced manufacturing introduced by the designer from the early phase of design.

The case study of the printed clay brick, for example, illustrates very well the advantages and potentials of Additive Manufacturing techniques, involving material, machinery and software in an interdependent relation. Furthermore, geometry played a key role in the optimization of form and structural

cessi di produzione di massa personalizzati, capaci – dove necessario – ti innovare con creatività il modo in cui costruiamo.

REFERENCES

- Ayres, P. (2012), *Persistent modelling: extending the role of architectural representation*, Routledge, Oxon.
- Cagliano, R., Spina, G. (2000), “Advanced Manufacturing technologies and strategically flexible production”, *Journal of operations Management*, Vol. 18, No. 2, pp. 169-190.
- Hauschild, M., Karzel, R. (2011), *Digital Processes (Detail Practice)*, Birkhäuser GmbH, Basel.
- Naboni, R., Paoletti, I. (2014) *Advanced Customization in Architectural Design and Construction*, Springer, Verlag.
- Pine, J. (1983), *Mass Customization. The new frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Cambridge.
- Schwab, K. (2015), *The Fourth. Industrial. Revolution*, Davos conference.
- Xiangyu, W., Ning, G. (2012), *Computational Design Methods and Technologies*, IGI Global, Hershey.

ACKNOWLEDGEMENTS

Si ringrazia il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano con le strutture di SapeLAB e l'unità di ricerca ACTLAB, Luca DeSantis per il lavoro sviluppato nella tesi di laurea in collaborazione +Lab del Politecnico e WASP partner tecnico della manifattura additiva.

behaviour, mechanical properties and therefore construction requirements of the prototype development. In this case the idea of staying within the standard dimension boundaries in order to fit in an existing and conventional wall structures, has guided to specific size restrictions, but allowed a lot of freedom for design, material and production developments.

This could mean that an innovative component could fit also in a traditional construction process, that is a very important issue for its success.

The case study of lattice shows that nowadays, we are able to engage the materials on their molecular level and 'customize' their properties for the specific functions and roles that they will be taking with a design. Material optimization is able to respond to the sustainability issues through its advanced use and distribution methods.

In these two examples, additive technologies have the potential to go two steps further than traditional methods, and to design specific performative patterns according to a high-variety of purposes. With such a fabrication process it is possible to generate complex shapes without any additional production complication or costs increase.

The case study of straw component became not only a product design but also an assembly construction design, thinking at the possibility to produce it in a strategically flexible production (Cagliari, Spina, 2000).

These experiments goes in the direction of the reduction of the gap between project design and production phase, creating direct design-build construction systems which can be highly customized with the use of personalized tools and techniques, considering the properties of materials that are

used, their optimized organization and the final performances aim in order to innovate the industrial culture to refer to nowadays.

A new Industrial Culture able to refer to traditional techniques while introducing hybrid process of mass customization that will be able – where necessary- to innovate the way we build.

Sergio Pone,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Napoli Federico II, Italia

pone@unina.it

Abstract. Questo contributo racconta l'esperienza della Research Unit dell'Università di Napoli Federico II che lavora da alcuni anni sul tema dell'*active bending* studiando le gridshell post-formate in legno: la creazione di una serie di tool informatici si è rivelata molto importante per il controllo degli aspetti formali e di quelli costruttivi di queste singolari strutture, leggere ed ecologiche, di cui la RU ha sperimentato la costruzione con più di 10 esemplari realizzati in scala reale. Il protocollo raccontato consente di progettare le gridshell a partire dalla loro forma riproponendo il rapporto (relativamente) lineare tra progetto e costruzione con un duplice risultato: liberare la creatività iniziale (consentendo però di controllare quasi immediatamente la costruibilità della struttura) e consentire la riproducibilità dell'esperimento progettuale ed eventualmente la sua implementazione.

Parole chiave: flessione attiva, gridshell in legno, progettazione parametrica, morfogenesi computazionale.

Introduzione

Questo articolo tratta alcuni aspetti tecnologici e progettuali connessi all'ambito tematico delle "Tecnologie leggere" e, in particolare, alla progettazione delle strutture derivanti dall'*Active-Bending* (Flessione attiva) che sono fondate sulla creazione di costruzioni curvilinee realizzate con un sistema strutturale (pre-sollecitato) stabile: «Il vantaggio nell'usare elementi dritti o planari è che nella loro configurazione piana possono essere prodotti e trasportati più semplicemente» (Van Mele et al., 2013). A questo vantaggio corrispondono alcune conseguenze che rendono la progettazione più complessa rispetto alle strutture *unstrained* (sollecitate solo per il peso proprio). Qui il procedimento è simile a quello utilizzato per la progettazione delle strutture a reti di cavi: il mutuo contrasto tra i cavi che si intersecano, la tensione con la quale sono sollecitati e le caratteristiche di resistenza, sono gli elementi che "disegnano" la forma finale. Il progettista non "decide" una forma: la "cerca" e per questo il ruolo delle tecnologie esecutive e del processo costruttivo assume un particolare rilievo.

Digital tools and experimentations for structures realised with the active bending

Abstract. The research presented in this paper deals with the experience gained by a Research Unit from DiARC Naples on the topic of active bending structures, in the specific domain of timber post-formed gridshells. The design of specific digital tools aimed at controlling architectural and construction issues of such structures can be considered as one of the most important achievements to guarantee the buildability of these lightweight and ecological structures. So far, the research group experimented the design and construction of more than 10 among pavilions and full-scale prototypes of timber gridshells. This paper traces the method to design elastic gridshells starting from their form in a strict relationship with construction issues, with the aim at freeing the initial concept stage under the surveillance of buildability and allowing the implementation of the bespoke tools as well as of the construction methods.

Per rendere più agevole la progettazione delle tenso-strutture nasce nel 1965, per opera di J.R.H. Otter e A.S. Day, il metodo noto come "*dynamic relaxation*" (rilassamento dinamico).

Il Rilassamento Dinamico è un metodo numerico iterativo per trovare la soluzione di un sistema di equazioni non lineari (...) Fin dal 1970 il Rilassamento Dinamico è stato usato per molti problemi di calcolo strutturale: analisi non lineari di piastre e gusci ... ricerca di forma e analisi delle membrane e delle reti di cavi, ricerca di forma e analisi di strutture tensegrali, strutture pneumatiche, strutture reciproche (Nabaeia et al., 2013).

Il procedimento del Rilassamento Dinamico, diventato molto più rapido con l'avvento del digitale, si è esteso anche alle strutture derivanti dalla flessione attiva: tra tutte, le gridshell post-formate in legno, tipologia strutturale nata negli anni '70 dal genio congiunto di Frei Otto e di Ted Happold (Fig. 1) che gode di una nuova recente fortuna, soprattutto in realizzazioni medio/piccole perché la formatura in opera di elementi in legno di modeste dimensioni incontra la nuova sensibilità ecologica e il rinnovato interesse verso il coinvolgimento degli utenti nella costruzione dei manufatti.

Le gridshell post-formate nascono applicando uno stato di coazione a una griglia piana – composta da schiere di bacchette ortogonali tra loro, unite con cerniere cilindriche – fino a farle assumere la forma desiderata (Harris et al., 2003). Si tratta dunque di strutture derivate dalla flessione attiva: la loro particolarità è legata alla complessa connessione puntuale degli sforzi di flessione e torsione indotti nelle singole bacchette che producono la deformazione della geometria piana della griglia originaria (Chilton, Tang, 2016). Una deformazione che dipende direttamente dalle

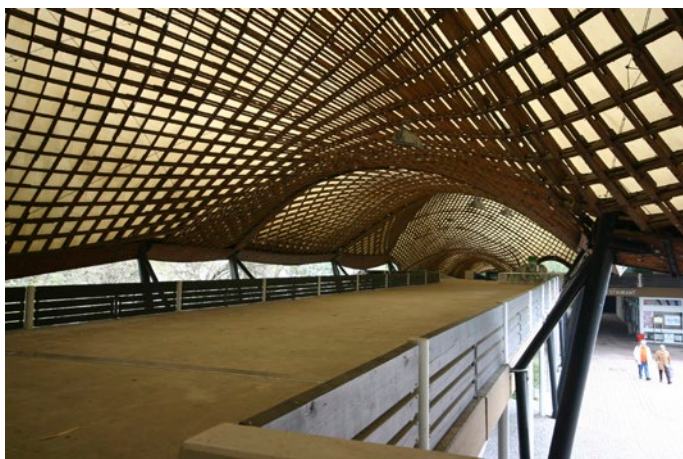
Keywords: active flexion, wooden gridshell, parametric design, computational morphogenesis.

Introduction

The research presented in this paper focuses on the topological and technological characteristics of structures designed by means of active bending process, characterised by curved components out of initially straight ones: «The advantage of using straight or planar elements is that they can be easily produced and transported in a compact, flat-packed configuration» (Van Mele et al., 2013). The design of these structures, if compared to that of unstrained ones whose only initial stress is self-weight, is far more complex. One cannot freely shape the components without taking into account its final configuration and stress, after the deformation. This procedure resembles

the one used to design cable net structures, in which the mutual contrast between interwoven cables, their strain and their resistance are the tools to design the final shape. The architect does not choose a free-form: he looks for the right shape.

In 1965 J.R.H. Otter and A.S. Day simplify the design of the tensile structures through their Dynamic Relaxation method. «Dynamic Relaxation (DR) is a numerical iterative method to find the solution of a system of nonlinear equations (...) Since 1970, DR has been exploited in many engineering problems: nonlinear analysis of plates and shells [9-13], buckling and post buckling analysis [14-16], membrane and cable net form-finding and analysis [17-19], form-finding and analysis of tensegrity structures [20], inflatable structure [21], reciprocal frame structures [22] and medical applications [23] among



logiche e dalle modalità di controllo del processo costruttivo: la forma risultante cambia in ragione dei punti di applicazione, della direzione e finanche degli strumenti utilizzati per esercitare le coazioni necessarie alla formatura. La progettazione parametrica e la morfogenesi computazionale rappresentano degli importanti strumenti per il controllo di questo complesso processo.

Gli strumenti digitali per progettare le gridshell

Da alcuni anni la RU facente capo al DiARC (Dipartimento di Architettura) e al DiSt Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura) dell'Università di Napoli lavora sulle gridshell post-formate in legno¹: obiettivo della ricerca è l'elaborazione di una metodologia progettuale capace di prefigurare correttamente la forma dei manufatti e di offrire utili indicazioni sul processo costruttivo da seguire per la loro realizzazione.

Muovendo da una strumentazione analogica, l'esperienza mette a punto un metodo per la progettazione digitale attraverso l'elaborazione di tre diversi *tool* informatici: i risultati delle simulazioni digitali sono stati sperimentati con la costruzione di prototipi in scala reale che hanno consentito di verificare l'esattezza

others» (Nabaeia et al., 2013).

The Dynamic Relaxation method has recently become a widespread and fast way to deal with complex design issues thanks to the power of digital tools; active bending structures, such as timber post-formed gridshells, belong to the domain of constructions that can be designed and calculated by means of digital dynamic relaxation; these structures, defined in the 70s by Frei Otto and Ted Happold (Fig. 1), are built from a planar grid of orthogonal wooden laths, joined together with cylindrical hinges, stressed until the desired shape is achieved (Harris et al., 2003).

These structures actually come from the active bending process, during which the correlated bending of the single laths, with the torsional phenomena that come from it, brings more complexity to the geometry of the initial grid (Chilton, Tang, 2016). Therefore, not

only it is of great importance the computational design that foresees the mutual relationships between the components of the structure, but also the construction process that is responsible not only for the shaping phase but also for the stability of the structure over time. These structures take advantage of both the behaviour of shells and grids; therefore, they resist applied compression as well as, to a certain extent, they resist bending stress. This issue boosts the research: if gridshell structures combine two different structural typologies, then the best gridshell construction will maximise their double nature.

Timber gridshells recently raised a good fortune, especially in the field of medium and small constructions, thanks to a renewed interest in getting users involved in the construction phase as well as to the ecological aspects embedded in the use of small wooden components.

dei risultati ottenuti.

I primi esperimenti partono dalla realizzazione di un plastico della gridshell composto da bacchette lignee intrecciate. La deformazione della griglia in scala ridotta offre alcune utili indicazioni su direzione e verso delle coazioni da imporre per la futura formatura in opera; ma la fase euristica del progetto non trova nel plastico lo strumento ideale perché il passaggio dall'idea alla sua simulazione è tutt'altro che immediato e la successiva fase di estrazione del modello 3D, necessario per mettere a punto il progetto esecutivo e il calcolo strutturale, implica una notevole mole di lavoro con risultati non sempre precisi. Inoltre appare chiaro come eventuali modifiche del progetto richiedano di ricominciare il processo dall'inizio.

Per questi motivi, già da qualche anno alcuni ricercatori hanno lavorato alla creazione di strumenti digitali per rendere più agevole il progetto e il disegno delle gridshell oppure per consentirne l'ottimizzazione strutturale (Adriaenssens 2013, 2014; D'Amico et al, 2014; De Peloux et al, 2013; Kuijvenhoven and Hoogenboom, 2012; Li and Knippers, 2011; Bouhaya et al., 2009).

In questo ambito, l'UR di Napoli ha creato nel 2013 un suo primo tool che utilizza gli strumenti della progettazione parametrica a matrice geometrico/fisica (Rhinocerostm, Grasshoppertm e Kangaroo). Con *GFFT* (Gridshell Form Finding Tool) (Pone et al., 2013) si ha a disposizione una griglia piana di cui si può determinare il passo, la sagoma e le caratteristiche fisiche delle bacchette²; per far partire la simulazione, che deforma la griglia fino a farle assumere la forma finale, bisogna individuare una serie di linee che rappresentano i vincoli esterni della struttura, alle quali associare alcuni nodi perimetrali della griglia (Fig. 2); la simulazione riproduce il processo costruttivo della gridshell reale "for-

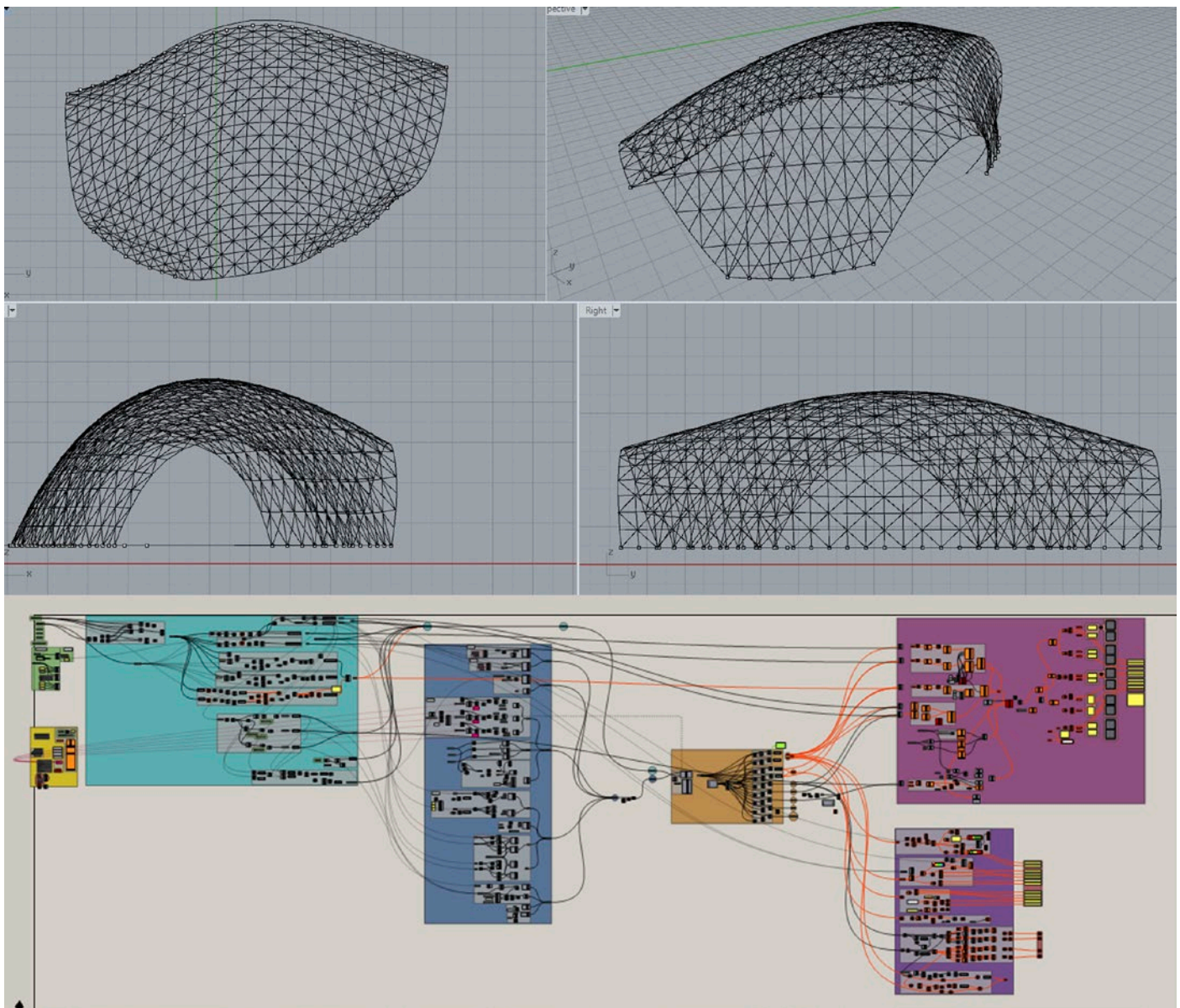
Digital tools to design gridshells

It has been a few years since an interdisciplinary team of researchers of the DiArc (Department of Architecture) and the DiSt (Department of structures for Engineering and Architecture) both at the University of Naples "Federico II" began to study and experiment timber post-formed gridshells¹. The team's goal is the development of a design method that can accurately predict the shape of the structures and to provide useful information on their unique construction process.

This research was initially launched in an analogical environment and then translated into the digital one through the development of three different digital tools. The distinctive trait of this process is that the results of the digital simulations have been tested during the construction and lifespan of full-scale prototypes, hel-

ping the validation of some theoretical statements.

The first explorations began with the construction of a scale model of the gridshell out of basswood laths, interwoven or mutually bound with hinge joints. The deformation phase of the small scale grid offered a few hints about the vectors of imposed displacements, in terms of direction and orientation, but the translation of the scaled model information into a 3D model was not enough accurate nor efficient. The scale model, indeed, is not an ideal tool for the heuristic phase of the project, because the path connecting the concept to its physical simulation is far from a direct line; moreover, the next phase concerning the 3D model, a required tool for the development stage and for the structural analysis, is a demanding but not precise device. Besides, even a tiny alteration of the project



02 | GFFT: la definizione e la struttura della Toledo Gridshell che prende forma
Definition and structure of Toledo Gridshell taking shape..

requires to jump back into the process, almost from the beginning.

For these reasons, it has been a few years since different researchers worked on the construction of digital tools suitable for a simplification of gridshells design or for their structural optimisation and calculation (Adriaenssens 2013, 2014; D'Amico et al, 2014; De Peloux et al, 2013; Kuijvenhoven and Hoogenboom, 2012; Li and Knippers, 2011; Bouhaya et al., 2009).

The research team from DiArc designed its first tool – GFFT, *Gridshell Form Finding Tool* – in 2013 (Pone et al., 2013); it uses parametric design tools and live Physics engine for interactive simulation (Rhinoceros™, Grasshopper™ and Kangaroo).

With GFFT you can determine the nodes span, the geometry of the planar

grid and the physical features of the laths²; given a vector of imposed displacements and the external constraints of the structure, the simulator can relax the planar grid up to its final shape (Fig. 2). The simulation mirrors the construction process of the gridshell, pushing the boundaries until they get the pre-set position, bending the laths and mutually rotating the initially orthogonal lines.

Once the first shape is achieved, it is possible to perform a live interaction to correct it, changing the initial parameters: it is possible to increase or decrease the dimensions of the initial grid, to change the shape and the position of the external constraints or even stress some knots. During the digital design process, the lines, representing the barcentre axes of the laths, are coloured

in real time according to the bending degree.

GFFT has been created thanks to the practical experience of the research team during the construction of four full-scale prototypes and it aims to reproduce a forth and back process between the designer's creativity, the nature of the material, the construction issues following the formal decisions, if the resistance thresholds are not crossed (Fig. 3). An important outcome of this process is that the interaction with the tool itself produces a particular knowledge (similar to a construction experience) and over time the outcomes become closer to reality or, at least, buildable, also because the simulation has got a high level of reliability compared to the real process (Colabella et al. 2015).

The main limitation of this tool is the necessity to input the initial planar grid as first data: that means starting from a physical model or avoiding complex geometries, whose relative planar grid and constraints are very difficult to predict. Ultimately, GFFT is a tool for the executive phase of the design.

Aiming at letting designers' creativity run wilder, a second tool was created at the roots of the previous one, to allow the prediction of a planar grid even from a very complex geometry. Gridmaker³ (Pone et al., 2016) is a Grasshopper™ tool, with some codes written with Python™; unlike GFFT, it only uses geometrical tools and its input is a very complex NURBS surface (Fig. 4).

The first goal of GridMaker is the construction of a grid of equidistant

zando” i nodi perimetrali a raggiungere la posizione prestabilita e innescando le due trasformazioni che consentono alla griglia piana di assumere la forma curvilinea: la flessione delle bacchette e la rotazione tra le schiere, originariamente perpendicolari, che trasforma localmente i quadrati in rombi. A questo punto è possibile interagire con il tool per correggere la forma ottenuta attraverso la manipolazione dei parametri immessi in partenza: aumentare o diminuire l'estensione della griglia originaria, modificare forma e posizione dei vincoli esterni o anche inserire un sistema di sollecitazioni sui nodi interni, che consentano di modificare la forma ottenuta. Durante la fase di “formatura digitale” il tool evidenzia il grado di curvatura, in modo che sia visibile l'eventuale attribuzione di curvatures eccessive o troppo blande. *GFFT* nasce dall'esperienza pratica maturata dal gruppo di ricerca durante la costruzione di alcuni prototipi in scala reale e punta a riprodurre il dialogo che si genera tra la creatività del progettista e la natura del materiale che asseconda le scelte formali, ma solo fino a che queste non superano i suoi limiti di resistenza (Fig. 3). Un significativo vantaggio di questa procedura è che l'operatore, chiamato a interagire con lo strumento, aumenta a ogni esperienza la sua abilità (quasi come se avesse realmente costruito la struttura) e riesce a ottenere risultati sempre più vicini alle proprie aspettative e alla possibile realtà, anche perché il simulatore di processo ha dimostrato un altissimo livello di affidabilità rispetto ai risultati del corrispondente processo reale (Colabella et al., 2015). Il principale limite di questo strumento è la sua necessità di avere come input la sagoma della maglia piana di partenza: questo non consente l'elaborazione di geometrie particolarmente complesse perché è molto difficile prevedere la forma esatta della griglia piana e i vincoli da attribuirle per la formatura

che corrispondano esattamente alla forma pensata. In definitiva *GFFT* è uno strumento per una progettazione già avanzata. Per arricchire la “cassetta degli attrezzi digitali” del progettista di gridshell è stato creato un secondo software che nel processo progettuale si pone a monte del precedente e consente di prefigurare la griglia piana anche a partire da una geometria molto complessa. *GridMaker*³ (Pone et al., 2016) è una “definizione” di Grasshopper™ con parti scritte in Python™ ma, al contrario di *GFFT*, usa solo gli strumenti della geometria e utilizza come input una superficie NURBS anche molto complessa che può essere prodotta a partire dai soli dati architettonici (Fig. 4). Il primo obiettivo di *GridMaker* è quello di costruire una griglia a passo costante appartenente alla superficie data. Questa operazione viene condotta implementando il *Netfish Method* creato da Klaus Linkwitz per la Mannheim Multihalle Gridshell di Otto & Happold e già reso digitale prima da Toussaint (2007), poi con il nome di “Sphere Packing Algorithm” da Basso et al, (2009). Il *Netfish Method* implementato con *GridMaker* consta dell'individuazione di un sistema di 4 semi-assi – ortogonali tra loro e appartenenti al piano X,Y – proiettato sulla superficie in modo da dividerla in 4 quadranti. Si procede poi alla costruzione di una sfera, dal raggio pari al passo che s'intende attribuire alla griglia, con il centro nell'intersezione dei semi-assi in modo da individuare la sua traccia sulla superficie. Quest'ultima curva chiusa interseca i semi assi in 4 punti che diventano i centri di altre 4 sfere; l'iterazione di questa operazione consente di disegnare la griglia su tutta la superficie. Questo metodo presenta due criticità: la prima è che all'approssimarsi ai bordi della superficie la costruzione geometrica non trova più intersezioni valide e quindi la griglia non riesce a raggiungere il perimetro originario; la seconda è che, nel caso in

nodes overlapping the given shape. It takes advantage of the *Netfish Method* by Klaus Linkwitz for Frei Otto & Ted Happold's Mannheim Multihalle Gridshell, digitalised by Toussaint (2007) and by Basso et al (2009), and named “Sphere Packing Algorithm”. The *Netfish Method* developed within *GridMaker* consists of a system of 4 orthogonal semi-axes belonging to the X,Y plane, that, projected on the surface, divides it in 4 quarters. Then, a sphere is constructed; its radius is equal to the step of the grid, its centre is the intersection of the semi-axes. The curve resulting from the intersection between the sphere and the surface intersects the semi-axes in 4 points, which are the centres of other 4 spheres; iterating this operation, a regular grid can be drawn all over the surface. Changing the axes and the position of the origin, the grid will be more or less

regular, with the single cells being more or less similar to a square. This method has got two drawbacks: on one hand, moving closer to the boundaries of the surface, the geometrical construction does not find useful intersections, therefore the grid cannot reach the initial perimeter. On the other hand, if some curves parallel to the semi-axes are shorter than them, the operation stops and it creates unmapped areas. The solution to the first problem is extending the domain of the initial NURBS that will be trimmed using the initial perimeter, once the grid is constructed. The solution to the second problem is rotating the system of the initial Cartesian axes, until the right orientation, without blind spots, is found. This procedure is too complex to use the *trial and error* method and for this reason *GridMaker* uses the tools of the



03 | Toledo Gridshell: Tesi di Laurea di A. Fiore e D. Lancia, tutor S. Pone, co-tutor F. Portioli, S. Colabella, B. Parenti, B. D'Amico.
Toledo gridshell: thesis by A. D. Fiore and Lancia Degree, tutor S. Pone, co-tutor F. Portioli, S. Colabella, B. Parenti, B. D'Amico.

cui alcune curve parallele ai semi-assi risultino più corte di questi, il procedimento si arresta e crea zone non mappate. Alla prima questione si ovvia procedendo a un'estensione del dominio della NURBS originaria che, a griglia costruita, si ri-taglierà usando il perimetro di partenza; alla seconda, facendo ruotare il sistema di assi cartesiani originari finché non si individua una giacitura che non presenti "zone d'ombra".

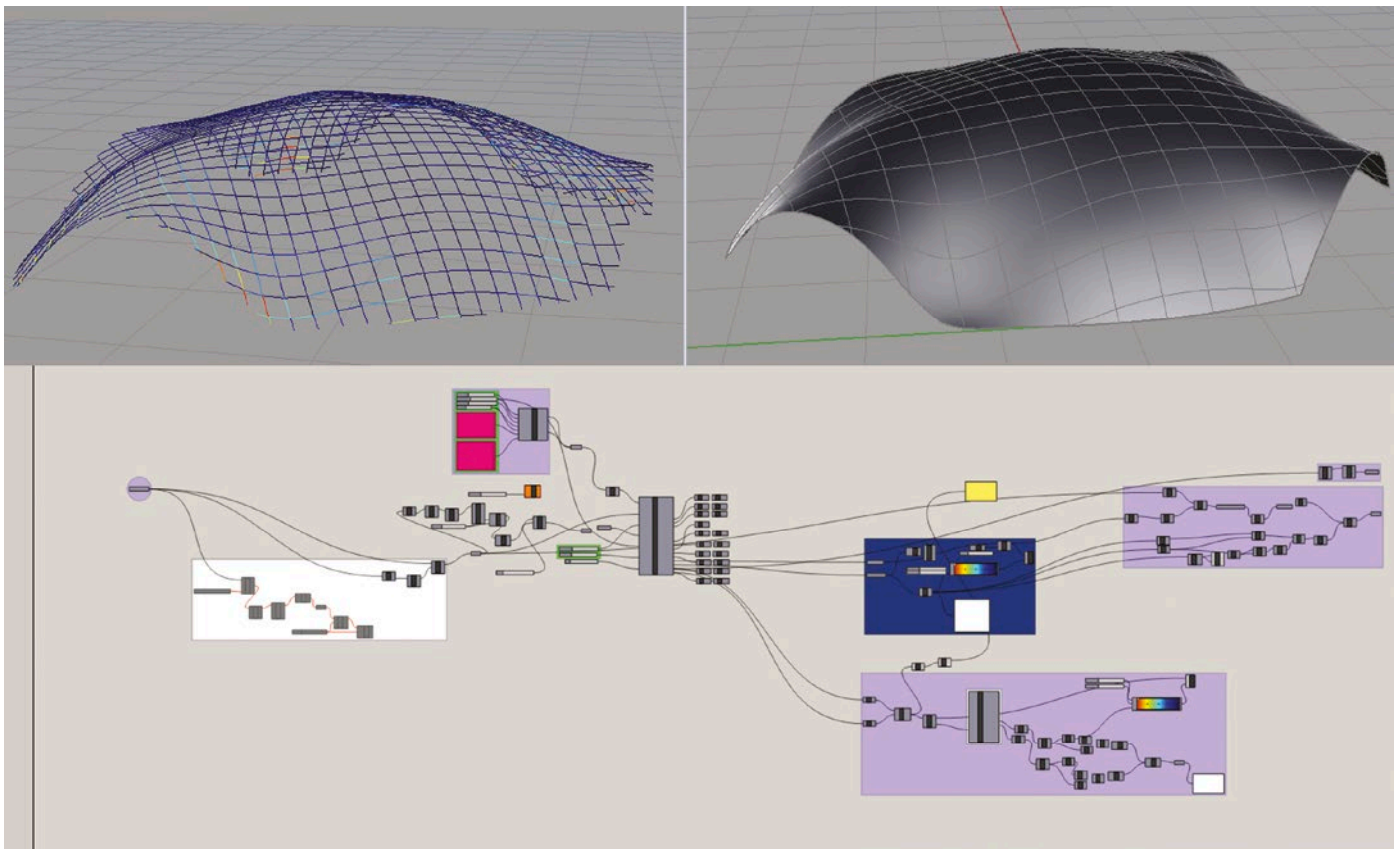
Un procedimento troppo complesso perché si possa usare il metodo *trial and error*: e allora, attraverso *GridMaker*, si fa ricorso agli strumenti della morfogenesi computazionale. Il tool è organizzato con dati (*inputs*), variabili (*genoma*) e funzione obiettivo (*fitness*). I dati sono le informazioni di base che non variano all'interno del procedimento che riguarda una particolare struttura: ad esempio la geometria della NURBS di partenza. L'insieme delle variabili costituisce il genoma del tool, formato in questo caso dalla posizione dell'origine degli assi, dalla direzione di questi, dal modo in cui gli assi si trasformano in curve (B-spline) sul piano X,Y, prima di essere proiettate sulla superficie. La fitness consiste nella minimizzazione della differenza tra l'area totale della superficie e la somma delle aree dei singoli quadrilateri che il *netfish*

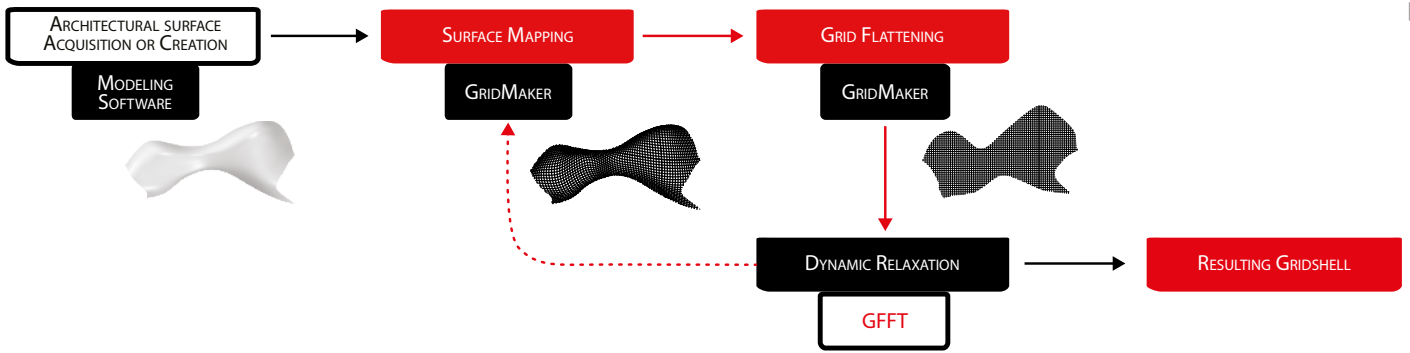
method crea. A questo obiettivo si è ritenuto di aggiungerne un secondo che tenga conto della rotazione relativa tra le due schiere di bacchette all'inizio ortogonali. Con la sperimentazione effettuata su 10 gridshell si è rilevato che la formatura era più semplice e la struttura finita più resistente quando i rombi erano più prossimi al quadrato: il tool seleziona così le soluzioni che presentano anche il minimo del materiale utilizzato. Ottenuta la griglia "adagiata" sulla superficie data, *GridMaker* sviluppa la corrispondente maglia piana e questa, insieme al sistema di vincoli esterni, diventa l'input per *GFFT*, che partendo dalla griglia piana ormai ottimizzata, può generare una forma del tutto sovrapponibile con quella ricercata oppure una in parte diversa (Fig. 5).

Un attendibile test condotto sulla gridshell Toledo 2.0, costruita a Napoli nella corte del Dipartimento di Architettura nel 2014 (Fig. 6), la stessa sulla quale era stata provata la corrispondenza tra *GFFT* e la realtà. Il progetto è stato rifatto usando la nuova filiera e la griglia proposta da *GridMaker* si è rivelata già del tutto sovrapponibile a quella della gridshell costruita.

Per affrontare il secondo caso, il gruppo di ricerca ha messo a punto il terzo tool: *Informer*. Come *GFFT*, *Informer* considera dati ge-

04 |





05 | Diagramma di flusso che descrive il processo di form-finding da GridMaker a GFFT.
Flowchart describing the form-finding process from GridMaker to GFFT

06 | Gridshell Toledo 2, Napoli, di S. Pone, S.Colabella, B. Parenti, D. Lancia, O. Mammana, B. D'Amico, foto di D. Lancia.
Gridshell Toledo 2, Naples, by S. Pone, S. Colabella, B. Parenti, D. Lancia, O. Mammana, B. D'Amico, photo by D. Lancia.

ometrici e dati fisici e integra Grasshoppertm con Karamba, e con un algoritmo scritto in Phytontm. Gli input di *Informer* sono le due gridshell prodotte da *GridMaker* e da *GFFT*, il genoma è costituito da tutte le possibili combinazioni di vettori capaci di far coincidere i nodi delle due strutture, mentre la fitness è la minimizzazione del numero di questi vettori. La funzione obiettivo privilegia i casi in cui il numero dei tiranti, naturalmente più stabili, risulta maggiore di quello dei puntoni, tecnologicamente più complessi.

Conclusion

Gli strumenti della progettazione parametrica e della morfogenesi computazionale si rivelano molto utili nello studio e nella realizzazione di strutture derivanti dall'*active bending*: lo dimostra tra l'altro il notevole interesse della comunità scientifica internazionale (vedi le references) nei confronti della progettazione digitale delle gridshell. La filiera di tools prodotta dalla RU di

computational morphogenesis consisting of inputs, a genoma and a fitness. Basic information is the constant that never varies, such as the geometry of the initial NURBS, the span between nodes and the number of control points that manage the bending of the four semi-axes. The domain of variables (genoma) are the position of the origin of the axes, their orientation, the transformation of the axes in curves (B-splines) on the X,Y plane before they are projected on the surface. The fitness represents the minimisation of the difference between the total area of the surface and the sum of the areas of the parallelograms created by the *netfish method*. A second goal, that manages the relative rotation between the two sets of laths, initially orthogonal, is added to the first one. The construction of the 10 full-scale gridshells provided the design team many information about the

construction of the digital tool, such as, during the shaping phase, the way in which two angles of a rhombus become too acute and the other two too obtuse, determine a strong resistance to deformation along the direction of the bisector of the acute angles and a weak one in the orthogonal direction; the result being a more complex shaping phase followed by a less resistant structure. The tool allows to pick those solutions where the rotation of the sets of laths is at its minimum and the basic cell is more similar to a square, in every area of the gridshell. Therefore, the second fitness tends to minimise the sum of the differences between the right angle and the smallest of the angles of the rhombuses; in this way, the less deformed structures are chosen, thus a positive side-effect of the optimisation process is the minimisation of the material needed for the construction.



Once the grid is "laid" on the initial surface, GridMaker develops the corresponding optimised planar grid, to be used as input in GFFT, together with the external constraints deduced from the concept stage. GFFT can either create a shape equal to the desired one or a partly different one. The first scenario has been tested for the Toledo 2.0 gridshell, built in 2014 in Naples in the courtyard of the Department of Architecture: here the GFFT model and the real one were the same. For the second case, the research team has created a third tool: *Informer*. As well as GFFT, *Informer* takes into account geometrical and physical data and it completes Grasshoppertm with *Karamba*, a parametric structural engineering tool, plus an algorithm written in Phytontm. The inputs of *Informer* are the two gridshells created by GridMaker and GFFT: they are compared

through the association of different positions of the structural joints and then jointed with pushing or pulling vectors, able to bring the knots of the second gridshell within a 10-cm-diameter sphere (an acceptable tolerance), built in the barycentre of the corresponding knot of the gridshell designed through GridMaker. Once again the computational morphogenesis is used: the inputs are the two gridshells, the genoma consists of all the possible combinations of vectors that can bring to a satisfying result, the fitness is the minimisation of the number of these vectors. The fitness includes another important condition developed from the practical experience: in order to move a structural knot of a gridshell from a position to another, it is necessary to apply the load in the direction of the line that goes from the actual position of the point to the desired one.

Napoli (*GridMaker-GFFT-Informer*) può candidarsi a essere l'ossatura portante di questo processo, naturalmente interdisciplinare, offrendo utili indicazioni sulla forma dei manufatti, sul processo di formatura e sulla resistenza strutturale. La verifica sperimentale del processo è oggi quasi conclusa: il programma della RU del DiARC si completerà testando il funzionamento dell'ultimo passaggio costituito dalle "correzioni" che *Informer* apporta ai risultati ottenuti con gli altri due tools.

NOTE

¹ La RU è coordinata da S. Pone ed è formato dalle PhD arch. S. Colabella e B. Parenti e dall'arch. D. Lancia per la Tecnologia e dal prof. ing. F. Portioli e dal PhD ing. O. Mammana per le strutture. Il gruppo è spesso integrato dal PhD arch. B. D'Amico della Napier University di Edimburgo.

² Il tool *GFFT* nasce dalla Ricerca "Gridshell post-formate in legno" coordinata da S. Pone e finanziata con contributo erogato dalla Brancaccio Spa per il periodo 2012-2013.

³ Il tool *GridMaker* deriva dalla Ricerca "Tecnologia delle Gridshell post-formate in legno" coordinata da S. Pone e finanziata nel 2013 con il contributo di Forest Legnami Srl e di G.R. Sistemi Srl che ha prodotto anche i due prototipi di studio costruiti nella corte del DiARC di Napoli.

REFERENCES

Adriaenssens, S., Block, P., Veenendaal, D. and Williams, C. (2014), *Shell structures for architecture: form finding and optimisation*, Routledge, London.

Basso, P., Del Grosso, A., Pugnale, A. and Sassone, M. (2009), "Computational Morphogenesis in Architecture: Cost Optimization of Free-Form Grid Shells", *IASS Journal*, Vol. 50, No. 3.

Bouhaya, L., Baverell, O. and Caron, J.F. (2009), "Mapping two-way continuous elastic grid on an imposed surface", *Proceedings of the Symposium of IASS*, Valencia.

On the construction site – where of course there will be just one gridshell to correct – this line will be traced starting from the only real point, the knot, and the second point, connected to the ground, is given by the tool. This will be the position of the telescopic support (if pushing is needed) or of the rope (if pulling is needed). *Informer* selects the best solution minimising the number of knots, but it would rather choose the cases where there are more tie-rods than brace ties. This happens because tie-rods are steadier and they feature a less complex technology: even ropes can be used to pull, stretched with manual winches.

Conclusion

As proved by the considerable amount of interest shown in these last years by a part of the international scientific community towards the digital

design of the gridshells, the tools of parametric design and computational morphogenesis are particularly useful in the study and the realisation of structures created with the *active bending* process. The sequence of digital tools *GridMaker-GFFT-Informer* can represent the framework (featuring interdisciplinary inputs) of the designing process of post-formed gridshells and can provide useful directions, not only for the shape of the structures, but also for their shaping process and structural strength. As of February 2017, the experimental test of the process is 80 percent complete: the agenda of the research unit foresees the completion of this process, especially testing the proper functioning of the last phase, in which *Informer* corrects the outcomes of the other two tools.

Chilton, J., Tang, G. (2016), *Timber Gridshell. Architecture, Structure and Craft*, Routledge, London.

Colabella, S., Lancia, D., Memmolo, R., Repola, L. and Pone, S. (2015), "A monitoring system for wooden post-formed gridshells", *Future Visions, Proceedings of the Symposium of IASS*, August 17-20, 2015, Amsterdam.

D'Amico, B., Kermani, A., Zhang, H., Pugnale, A., Colabella, S., Pone, S. (2015), "Timber Gridshells: Numerical Simulation, Design and Construction of a Full-Scale Structure", *Structures*, London, June 2015.

Harris, R., Romer, J., Kelly, O. and Johnson, S. (2003), "Design and construction of the Downland Gridshell", *Building Research & Information*, Vol. 31, N. 6.

Kuijvenhoven, M., Hoogenboom, P. (2012), "Particle-spring method for form finding gridshell structures consisting of flexible members", *IASS Journal*, Vol. 53.

Nabaeia, S.S., Baverell, O. and Weinanda, Y. (2013), "Mechanical Form-Finding of the Timber Fabric Structures with Dynamic Relaxation Method Seyed", *International journal of Space Structures*, Vol. 28, N. 3-4.

Pone, S. (2012), *Gridshell. I gusci a graticcio in legno tra innovazione e sperimentazione*, Alinea, Firenze.

Pone, S., Colabella, S., D'Amico, B., Fiore, A., Lancia, D. and Parenti, B. (2013), "Timber post formed grid shell: digital form finding / drawing and building tool", *Beyond the Limits of Man, Proceeding of the Symposium of IASS*, September 23-27, 2013, Wroclaw.

Pone, S., Mirra, G., Pignatelli, E., Colabella, S. and Lancia, D. (2016), "Specialised algorithms for different project stages in a post-formed timber gridshell design" *Proceedings of International Conference Structures and Architecture*, June 12-15, 2016, Guimares.

Toussaint, M.H. (2007), *A Design Tool for Timber Gridshells*, PhD Thesis, University of Technology, Delft.

Van Mele, T., De Laet, L., Veenendaal, D., Mollaert, M. and Block, P. (2013), "Shaping Tension Structures with Actively Bent Linear Elements", *International journal of Space Structures*, Vol. 28, N. 3-4.

NOTES

¹ The Research Unit on the "Technology of timber post-formed gridshells" is coordinated by Sergio Pone and it is formed by PhD arch. Sofia Colabella and Bianca Parenti, arch. Daniele Lancia for Technology, prof. eng. Francesco Portioli and PhD eng. Oreste Mammana for structures. The team often collaborated with PhD arch. Bernardino D'Amico of Napier University of Edimburgh.

² The *GFFT* tool was created within the Research named "Timber post-formed gridshells", coordinated by Sergio Pone and financed by Brancaccio Costruzioni Spa in 2012-2013.

³ The *GridMaker* tool was developed within the research "Technology of timber post-formed gridshells", financed in 2013 by Forest Legnami Srl and G.R. Sistemi Holzindustrie Srl, that also produced the two prototypes built in the courtyard of the DiARC of Naples.

Sergio Russo Ermolli, Pasquale De Toro,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

russermo@unina.it

pasquale.detoro@unina.it

Abstract. La finalità del contributo è quella di individuare le potenzialità di integrazione, all'interno dell'approccio BIM, dei metodi di valutazione multicriterio per rendere più efficace il processo di aggiudicazione delle gare d'appalto, definendo un metodo alternativo ai procedimenti più tradizionali. Per raggiungere questo obiettivo sono stati analizzati quattro appalti pubblici per la realizzazione di strutture scolastiche delle Città Metropolitane di Napoli. Successivamente è stata riproposta la procedura di uno dei quattro appalti precedentemente analizzati, attraverso la sinergia del Building Information Modeling e del metodo PROMETHEE. Lo studio ha permesso di individuare interessanti risultati in rapporto agli obiettivi di velocizzazione della fase di valutazione e di redazione della graduatoria finale, nonché di trasparenza di tale fase.

Parole chiave: digitalizzazione, BIM, appalti pubblici, analisi multicriterio.

1. Sulla spinta della legislazione comunitaria, come già avvenuto sui temi del rendimento energetico, il nostro Paese ha finalmente avviato il processo di digitalizzazione del settore delle costruzioni, introducendo nel Nuovo Codice Appalti la metodologia BIM all'interno delle fasi progettuali e realizzative di lavori pubblici. Le esperienze sviluppate in diversi paesi europei stanno dimostrando come tale innovazione rappresenti oramai un processo irreversibile, che non può prevedere ripensamenti, ma che allo stesso tempo richiama, per determinare un effettivo cambio di paradigma, una introduzione di tipo graduale¹. Il contesto nel quale troverà diffusione nei prossimi anni l'approccio digitale è notoriamente caratterizzato da numerose criticità: conflittualità, disconomie, ritardi, incoerenze contraddistinguono infatti ampia parte delle attività di progettazione e costruzione, specialmente in ambito pubblico, ma che, in assenza di dinamiche innovative rilevanti, hanno comunque consentito per lunghi periodi di conseguire elevati margini di profitto. La pressione a conferire a tale

Process innovations
for the digitalization of
public procurement:
synergies between BIM
and multi-criteria analysis

Abstract. The aim of this paper is to identify the potential for integration, within BIM approach, the multi-criteria evaluation methods to improve the effectiveness of the award process of tendering, by defining an alternative method to more traditional procedures. To reach this aim four public procurement have been analyzed for the construction of educational facilities in the Metropolitan City of Naples. It was later represented the procedure of one of the four contracts previously analyzed, through the synergy of building information modeling and PROMETHEE method. The study has identified interesting results in relation to the objectives of speeding up the phase of evaluation and preparation of the final ranking, as well as of the transparency of this phase.

Keywords: digitalization, BIM, public procurement, multi-criteria analysis.

sette un carattere realmente industriale, alla stregua dei settori manifatturieri avanzati, non è recente. Politiche tecniche sviluppate tra gli anni Sessanta e Novanta, orientate a qualificare la filiera delle forniture, i livelli di progettazione e le competenze degli operatori, recepiscono in molti casi gli esiti dell'ampio dibattito sull'industrializzazione edilizia e delle significative esperienze (eroiche per certi versi, fallimentari per altri) condotte in quegli anni alla luce delle grandi sfide quantitative e qualitative poste dal mercato delle costruzioni. Ieri come oggi l'idea di trasformare il settore edilizio sul modello industriale, nel tentativo di conferirgli uno statuto tecnologico di tipo avanzato, si è inteso partire attribuendo centralità alla domanda pubblica. Il tema che appare predominante nella riflessione sullo stato presente del settore delle costruzioni è infatti quello del mutato statuto delle stazioni appaltanti nell'epoca della digitalizzazione, nel momento in cui, in uno scenario polverizzato di attori e responsabilità, solo una pur lenta ma graduale evoluzione di una forte committenza pubblica e della sua funzione sembra poter determinare il cambiamento necessario. Bandi per procedure competitive di lavori e servizi nei quali metodologie digitali vengono espressamente citate, cominciano infatti a diffondersi in diversi paesi europei². Rispetto a tali bandi le Pubbliche Amministrazioni tendono a individuare la formula più adeguata, in rapporto alle risorse e competenze interne, per influenzare in maniera significativa gli esiti progettuali finalizzati alla costruzione e all'esercizio, attraverso:

- lo sviluppo di processi nei quali l'originatore (in questo caso le PA) ne abbia sin dall'inizio il pieno controllo e si ponga alla guida della catena di fornitura;
- la richiesta di progettazioni di tipo collaborativo e sistemico, basate sulla modellazione informativa (BIM), sul paradigma

1. In the wake of EU legislation, as was done on the energy efficiency issue, our Country has finally started the digitization process of the construction industry, introducing BIM methodology in the New Procurement Code. The experiences developed in several European countries are showing how this innovation now represents an irreversible process, which cannot be predicted second thoughts, but at the same time requires, to determine an actual paradigm shift, a kind of gradual introduction¹. The context in which will spread over the next few years the digital approach is notoriously characterized by numerous problems: conflicts, inefficiencies, delays, inconsistencies of a large part of design and construction activities, especially in the public sector, that, in absence of relevant innovative dynamic, did however allow for long periods

to achieve higher profit margins. The pressure to give a real industrial character to the sector, like the advanced manufacturing sectors, is not recent. Technical policies developed between the Sixties and Nineties aimed to qualify the supply chain, design levels and operators skills, accepted in many cases the outcomes of the broad debate on industrialization and of significant experiences (heroic in some cases, disastrous for others) developed in those years in the light of the quantity and quality challenges posed by the construction market. Yesterday and today the idea of transforming the building industry on an industrial model, in an attempt to give it an advanced technological status, it is based on the idea of giving centrality to public demand. The main topic of the construction sector is in fact the changed status of contracting authorities in the era of digi-

- della simulazione prestazionale, sulla operazionalità del manufatto, sulla computazionalità digitale dei dati;
- la promozione di progettazioni ed esecuzioni congiunte, prevedendo allo stesso tempo l'affidamento dei servizi di gestione nell'ottica del Life Cycle del manufatto;
- la possibilità di selezionare il progettista non solo sulla qualità del progetto architettonico, ma soprattutto sulla base di come gestirà il rapporto tra i processi che generano il prodotto e il contenitore che ne viene di conseguenza generato;
- il coinvolgimento di costruttori e gestori fin dalle prime fasi progettuali, allo scopo di ridurre l'approccio antagonistico tra gli attori ed evitare la definizione di progetti esecutivi e gestionali inadeguati in rapporto alla costruibilità e operatività del manufatto;
- l'aggiudicazione di appalti e concessioni in maniera trasparente, oggettiva e vincolante, tramite metodologie capaci di valutare le diverse alternative dal punto di vista tecnico ed economico sulla scorta della computazionalità.

2. Gli affidamenti pubblici rappresentano senza dubbio una importante leva di politica economica e industriale, capace di influire in maniera determinante sulla competitività delle imprese e sulla capacità di innovazione di un paese. Alla luce dello scenario digitale che sta investendo l'intero settore delle costruzioni, il ruolo della committenza pubblica richiede però l'onere di delineare una visione strategica capace di ridurre le condizioni di aleatorietà tipiche del processo edilizio, individuando una *road map* che in tempi medio-lunghi possa permettere di incrementare la produttività e l'efficacia del settore. Una committenza realmente

tization, when, in a wide scenario of actors and responsibilities, only a slow but gradual evolution of a strong public client and its function seems to be able to produce the necessary change. Calls for competitive tenders for works and services in which digital methods are specifically mentioned, in fact, begin to spread in several European countries². Public Administrations tend to find the most appropriate formula, in relation to internal resources and skills, to significantly influence design outcomes for the construction and operation phases, through:

- the development of processes in which the originator (in this case the PA) has full control from the start and is at the head of the supply chain;
- the demand for collaborative and systemic design based on information modeling (BIM), on the paradigm of performance simulation, on build-

ing operationality, on digital data;

- the integration of design and construction phases, providing at the same time the management services in view of the building Life Cycle;
- the possibility to select the designer not only on the quality of architectural design, but especially on the basis of how will manage the relationship between the processes that generate the product;
- the involvement of builders and managers from the earliest design stages, in order to reduce the adversarial approach between the actors and to avoid the definition of executive and managerial projects inadequate to constructability and operability of the building;
- the award of contracts and concessions in a transparent, objective and binding way, using methods able of evaluating the different alternatives

digitale esige infatti nuovi modelli organizzativi, *vision* manageriale profondamente diversa dal passato, l'impiego di metodologie capaci di fornire previsioni progettuali e costruttive accurate e coerenti con le tempistiche attuative e le risorse disponibili. Nel nostro Paese la sfida posta dalla transizione digitale alla committenza pubblica, e a tutti gli attori del mercato, è particolarmente ardua. In un contesto in cui la cultura organizzativa e gestionale è già in partenza notevolmente limitata, il ritardo con il quale stiamo recependo le innovazioni digitali sembra contribuire a rendere ancora più difficile recuperare il divario maturato nei confronti di altri paesi europei. Elementi di innovazione cominciano a delinearsi ma, come messo in evidenza da qualificati osservatori³, il fenomeno di "BIM-washing" rischia di apparire come l'esito, pur se involontario, più probabile, in quanto la capacità delle PA di emulare esperienze altrui senza capitalizzarne gli esiti è particolarmente elevata.

Il recente dibattito sulla digitalizzazione delle procedure previsto dal nuovo Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/2016) sta tuttavia ponendo al centro della discussione il potenziamento della digitalizzazione e dei livelli di trasparenza delle procedure competitive anche nel nostro Paese. Seguendo la tradizione di studi relativi al problematico rapporto tra la fase progettuale e quella realizzativa, presso il DiARC, Università degli Studi di Napoli "Federico II", sono in corso studi e ricerche interdisciplinari su diversi aspetti della digitalizzazione del settore delle costruzioni e, in particolare, sulla individuazione di metodi innovativi di aggiudicazione di appalti e concessioni. Un recente lavoro⁴ ha avuto la finalità di individuare le potenzialità di integrazione, all'interno dell'approccio Building Information Modeling, dei metodi di valutazione multicriterio per rendere più efficace il processo delle

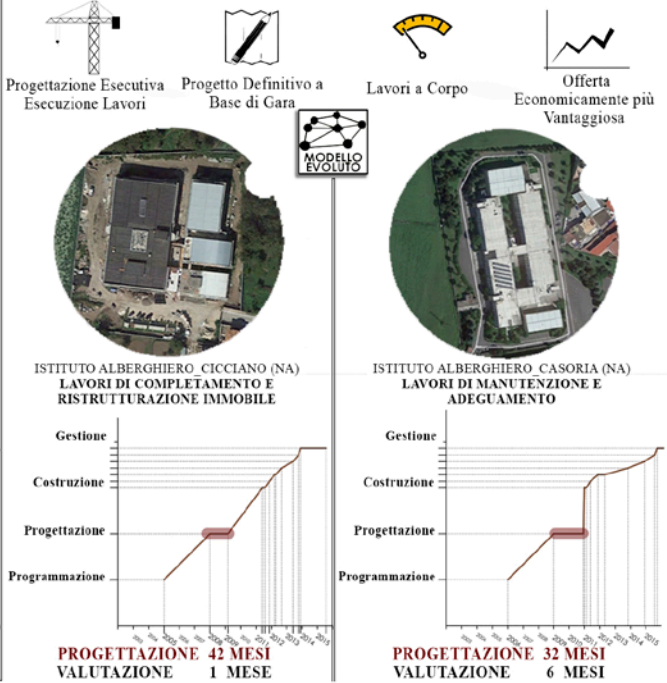
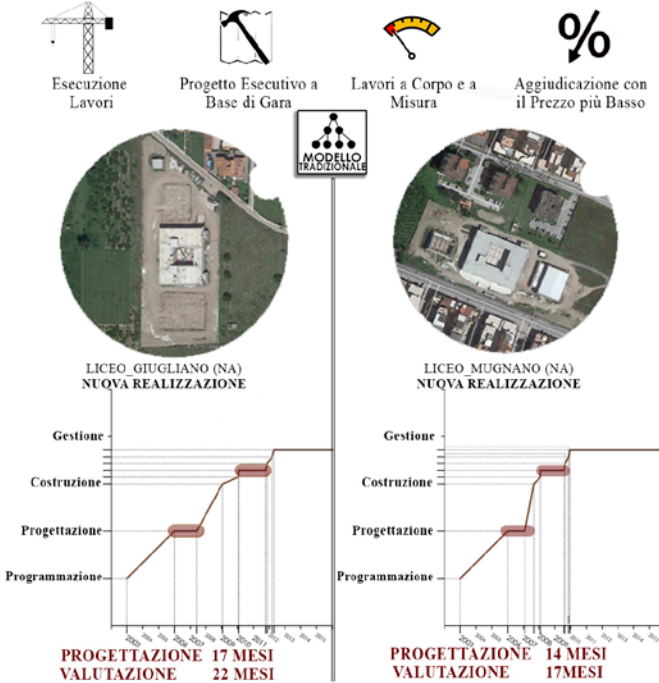
from a technical and economic point of view on the basis of computationally.

2. Public concessions are undoubtedly a source of economic and industrial policy lever, able to have a substantial effect on the competitiveness of businesses and on a country's capacity for innovation. In the light of the digital scenario that is sweeping the entire construction sector, the role of the public client, however, requires the burden to outline a strategic vision able of reducing the conditions of typical uncertainty of the construction process, identifying a road map that in medium-long term can increase the productivity and effectiveness of the sector. A truly digital client requires in fact new organizational models, a managerial vision very different from the past, the use of methodologies that can provide design

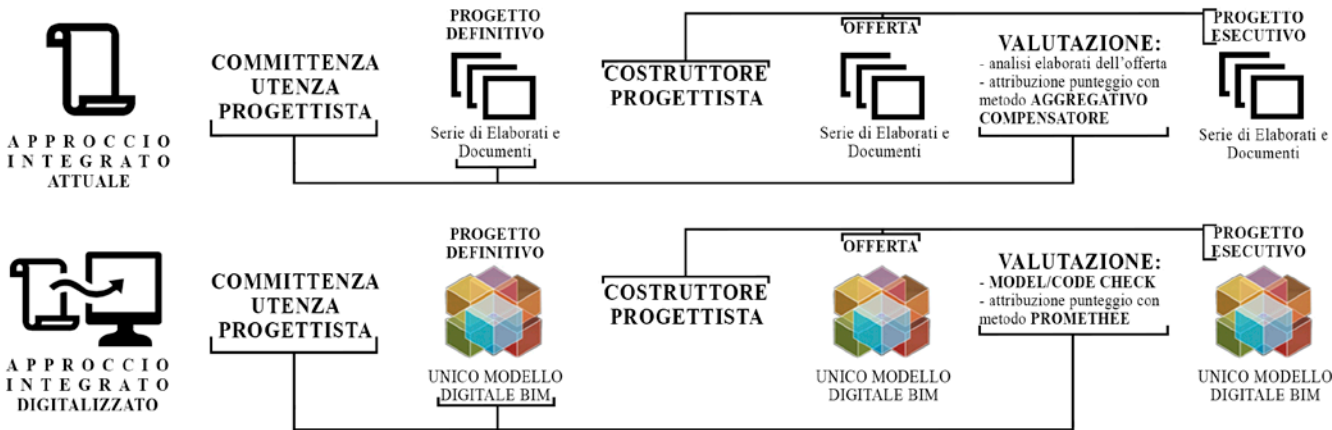
and construction provisions accurate and coherent with the timelines and the available resources. In our Country the challenge posed by the digital transition to public clients and to all actors in building market, is particularly difficult. In a context in which organizational and management culture is already limited from the outset, the delay with which are incorporating the digital innovations seems to make even more difficult to recover the gap with the other European countries. Innovative elements are beginning to emerge but, as pointed out by qualified observers³, the BIM-washing phenomenon is likely to appear as the outcome, even if unintentionally, more likely, because the ability of the PA to emulate the experiences of others, without capitalizing the outcomes, is particularly high. The recent debate on the digitization of the procedures foreseen in the new

MODELLO TRADIZIONALE - APPROCCIO TRADIZIONALE

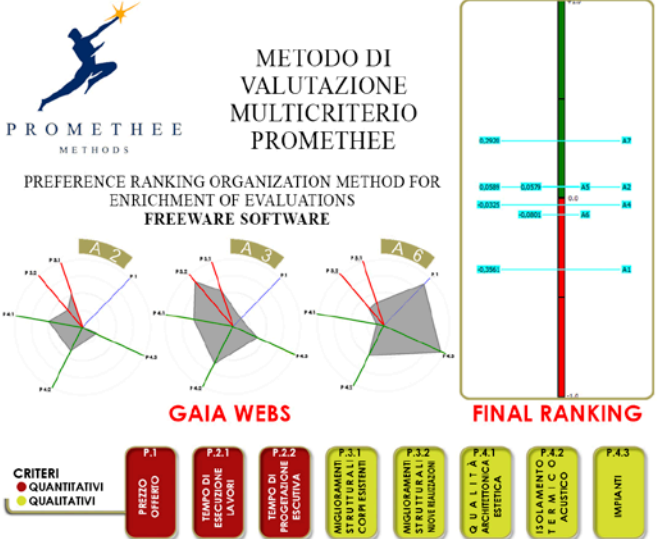
MODELLO EVOLUTO - APPROCCIO INTEGRATO



STRUMENTI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI - IL BIM NELL' APPROCCIO INTEGRATO



ALTERNATIVE PER LA VALUTAZIONE E SCELTA DELLE OFFERTE - PROMETHEE



Commissario 1	P.1	P.2.1	P.2.2	P.3.1	P.3.2	P.4.1	P.4.2	P.4.3
Unit	€	giorni	giorni	9-point	9-point	9-point	9-point	9-point
Cluster/Group	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Preferences								
Min/Max	min	min	min	max	max	max	max	max
Weight	22,00	5,00	3,00	25,00	25,00	5,00	5,00	10,00
Preference Fm.	Linear	Linear	Linear	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	50.000,00€	20	3	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	250.000,00€	60	10	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics								
Minimum	4.387.063,36€	480	70	6,00	7,00	5,00	5,00	6,00
Maximum	5.537.837,90€	480	70	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Average	4.783.680,01€	480	70	6,86	7,29	6,29	6,71	7,14
Standard Dev.	384.296,98€	0	0	0,99	0,70	1,28	1,28	1,12
Evaluations								
A1	5.537.837,90€	480	70	G	G	A-G	A	A-G
A2	5.124.476,76€	480	70	G	VG	A-G	G	G
A3	4.387.063,36€	480	70	A-G	G	A	G-VG	VG
A4	4.499.045,61€	480	70	A-G	G	A	A-G	VG
A5	4.777.253,39€	480	70	G	G	G	A-G	G-VG
A6	4.697.499,01€	480	70	A-G	G	VG	VG	A-G
A7	4.462.584,01€	480	70	VG	G	A-G	A-G	A-G

AI/Commissario 1/Commissario 2/Commissario 3/
Actions: 7 (7 active) Criteria: 8 (8 active) Scenarios: 3 (3 active) Locale: Belgium [€/] Saved

01 | Scheda sintetica dei principali contenuti qualificanti la ricerca (autore: Angelo Piccolo)
Summary filesheet of the main qualifying contents of the research (author: Angelo Piccolo)

gare d'appalto, definendo un metodo alternativo ai procedimenti tradizionali. Per raggiungere questo obiettivo sono stati analizzati quattro appalti pubblici per la realizzazione di strutture scolastiche nell'area metropolitana di Napoli, con particolare attenzione alle regie di processo utilizzate, ai metodi di aggiudicazione dell'appalto e ai tempi di programmazione, progettazione e costruzione (Fig. 1).

3. L'analisi dello scenario all'interno del quale si colloca lo studio ha messo in evidenza i consolidati aspetti di opacità, farraginosità e indeterminazione che contraddistinguono le diverse fasi del processo edilizio nel nostro Paese. Tra queste, particolarmente significative in rapporto agli obiettivi del lavoro, sono risultate:

- la mancanza di una strutturata attività di aggiornamento delle figure professionali per il governo dell'intero processo;
- l'inadeguatezza degli attuali modelli organizzativi del processo, in quanto non è più in linea con i nuovi strumenti e le nuove metodologie di organizzazione e gestione finalizzate ad incrementare la sinergia tra committente e *main contractor*;
- lo scarso utilizzo di strumenti informatici per la raccolta e gestione dell'enorme quantità di dati: che viene generata durante le diverse fasi;
- la difficoltà di integrazione e scambio di informazioni tra i vari operatori del processo;
- la non idoneità dei metodi di valutazione delle offerte presentate per la partecipazione alla gara, i quali in molti casi non rispondono appieno ai principi di trasparenza e oggettività richiesti;

Procurement Code (Legislative Decree 50/2016), however, is placing at the center of the discussion the digitization enhancement and the transparency of competitive procedures in our Country. Following the tradition of studies of the problematic relationship between design and construction phase, at the DiARC University of Naples "Federico II" are ongoing studies and interdisciplinary researches on different aspects of the construction industry digitization and, specifically, the identification of award innovative methods of procurement and concessions. A recent work⁴ has been aimed at identifying the potential for integration, into building information modeling approach, the multi-criteria evaluation methods to make more effective the process of tendering, by defining an alternative method to more traditional procedures. To reach this aim four public procure-

ment for the realization of educational facilities in the Naples area, have been analyzed (Fig. 1).

3. The analysis of the scenario put in evidence the known aspects of opaqueness, slowness and uncertainty that characterize the different phases of the construction process in our Country. Among these, particularly significant in relation to the objectives of the work, were:

- the lack of a structured upgrade activities of the professionals;
- the inadequacy of current organizational models of the process, as it is no longer in line with the new tools and new methods of organization and management that aim to improve the synergy between client and main contractor;
- the inadequate use of IT tools for the

- il diffuso utilizzo di criteri di aggiudicazione basati sulla forma del prezzo più basso (che tiene conto prioritariamente dell'aspetto economico, trascurando quello relativo alle scelte progettuali), anziché sull'offerta economicamente più vantaggiosa (OEPV)⁵. Tali criticità sono emerse in maniera evidente in tutti e quattro gli appalti pubblici per la realizzazione di strutture scolastiche commissionate dall'Area di Edilizia Scolastica della Città Metropolitana di Napoli⁶.

Per poter individuare la tipologia delle proposte che potessero permettere di ridurre le inefficienze dei processi, è stato necessario evidenziare le specifiche criticità dei singoli appalti attraverso l'individuazione di aspetti, quali la regia di progetto adottata, la tipologia di appalto, il metodo di valutazione delle offerte e criterio di aggiudicazione utilizzato, i tempi impiegati per la programmazione, progettazione e costruzione. La raccolta dei dati è stata condotta utilizzando come riferimento il Regolamento degli Appalti tuttora vigente (DPR 207/2010)⁷, selezionando i diversi articoli in rapporto alla specifica fase. La lettura dei dati ha permesso l'individuazione delle differenti criticità che hanno caratterizzato ciascun appalto e la redazione di tabelle per ognuna delle fasi del processo. Dai risultati ottenuti si sono ricavati, per i quattro appalti, i grafici cartesiani, aventi sull'asse delle ascisse la variabile temporale e sull'asse delle ordinate le quattro fasi del processo. La lettura dei grafici ha permesso di comprendere la durata totale dell'appalto, dalla programmazione al collaudo, e l'arco temporale di ciascuna fase, in modo tale da facilitare il confronto tra le tipologie di appalto, ma soprattutto per identificare i passaggi processuali che necessitano di supporto⁸.

La fase successiva del lavoro ha previsto la riproposizione della procedura di uno dei quattro appalti precedentemente analizzati

collection and management of the enormous amounts of data generated during the different stages;

- the difficulty of integration and exchange of information between the various actors of the process;
- the unsuitability of the methods of evaluation of tenders submitted for participation in the tender, which in many cases are not fully comply with the principles of transparency and objectivity required;
- the widespread use of award criteria based on lower price (which takes into account primarily the economic aspect, neglecting those relating to design quality), rather than the most economically advantageous tender (MEAT)⁵. These critical issues have emerged in a clear manner in all four public procurement for the construction of educational facilities commissioned from the School

Construction Area of the Metropolitan City of Naples⁶.

In order to identify the type of proposals that could help to reduce the inefficiencies of processes, it was necessary to highlight the specific criticalities of individual procurement by identifying aspects, such as the adopted rules, the type of contract, the method of valuation tenders and award criteria used, the time taken for the organization, design and construction. Data collection was made using as a reference the Rules of contracts still in force (207/2010 DPR)⁷, selecting individual items in relation to the specific phase. The reading of data has allowed the identification of different problems that have characterized each contract and drafting tables for each of the process steps. From the results it has obtained, for the four contracts, Cartesian graphs, with the four stages of the process on the horizontal

(quella relativa all'Istituto Alberghiero del Comune di Cicciano), mediante l'impiego integrato di Building Information Modeling e analisi multicriterio. Il metodo proposto, particolarmente originale rispetto alle attuali metodologie di aggiudicazione, è consistito nella realizzazione di una modellazione e parametrizzazione BIM del progetto definitivo posto a base di gara⁹, che richiede di essere completato da ogni impresa concorrente secondo i requisiti del disciplinare di gara (*rule set*). Rispetto alla procedura tradizionale, nella quale vengono posti a base di gara elaborati grafici e documentazioni cartacee, la proposizione di un unico modello informativo digitale (Fig. 2), basato sulla computazionalità dei dati inseriti, può permettere alla committenza di poter valutare qualitativamente e quantitativamente le diverse offerte in maniera "algoritmica". Il Model Checking tra il modello realizzato dal committente e quelli basati sulle offerte delle imprese ha permesso di verificare la conformità delle proposte rispetto alle esigenze della committenza (Fig. 3), nonché di evidenziare in modo automatico tutte le modifiche apportate facilitando la redazione della graduatoria finale.

4. La parte conclusiva dello studio ha riguardato la proposta di un approccio alla valutazione delle offerte attraverso l'impiego di metodi di valutazione multicriterio, inquadrandola all'interno del contesto legislativo vigente. In Italia negli ultimi anni sono state emanate nuove norme per l'affidamento dei lavori pubblici, a partire dall'istituzione dell'Autorità Nazionale Anticorruzione (ANAC). In particolare, l'approvazione del D.Lgs. 50/2016 ha apportato sostanziali modifiche alla normativa precedentemente in vigore. In ogni caso, continua ad essere utilizzabile il criterio del-

axis the time variable on the ordinate axis. The reading of the graphics has allowed to understand the total duration of the contract, from programming to testing, and the time span of each phase, so as to facilitate comparison between the types of contract, but especially to identify the procedural steps that require support⁸.

The next stage of work involved the re-statement of the procedure of one of the four contracts previously analyzed (that relating to the City of Cicciano), through the use of integrated Building Information Modeling and Multi-criteria Analysis. The method proposed, particularly innovative compared to current award methodology, has included the BIM construction and parameterization of the project used for the competition⁹, which needs to be completed by each competitor according to the requirements of the Ten-

der Regulations (*rule set*). Compared to the traditional procedure, in which are placed in the tender drawings and paper documents, the proposition of a single digital information model (Fig. 2) may allow the client to qualitatively and quantitatively evaluate the different offers in "algorithmic" order. The checking between the model created by the developer and those based on the offerings companies allowed to verify the compliance of proposals with respect to the needs of the client (Fig. 3), as well as to automatically highlight all changes facilitating the drafting of the final ranking.

4. The concluding part of the study examined the proposal of an evaluation approach to tenders through the use of multi-criteria evaluation methods, contextualizing it within the current

l'"offerta economicamente più vantaggiosa" (OEPV) nelle procedure di aggiudicazione degli appalti, così come già prevista dal D.Lgs. 163/2006 (Codice dei contratti pubblici) e specificata dal DPR 107/2010 (Regolamento di esecuzione e attuazione del Codice). Tuttavia l'ANAC, con Delibera 105/2016, ha approvato delle specifiche Linee Guida sulla OEPV, specificando che si tratta di indicazioni di natura prevalentemente tecnico-matematica, finalizzate a fornire indicazioni operative per il calcolo del punteggio dell'offerta, soprattutto per quanto concerne la scelta del criterio di attribuzione dei punteggi per i diversi elementi qualitativi e quantitativi che compongono l'offerta stessa e la successiva aggregazione dei punteggi. Ebbene, per quanto concerne il criterio economico si precisa che il punteggio può essere calcolato tramite una "interpolazione lineare" (dove il punteggio "zero" rappresenta il caso di nessuno ribasso ed il valore "uno" di maggiore sconto) oppure con il "metodo cosiddetto bilineare", secondo il quale il punteggio cresce linearmente fino ad un valore soglia. Relativamente, invece, agli elementi qualitativi si evidenzia che nella prassi applicativa si ricorre a due gruppi di sistemi alternativi:

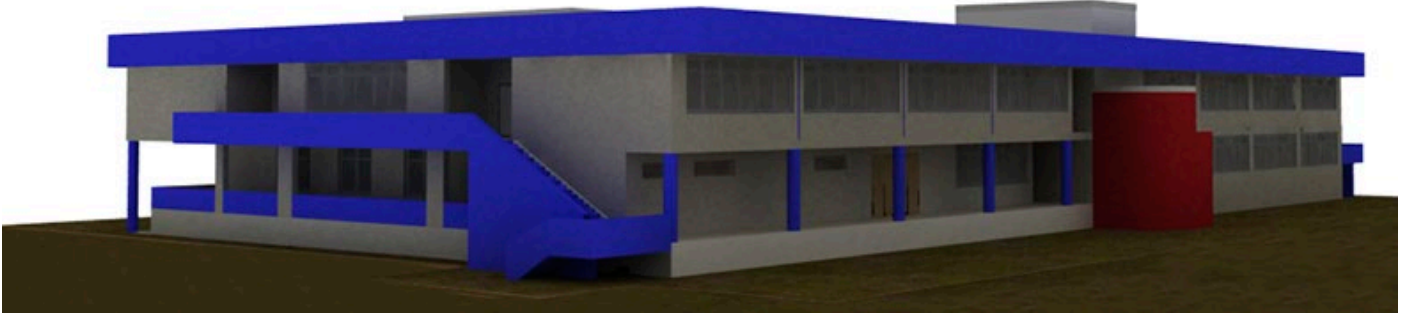
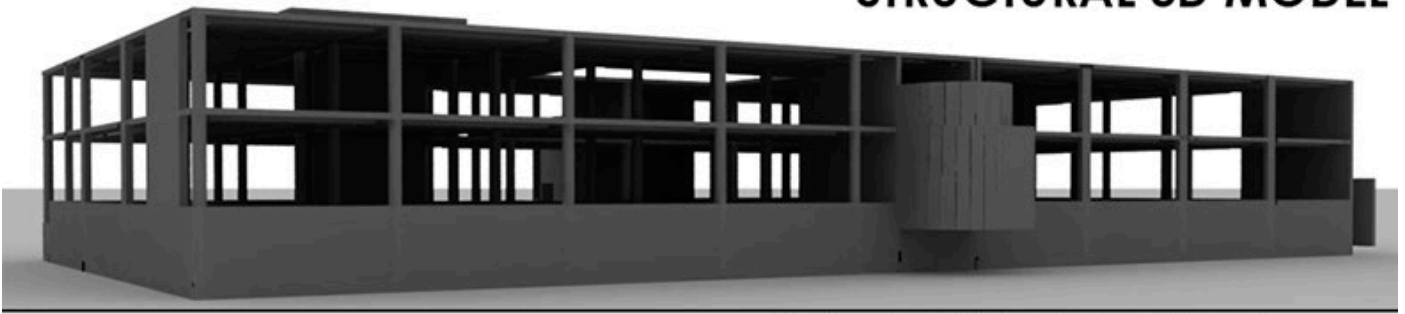
- l'attribuzione discrezionale di un coefficiente (da moltiplicare poi per il punteggio massimo attribuibile in relazione al criterio), variabile tra zero e uno, da parte di ciascun commissario di gara;
- il confronto a coppie tra le offerte presentate, da parte di ciascun commissario di gara.

In entrambi i casi i giudizi di ciascun commissario vengono aggregati con quelli degli altri commissari allo scopo di ottenere un coefficiente complessivo. Per la formazione della graduatoria si ribadisce la necessità di giungere ad un unico parametro nume-

legal framework. In Italy, in recent years, new rules for the public works commitment were issued, since the establishment of the National Anti-Corruption Authority (in Italian "ANAC"). In particular, the approval of the Legislative Decree 50/2016 has produced substantial changes to the previous legislation. In any case, the "most economically advantageous tender" (MEAT) criterion continues to be used in the contract procedures, as already provided by the Legislative Decree 163/2006 (Code of public contracts) and specified by the Presidential Decree no. 107/2010 (Regulation for execution and implementation of the Code). However, by the Resolution 105/2016, ANAC approved additional Guidelines on MEAT, specifying that they represent recommendations having predominantly a technical-mathematical character. They aims at pro-

viding operational guidelines for the offer score calculation, particularly as regards to the choice of the criterion to be used in the scores calculation of the different qualitative and quantitative elements of the tenders and the subsequent scores aggregation. As regards to the economic criterion the Guidelines specifies that the score can be calculated by a "linear interpolation" (where "zero" represents the case of no tender downward and the value "one" of higher discount) or with the "so-called bilinear method", according to which the score increases linearly up to a threshold value. As regards to the only qualitative elements the Guidelines highlight that two groups of alternative systems are used in practice:

- the discretionary assignment by each commissioner of a coefficient (to be then multiplied by the maximum score available for each cri-



02 | Riproposizione del modello informativo digitale: modello geometrico con struttura analitica e modello architettonico completo (autore: Angelo Piccolo)
The new digital information model: geometric model with analytical structure and complete architectural model (author: Angelo Piccolo)

rico finale facendo riferimento a uno dei metodi multicriterio proposti dalla letteratura, quali il metodo aggregativo compensatore, l'ELECTRE, l'AHP, il TOPSIS. Nelle Linee Guida vengono fornite indicazioni operative per l'utilizzo di tali metodi, evidenziandone anche punti di forza e di debolezza, segnatamente relativi alla necessità di "normalizzazione"

03 | Convalida del progetto (Model check): programmazione di una verifica spaziale tramite inserimento dei limiti di riferimento per le aree con assegnazione dei conflitti (autore: Angelo Piccolo)
Validation of the project (Model check): space test by areas limits with conflicts identification (author: Angelo Piccolo)

terion), variable between zero and one;
 - the pair-wise comparison by each commissioner among the tenders.
 In both cases, the judgments of each commissioner are aggregated with those of the other commissioners in order to obtain an overall coefficient. In order to have the final ranking it is necessary to obtain a single overall numerical parameter referring to one of the multi-criteria methods proposed by literature, such as the compensatory aggregative method, ELECTRE, AHP, TOPSIS. The Guidelines provide operational recommendations for the use of these methods, highlighting also their strengths and weaknesses, particularly related to the needs of scores "normalization" and the possibility or not to "compensate" the scores assigned to the different elements, and therefore - as part of the final score - filling



dei punteggi ed alla possibilità o meno di “compensare” i punteggi attribuiti ai diversi elementi, e quindi di giungere a colmare, nell’ambito del punteggio finale, eventuali profili carenti dell’offerta con quelli più completi tenuto conto dei “pesi” attribuiti ai criteri di valutazione.

Tuttavia, si precisa che la stazione appaltante può applicare il criterio di determinazione del punteggio finale per ciascuna offerta ritenuto più opportuno, purché tale criterio rispetti i seguenti principi:

- avere basi scientifiche;
- essere proporzionale con l’oggetto dell’appalto;
- essere non discriminatorio, ovvero far sì che se un’offerta presenta valori migliori per ciascun coefficiente rispetto ad un’altra anche il punteggio finale deve riflettere queste preferenze;
- essere accuratamente descritto nel bando di gara.

In questa prospettiva, nel presente contributo si è sperimentata l’utilizzazione del metodo di valutazione multicriterio PROMETHEE (Preference Ranking Organisational METHod for Enrichment Evaluation), di cui sono state sviluppate diverse versioni¹⁰ e l’ultima è integrata da un’utile estensione grafica chiamata GAIA (Graphical Analysis for Interactive Aid)¹¹. In particolare, il metodo è stato implementato da un software liberamente scaricabile dal Web e di facile e immediato utilizzo¹².

Nel caso studio del Comune di Cicciano sono state valutate sette alternative (Ai) che rappresentavano le offerte di sette imprese che hanno partecipato alla gara di appalto per la realizzazione dei lavori. La valutazione è stata effettuata sulla base di quattro criteri con relativi sub-criteri (cfr. schema in Fig. 1). Ai diversi criteri e sub-criteri sono stati attribuiti i pesi già previsti nel bando di

some tender insufficient profiles with the most comprehensive ones obtained by taking into account the “weights” assigned to the evaluation criteria.

However, they specify that the contracting authority may apply the criterion considered most suitable to determine the final score of each tender, provided that this criterion includes the following elements:

- to have a scientific basis;
- to be proportional to the tender subject;
- to be non-discriminatory, that is to ensure that if an offer presents best values for each coefficient with respect to another offer the final score should reflect these preferences;
- to be accurately described in the call for bids.

From this point of view, in this paper we have tested the use of the PROMETHEE (Preference Ranking Organisational

Method for Enrichment Evaluation) multi-criteria evaluation method, of which different versions have been developed¹⁰, and the last one is integrated with a useful graphical extension called GAIA (Graphical Analysis for Interactive Aid)¹¹. In particular, the method has been implemented by a free downloadable software from the Web, characterized by easy and immediate use¹².

In the case study of the City of Cicciano seven alternatives were evaluated (Ai) representing the tenders from seven enterprises that participated in the tender for the works construction. The evaluation was carried out with reference to four criteria and related sub-criteria (see scheme in Fig. 1). The weights to be assigned to the different criteria and sub-criteria were already provided in the call for bids and their sum had to be equal to 100. Each com-

missioner (three in this case) attributed their own scores (using a nine points scale from “bad” to “very good”) for the qualitative elements independently and the individual assessments were automatically aggregated by the software to obtain a total score.

As regards the quantitative elements it was possible to directly input data in their original units of measurement, specifying whether the value must be maximized (i.e. a higher number indicates the preferability of an alternative with respect to another) or vice versa minimized. Moreover, it was possible to insert some thresholds (of preference or indifference) and the software is integrated with a simple “tool” for aiding the selection and structuring of the “preference functions” between the six possible types, including the possibility to do not enter any threshold. The final ranking is easy to read by me-

ans of numerical and graphical results where the GAIA extension also allows to generate suitable diagrams to understand strengths and weaknesses of each tender (see Fig. 1). Therefore, the use of PROMETHEE shown the following advantages:

- it was not necessary to provide in advance for data normalization to the elements of quantitative assessment as they can be used in their own units of measurement;
- it was not shown the danger of “compensation” among criteria as the method belong to the “outranking” family;
- the judgments expressed by each commissioner are results that can be easily integrated;
- the procedure is simple and the obtained results are easy to be read. Definitively, the proposed approach seems to reflect the recommendations

– la procedura è semplice e gli esiti ottenuti di facile lettura. In definitiva, l'approccio proposto sembra riflettere le raccomandazioni contenute nelle Linee Guida dell'ANAC secondo le quali «si raccomanda alle stazioni appaltanti di definire in maniera chiara e precisa il criterio di aggiudicazione nonché i criteri di valutazione, i metodi e le formule per l'attribuzione dei punteggi e il metodo per la formazione della graduatoria, finalizzati all'individuazione della OEPV; devono, pertanto, essere evitate formulazioni oscure o ambigue, assicurando la trasparenza dell'attività e la consapevolezza della partecipazione. Si raccomanda altresì di elaborare modelli, anche in formato elettronico, che agevolino la predisposizione e la presentazione delle offerte, tecniche ed economiche da parte dei concorrenti»¹³.

5. In questa occasione di ricerca le metodologie digitali sono state declinate, come sta accadendo in molti altri paesi, soprattutto come metodi per ottimizzare la spesa pubblica e ridurre, al contempo, la soggettività delle decisioni all'interno delle procedure di gara per l'aggiudicazione di contratti pubblici: tematiche che individuano significative traiettorie di sviluppo, anche alla luce delle disposizioni in materia di digitalizzazione contenute nel nuovo Codice di Contratti (D.Lgs. 50/2016). In particolare, l'approccio di valutazione proposto cerca di superare le criticità che spesso si riscontrano nell'applicazione del Regolamento di esecuzione e attuazione dei contratti pubblici (DPR 207/2010) nel momento in cui si intenda aggiudicare l'appalto con il criterio della OEPV attraverso l'utilizzo di metodi multicriterio presenti nella letteratura scientifica e da indicarsi nel bando di gara. Al di là di una proposta innovativa incentrata sull'utilizzo delle potenzialità

contained in the ANAC Guidelines according to which «it is recommended that contracting authorities to clearly and precisely define the award and evaluation criteria, the methods and formulas for scores attribution and for the ranking formation, aimed at MEAT identification; therefore, unclear or ambiguous formulations have to be avoided, ensuring the activity transparency and the participation awareness. It is also recommended the development of models, including the electronic format, to facilitate the preparation and submission of technical and economic tender by competitors»¹³.

5. On this work the digital methods have been expressed primarily, like in many other countries, as a method of optimizing public spending and reduce, at the same time, the subjectivity of judg-

ments within the tendering procedures for public award: issues which identify significant development direction, especially in light of the digitization aspects included in the new Contracts Code (Legislative Decree 50/2016). In particular, the proposed evaluation approach seeks to overcome the problems often met in the application of the Regulations and implementation of public contracts (DPR 207/2010) when intends to award the contract by the criterion of MEAT through the use of multi-criteria methods from the scientific literature and to be indicated in the contract notice. Beyond an innovative proposal focused on the use of computational potential of digital systems to introduce advanced mechanisms of investigation of competitive procedures and legitimacy of the bid evaluation, the study made it possible to develop two considerations: the need to launch

computazionali dei sistemi digitali per introdurre meccanismi avanzati di istruttoria delle procedure competitive e di legittimazione della valutazione delle offerte, lo studio effettuato ha permesso di sviluppare due considerazioni. In primis la necessità di avviare una significativa azione di acculturamento delle committenze in materia digitale all'interno di una strategia governativa di medio-lungo periodo. E che la profonda trasformazione richiesta a tutto il settore delle costruzioni non può essere limitata ad una questione di strumenti e di dispositivi, bensì riferita alla capacità di governare, da parte di domanda e offerta, i contenuti innovativi e gli obiettivi operazionali delle realizzazioni.

Sergio Russo Ermolli è autore dei paragrafi 1-3 e 5, Pasquale De Toro del paragrafo 4.

NOTE

¹ Emblematico il caso del Regno Unito, in cui nel 2011, per iniziativa governativa viene costituito il UK BIM Task Group con l'obiettivo di introdurre il BIM, attraverso differenti fasi di applicazione, in un arco di cinque anni. In Italia, attendendo la pubblicazione di decreti attuativi e linee guida del decreto 50/2016 da parte del Governo, le indicazioni dell'ANCE presentate alla Commissione del Ministero delle Infrastrutture nel settembre 2016, prevedono che le stazioni appaltanti introducano per step successivi i loro obiettivi/usi di gestione digitale, secondo standard definiti dal Ministero anche sulla base delle norme UNI in via di approvazione.

² Uno dei paesi più avanzati in termini di appalti digitali risulta la Norvegia, in particolare per quanto riguarda l'edilizia ospedaliera e universitaria. In Italia un esempio recente per il quale la committenza ha richiesto progetti BIM-based, è la ristrutturazione dell'ospedale di Cattinara e la realizzazione del nuovo IRCCS dell'Azienda Ospedaliera di Trieste.

a significant action of acculturation of public clients in digital matter within a government strategy of medium-long term; the deep transformation request to the entire construction industry cannot be limited to a question of instruments and devices, but refers to the ability to rule the innovative content and operational objectives of buildings.

Sergio Russo Ermolli is the author of paragraphs 1-3 and 5, Pasquale De Toro of paragraph 4.

NOTES

¹ Emblematic is the case of the United Kingdom, where in 2011 the Government formed the UK BIM Task Group with the aim of introducing BIM, through different implementation stages, in a span of five years. In Italy, waiting for the publication of guidelines of the Government Decree 50/2016, the rec-

ommendation of the National Builders Association submitted to the Commission of the Ministry of Infrastructure in September 2016, provide that the contracting authority introduce in consecutive steps their digital management goals/uses, according to standards set by the Ministry also on the basis of UNI norms in final approval.

² One of the most advanced countries in terms of digital contracts is Norway, in particular with regard to hospitals and university buildings. In Italy a recent example, for which the client has requested BIM-based projects, is the Cattinara hospital's refurbishment and the construction of the new Hospital in Trieste.

³ Ciribini, A.L.C. (Ed.) (2016), *BIM e digitalizzazione dell'ambiente costruito*, Grafill, Palermo, p. 120.

⁴ The study has been developed by Di-ARC professors Sergio Russo Ermolli

³ Cfr. Ciribini, A. L. C., a cura di (2016), *BIM e digitalizzazione dell'ambiente costruito*, Grafill, Palermo, p. 120.

⁴ Lo studio è stato condotto dai docenti del DiARC Sergio Russo Ermolli e Pasquale De Toro, e dall'arch. Angelo Piccolo, con la collaborazione dell'ing. Vincenzo Brandi dell'Area Edilizia Scolastica della Città Metropolitana di Napoli e dell'ing. Claudio Manzo, settore Ricerca ACCA software S.p.A.

⁵ Nel corso dello studio sono state approvate (settembre 2016) dall'Autorità Nazionale Anticorruzione le prime sei linee guida previste dal D.Lgs. 50/2016, tra le quali quella sull'OEPV, che individua, anche in riferimento ai contenuti della Direttiva 2014/24/UE, i parametri per la scelta del criterio più adeguato in relazione alla procedura da avviare, all'oggetto, all'importo e alle sue caratteristiche, affinché possa essere garantita la possibilità di una effettiva concorrenza. In particolare, viene stabilito (comma 3) che possono essere aggiudicati esclusivamente sulla base del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa i contratti relativi ai servizi sociali e di ristorazione ospedaliera, assistenziale e scolastica, nonché quelli relativi all'affidamento dei servizi di ingegneria e architettura di importo superiore a 40.000 euro.

⁶ I bandi riguardavano: la realizzazione di due edifici scolastici, da destinarsi a liceo, rispettivamente nel Comune di Giugliano (NA) e nel Comune di Mugnano (NA); l'affidamento della progettazione esecutiva e realizzazione dei lavori di completamento e ristrutturazione dell'Istituto Alberghiero in via G. Bruno nel Comune di Cicciano (NA); l'appalto integrato per l'affidamento dei lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento dell'ISIS "A. Torrente" in via Duca d'Aosta nel Comune di Casoria (NA).

⁷ Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».

⁸ Nell'economia di tale contributo, i contenuti qualificanti della fase di ricerca descritta sono stati sintetizzati nella scheda in Fig. 1, curata dall'arch. Angelo Piccolo.

⁹ La modellazione informativa è stata condotta utilizzando il software Edificius della società ACCA.

and Pasquale De Toro and by the architect Angelo Piccolo, with the collaboration of engineer Vincenzo Brandi, School Construction Area of the Metropolitan City of Naples, and the engineer Claudio Manzo, ACCA software industry research.

⁵ During the study were approved by the National Anti-Corruption Authority (September 2016) the first six guidelines of the Legislative Decree 50/2016, which identifies, in reference to the content of 2014/24/EU Directive, the criteria for choosing the most appropriate standards in relation to the process, the object, the amount and its characteristics, so to guarantee the possibility of effective competition. In particular, it is established (paragraph 3) that may be awarded solely on the basis of the most economically advantageous offer the contracts for social services and hospital catering, welfare and edu-

cation, as well as those relating to engineering and architecture services of an amount exceeding 40,000 Euros.

⁶ The calls were: the construction of two school buildings in the Municipality of Giugliano (NA) and in the City of Mugnano (NA); contracting for the design-construction and refurbishment of the State Vocational School for Tourism and Catering in the City of Cicciano (NA); the integrated contract for the assignment of the work of maintenance of the State Institute in the Municipality of Casoria (NA).

⁷ Implementing Regulation of the legislative decree 12 April 2006 n. 163, containing the "Code of public contracts for works, services and supplies in implementation of 2004/17/EC and 2004/18/EC".

⁸ The main content of this research phase have been summarized by Angelo Piccolo (Fig. 1).

¹⁰ Brans, J.P., Vinke, P.H. (1985), "A preference ranking organization method", *Management Science*, Vol. 31, pp. 647-656.

¹¹ Cfr. Brans, J.P., Mareschal, B. (2005), "PROMETHEE Methods", in Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Eds), *Multiple criteria decision analysis. State of the art surveys*, Springer Science Business Media, pp. 163-196.

¹² VP Solutions, (2013), *PROMETHEE Methods. Visual PROMETHEE 1.4 Manual*, www.promethee-gaia.net.

¹³ Delibera 21 settembre 2016, n. 1005 - Linee guida n. 2 di attuazione del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, recanti «Offerta economicamente più vantaggiosa».

REFERENCES

Brans, J.P., Vinke, P.H. (1985), "A preference ranking organization method", *Management Science*, No. 31, pp. 647-656

Brans, J.P., Mareschal, B. (2005), "PROMETHEE Methods", in Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Eds.), *Multiple criteria decision analysis. State of the art surveys*, Springer Science Business Media, pp. 163-196

Caffi, V. et al. (2017), *Il processo edilizio supportato dal BIM: l'approccio INNOVance*, EdilStampa, Roma

Caputi, M., Odorizzi P. and Stefani, M. (2015) *Il Building Information Modeling. Valore, gestione e soluzioni operative*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna

Ciribini, A.L.C. (2016), *BIM e digitalizzazione dell'ambiente costruito*, Grafill, Palermo

Vegezzi, S.R.V. (2014), *Innovare il processo edilizio italiano attraverso il BIM*, Tesi di Laurea, Relatore: prof. A. Pavan, Politecnico di Milano

⁹ The information modeling was developed using Edificius by ACCA software company.

¹⁰ Brans, J.P., Vinke, P.H. (1985), "A preference ranking organization method", *Management Science*, Vol. 31, pp. 647-656.

¹¹ Cfr. Brans, J.P., Mareschal, B. (2005), "PROMETHEE Methods", in Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Eds), *Multiple criteria decision analysis. State of the art surveys*, Springer Science Business Media, pp. 163-196.

¹² VP Solutions, (2013), *PROMETHEE Methods. Visual PROMETHEE 1.4 Manual*, www.promethee-gaia.net.

¹³ Resolution 21 September 2016, no. 1005 - Guideline no. 2 of implementation of Legislative Decree 18 April 2016, no. 50, about «Most Economically Advantageous Tender».

Michela Toni,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, Italia

michela.toni@unife.it

Abstract. A Torino la cultura tecnologica ha dato un forte contributo alla progettazione della città in diverse fasi della sua storia. In tale contesto, teoria e prassi sono un'unica cosa, in quanto eccellenti soluzioni tecniche consentono di dare concretezza a una determinata "idea" della città.

Nella ricerca illustrata nel presente articolo sono studiati alcuni interventi realizzati negli ultimi anni con strutture metalliche che presentano specificità tali da potere incidere sulla struttura urbana in maniera determinante.

Parole chiave: cultura tecnologica per la città, innovazione come processo, teorie e prassi a Torino, tecnologia dell'acciaio, scala della sostenibilità.

Introduzione

Riflettere sul rapporto tra "teorie" e "prassi" del progetto di architettura e su cosa possa rappresentare in concreto la "cultura tecnologica" è un tema particolarmente denso, tanto più in un momento come quello attuale in cui sembra confermato in maniera più evidente che nel passato che non si può progettare senza un'approfondita conoscenza della tecnologia.

L'argomento diventa poi tanto interessante quanto complesso se si cerca di capire che cosa sia la teoria rispetto alla prassi: se si segue la visione di Vittorio Gregotti, si può infatti arrivare alla convinzione che in architettura l'una non sia distinguibile dall'altra, «essendo essa stessa un modo di essere del progetto [...]» fondamento, scelta e strumento dell'agire concreto non distinguibile dal suo esito» (Gregotti, 2008); oltre alle idee del maestro lombardo, però, risuonano altre voci che portano su strade più intricate il tema di una cultura tecnologica che tutto compone o frammenta e delle sue implicazioni sul progetto di architettura che in alcuni casi si immagina di volere provocatoriamente cancellare (La Cecla, 2008).

Di fatto, se si analizzano le tecniche costruttive utilizzate nelle diverse opere di architettura e ingegneria, la tecnologia si mani-

festa come espressione della cultura del tempo in cui viene applicata, al punto che pare difficile concepire al di fuori di essa non solo la stessa architettura, ma anche l'insieme della struttura urbana che ne deriva e questo concetto conduce all'obiettivo della ricerca presentata nell'articolo proposto, cioè capire come la tecnologia possa essere funzionale al disegno della città contemporanea: se infatti si riconosce il legame inscindibile tra architettura e tecnologia, così come quello tra architettura e struttura urbana (cfr. Gennaro, 2008), il contributo specifico che la tecnologia può dare a una certa idea della città risulta fondamentale¹.

Cultura tecnologica a Torino dal passato alla contemporaneità

Il tema del rapporto tra teoria e prassi, trattato nella ricerca, assume come riferimento la cultura tecnologica nella progettazione dell'impianto urbano di Torino, una città che in diverse fasi della sua storia è andata trasformandosi, con azioni centrifughe e/o centripete e con molteplici sovrapposizioni o cancellazioni, esprimendo elevate competenze tecniche nel settore delle costruzioni.

Si prende in considerazione la fase storica che arriva al momento attuale a partire dagli ultimi decenni del secolo passato quando la città fordista per eccellenza dell'Italia del Novecento vive il crollo dell'industria ed è costretta a radicali cambiamenti, decidendo di non uscirne sconfitta, ma di rivendicare nella leadership culturale e del sapere tecnico la strategia della propria "ricostruzione". Si comprende infatti che il know-how tecnico accumulato nel tempo in molteplici settori può permettere a diverse istituzioni della città di essere fortemente attrattive a livello internazionale, in particolare, le strutture universitarie e

Technological Culture and Urban Design – A Field Research Project in Turin

Abstract. Technological culture has greatly influenced urban design in Turin throughout the various phases of its history. In this framework, theory and practice are as one, given that outstanding technical solutions make it possible to put an "idea" of the city into practice.

This article illustrates the research on projects developed in recent years using metal structures. The projects in question are so specific and peculiar that they have had a decisive impact on the urban structure itself.

Keywords: technological culture for the city, innovation as a process, theory and practice in Turin, technology and steel, sustainability scale.

Foreword

Rethinking the relationship between theory and practice in architectural design and what technological culture actual-

ly means is an especially rich topic, in particular in a day and age such as ours where it is apparent that design requires a strong technological foundation, now more than ever before. The topic is extremely interesting because of its complexity if one tries to understand what theory is to practice: if one were to follow Vittorio Gregotti's vision one could argue that in architecture the two are one and the same, since 'it is the way the project is [...] its foundation, the choice and a means to act in practice which cannot be separated from the end result' (Gregotti, 2008). There are voices other than his, leading to more complex paths such as that of a technological culture which pieces together or fragments, and its implications in architectural design which in some cases one might wish to provocatively eliminate (La Cecla, 2008).

The architectural and engineering techniques used in buildings can be

studied as expression of the culture of the time they are applied to, so that it seems difficult to conceive architecture and even the whole ensuing urban structure outside that framework. This is the focus which informs the research illustrated herein, that is understanding how technology can be functional in designing a contemporary city. In fact, once the inseparable link between architecture and technology is acknowledged, as in the case between architecture and urban structure (see Gennaro, 2008), that makes what technology can specifically offer an idea of the city a key contribution (1).

Turin's Technological Culture Over Time

The relationship between theory and practice discussed in the research is referred to how technology informs urban design. It deals with Turin, a

della ricerca scientifica, così come i luoghi preposti alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio culturale della città. Per raggiungere questo scopo, come si sa dalla storia recente del capoluogo torinese, la decisione politica sviluppa una strategia che implica l'insediamento di un processo che possa produrre la trasformazione della struttura della città nel suo insieme; quindi, non solo interventi puntuali su architetture emblematiche, ma anche progettazioni a scala urbana, che riguardano un sistema integrato per la mobilità, nuove modalità per la fruibilità del patrimonio storico e altre iniziative mirate a mettere in rete le risorse del territorio.

Per questo, la ricerca non prende in considerazione singole opere, interessanti da studiare di per sé, ma interventi che, nel loro insieme, concorrano in maniera determinante a tale trasformazione, come si tenta di sintetizzare in queste note². Per di più, la singolarità del caso, che spinge a interessarsi di Torino in una ricerca che si sviluppa in ambito tecnologico, è anche il fatto che un numero rilevante di tali opere sia realizzato con strutture metalliche o con interfaccia leggera, il che porta a tentare di capire se tale scelta sia in taluni casi l'unica possibile per arrivare a efficaci trasformazioni di aree nevralgiche e di grandi organismi edilizi, individuate come prioritarie dalle politiche pubbliche sulla città (con tutte le problematiche che ne sono emerse).

Un tema così ampio e complesso, fino a oggi poco studiato sotto il profilo della geografia della formazione dei processi decisionali e nelle intricate interrelazioni interdisciplinari che presenta, è stato affrontato specificatamente nella ricerca per ciò che riguarda l'evoluzione possibile delle tipologie edilizie, l'innovazione delle scelte tecnologiche, le caratteristiche energetiche delle diverse opere, che rappresentano i risultati della ricerca stessa,

city which has changed over time according to its historical phases, dealing with centrifuge and centripetal forces; it has also witnessed many overlaps or the elimination of transformations. Displaying a high level of technical expertise in the construction industry.

The project takes into consideration the period which spans from the last decades of the past century to the present day when Turin was Twentieth Century Italy's Fordist city *par excellence*. In the latter part of the past century the city experienced the collapse of manufacturing that led to radical changes: the city's strategy was not to yield to its defeat but to lead the way in a cultural and technological know stemming from its reconstruction.

The technological know-how which the various local institutions had accrued over time and in different sectors, made it internationally very at-

tractive, specifically its universities and research centres, as well as the places where the city's heritage is preserved and appreciated. As the city's recent history shows, the political was to trigger a process with a comprehensive change generating strategy. This meant not just acting systematically on symbolic architecture but also complex plans for integrated mobility systems, new ways of benefiting from the historical heritage and other actions aimed at networking resources in the community and territory.

This is why the research does not include single interesting works which might be of interest *per se* but only considers projects which as a whole are key to the transformation, as illustrated below (2). Furthermore, the special reason why Turin is so interesting when researching technology is that a large number of these works were either metal struc-

di cui sono di seguito schematizzati alcuni passaggi nell'ottica di coglierne il significato nell'insieme.

Non può che rimanere aperto al contributo di studi successivi – che si avvalgano anche di approfondimenti di altri ambiti disciplinari – ciò che concerne gli aspetti strettamente connessi con lo sviluppo delle condizioni di una cittadinanza attiva, che sono alla base di un approccio che ha per fine il miglioramento delle condizioni di vita nella città, a cui la ricerca si richiama (Rogers, 1997).

Opere di nuovo impianto e interventi di recupero come parti di un'unica struttura urbana

Guardando alle strategie sulle trasformazioni della città, nel caso di Torino ci si confronta con politiche urbane particolarmente lucide, innestate sul progetto urbanistico del Piano di Augusto Cagnardi e Vittorio Gregotti, approvato nel 1995³, e, ancor prima di questo, sul disegno di trasformazione della macrostruttura del Lingotto che, per le rilevanti dimensioni fisiche e simboliche, presenta anch'esso le caratteristiche di un intervento a scala urbana. Alle politiche pubbliche si integrano le decisioni di istituzioni private su organismi significativi per la cultura della città, come il Museo Egizio e il Museo Nazionale dell'Automobile "Giovanni Agnelli" (MAUTO), che assumono il ruolo di ulteriori tappe di un processo organico di "sovrascrittura" (Comba, 2005) sul tessuto della Torino contemporanea.

Le opere oggetto della ricerca – Nuovo Fabbricato Viaggiatori della Stazione Porta Susa, Torre Intesa Sanpaolo, Bolla e Pinacoteca al Lingotto, Nuovo allestimento del Museo Egizio, MAUTO – sono quindi scelte in relazione alla funzionalità nei confronti di tale nuovo assetto.

New Builds and Renovation as Parts of one Urban Structure

As strategies of transformation go, Turin has particularly clear urban policies which stem from the Master Plan by Augusto Cagnardi and Vittorio Gregotti approved in 1995 (3) and even before that the conversion of the Lingotto macrostructure which given its physical and symbolic magnitude bears the hallmarks of an urban scale project. Public policies were completed by the decisions of private institutions on important bodies, relevant to culture in the city, such as the Egyptian Museum or the MAUTO (The Automobile Museum) which become stepping stones towards a comprehensive action on present day Turin.

The research discussed in this article focuses on the Nuovo Fabbricato Viaggiatori della Stazione Porta Susa (the new Porta Susa Railway Station



Gli studi che trattano della recente storia urbana di Torino riguardano i diversi ambiti disciplinari che fanno luce sulle complesse trame della città.

Sotto il profilo della storia dell'architettura, gli anni Ottanta del secolo passato sono interpretati come la soglia di una mutazione sostanziale (Magnaghi, 2005), non ancora del tutto compiuta, ma che si cerca di mettere a fuoco nei suoi caratteri complessivi (De Rossi, 2006). Sono argomento di ricerca particolarmente approfonditi aspetti ingegneristici delle costruzioni, che svelano il legame tra invenzione formale e aspetti statici, soprattutto nella progettazione degli anni Cinquanta e Sessanta del Novecento (Desideri, 2012; Pace, 2011); la sostenibilità energetica è studiata nelle esperienze più recenti, con particolare riferimento alle criticità di edifici di elevata altezza come Torre Intesa Sanpaolo (Filippi, 2010). Fondamentale il denso dibattito culturale sul recupero del patrimonio industriale dismesso, che ha preso avvio dall'esperienza straordinaria del Lingotto (Bigazzi, 2000; Comba, 2007, 2011; Olmo, 2003).

Assenti in ambito tecnologico sono studi incrociati che puntano a interpretare nell'insieme le interrelazioni di opere che esprimono elementi di innovazione tipologica ed evoluzioni delle soluzioni costruttive adottate nei confronti dell'organismo di una città che si trasforma.

Su questa base, le opere torinesi oggetto della ricerca sono scelte per verificare in quale misura le sperimentazioni relative alle soluzioni tecniche adottate, che documentano un'eccellenza delle capacità progettuali e costruttive, siano in condizione di sviluppare nuove potenzialità all'interno della città, come delineato dal progetto della Spina ideata nell'ambito del PRG, con le centralità con le quali si collega, alcune studiate nella ricerca stessa.

Passenger Hall), Torre Intesa Sanpaolo (the Sanpaolo Intesa Tower), Bolla e Pinacoteca al Lingotto (the Lingotto Bubble and Gallery), the Nuovo allestimento del Museo Egizio (New Design of the Egyptian Museum) and the Museo Nazionale dell'Automobile "Giovanni Agnelli" (MAUTO) (the New Giovanni Agnelli National Automotive Museum) selected in view of their role and function in the context.

Studies dealing with Turin's recent urban history draw from several disciplines. In terms of the history of architecture the Nineteen Eighties were seen as a watershed of the transformation (Magnaghi, 2005) underway but still incomplete and whose overall features need to be understood (De Rossi, 2006). Building engineering features were also addressed in detail as they highlight the link between which speak of the static relationships, especially

in the constructions of the Nineteen Fifties and Sixties (Desideri, 2012, Pace, 2011). Energy sustainability has been studied in more recent experiences, with a special reference to the critical features of high buildings such as the Torre Intesa Sanpaolo (Filippi, 2010). The wealth of cultural debate around the former manufacturing heritage started with the extraordinary experience of the Lingotto Centre and was fundamental (Bigazzi, 2000; Comba, 2007, 2011; Olmo, 2003). What is lacking is technological research aimed at interpreting how buildings introducing innovation and cutting edge construction techniques have interfaced with the body of the a changing city.

Projects in Turin studied in the course of the research project were identified in reason of the experimented technical solutions that displayed a level of excellence in construction and design,

Dal punto di vista metodologico, per ottenere elementi critici di comprensione delle diverse opere, la ricerca si è svolta sul campo per circa tre anni; vi hanno contribuito ricercatori delle Università di Ferrara e Torino⁴.

Interviste a interlocutori privilegiati (progettisti, direttori di cantiere, tecnici di aziende) hanno consentito di acquisire dati su concezione architettonica, scelte costruttive, problematiche del cantiere, con particolare attenzione al montaggio delle strutture metalliche e degli elementi di chiusura.

I nuovi interventi (Nuovo Fabbricato Viaggiatori a Porta Susa e Torre Intesa Sanpaolo) sono stati studiati nel corso della fase costruttiva che ha portato alla loro realizzazione, come documentato da campagne fotografiche conoscitive, ottenendo anche percezioni diverse dello spazio della città rispetto a quelle che si determinano a opera completata. Sono stati analizzati gli elaborati progettuali, con particolare attenzione a tutti gli esecutivi delle strutture in acciaio.

Per gli organismi edilizi oggetto di recupero, è stata consultata documentazione di archivio.

Lo studio analitico delle opere ha portato a evidenziare un processo di stretta continuità tra concetti architettonici che hanno

and were able to develop new potential within the city's structure. A case in point is the Spina project part of the Master Plan with its central points, some of which are discussed in the research.

Method: our research was carried out in the three years working in the field to gather critical elements in understanding the various changes. Researchers from the Universities of Turin and Ferrara contributed (4). Interviews with privileged witnesses such as designers, site managers, and technical engineers from companies made it possible to gather data on the architectural vision, construction choices, building site issues which special attention to the metal structures and closing elements. The design plans of the new constructions (Nuovo Fabbricato Viaggiatori in Porta Susa and the Intesa Sanpaolo Tower)

were studied during the building process and site, as documented by photos offering perceptions of the city space which differ from those of the complete building. Executive projects were analysed with a special attention to the steel structures.

In the case of renovations, archive materials were consulted.

The analysis of the works highlights the consistency between the architectural notions which underpinned the projects and model types, their technological solutions, energy operations yielding specific results for each facet (see below).

Building Types, The Use of Steel and Energy Models for the Transformation of the City

The first results of the research were to highlight the elements that featured in new construction 'types'.

guidato il progetto e modelli tipologici, soluzioni tecnologiche, funzionamento energetico, ottenendo risultati specifici per ognuno di tali aspetti, come illustrato sinteticamente nel paragrafo successivo.

Tipi edilizi, impiego dell'acciaio, modelli energetici per un processo di trasformazione della città

Un primo risultato della ricerca è la messa in luce di elementi che caratterizzano lo sviluppo di nuovi "tipi" edilizi.

Emblematica è l'invenzione spaziale del fabbricato di Porta Susa, che si ispira alle gallerie storiche, ma poi dà luogo a una tipologia nuova, che assume la natura di una strada coperta della città, attraversabile dalle diverse direzioni per accogliere funzioni di servizio ai viaggiatori e altre destinate a una più ampia collettività (Fig. 1). Al Lingotto, si rispetta il modulo strutturale dell'antica fabbrica, ma la ricerca riconosce nuove tipologie a forte impatto comunicativo nella Bolla e nella Pinacoteca, che spezzano proprio tale serialità diventando icone dell'intero processo di trasformazione della fabbrica in chiave urbana (Fig. 2).

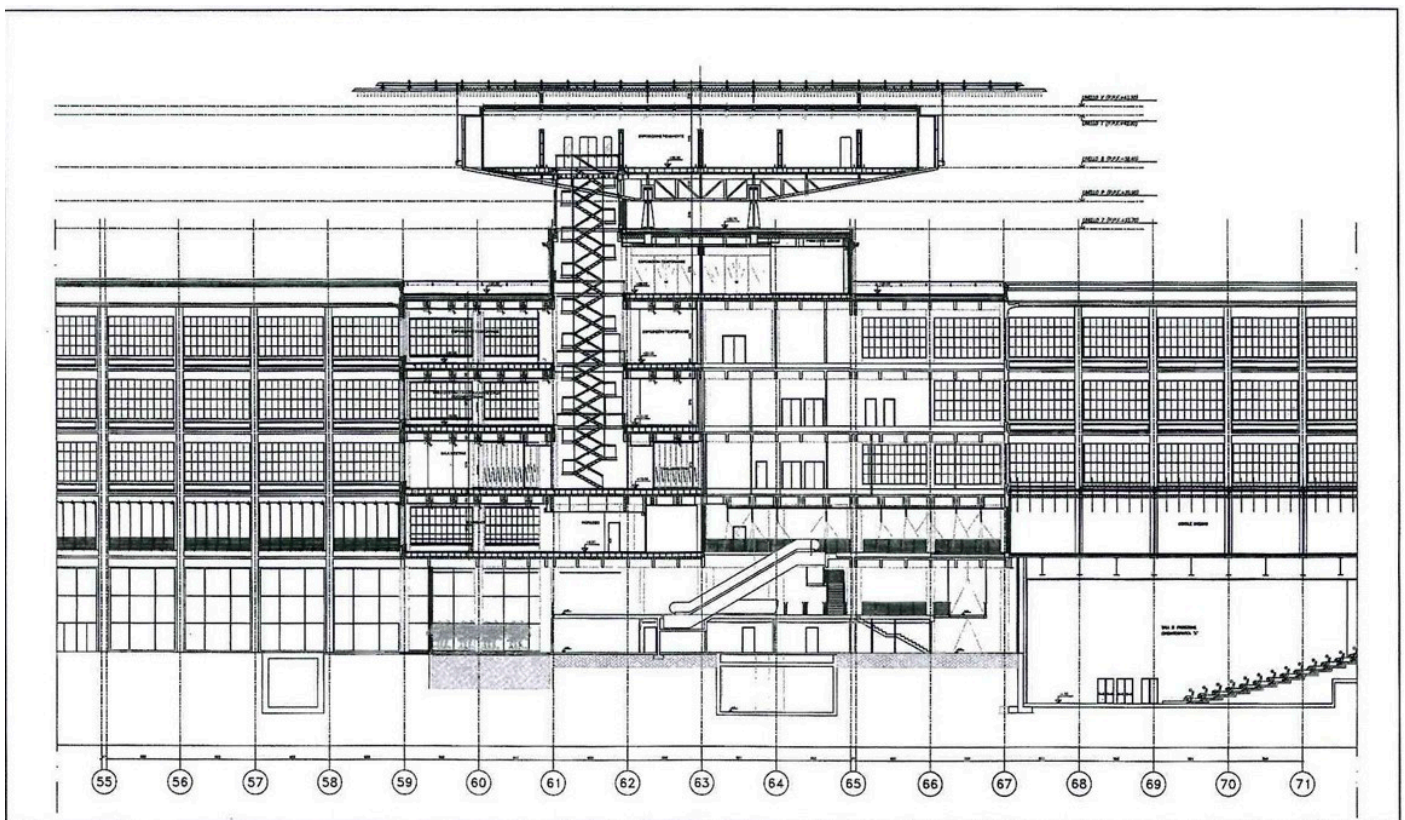
All'Agizgio, cambiando la politica culturale, che privilegia mostre

temporanee, laboratori e funzioni di centro di ricerca di avanguardia, muta la tipologia del museo, con un percorso a goccia che prende avvio dall'alto. Al MAUTO, spazi esterni diventano interni, non solo per ottenere maggiori superfici di esposizione, ma anche per ospitare laboratorio, officina e scuola per il restauro di auto d'epoca.

In Torre Intesa Sanpaolo, la ricerca fa inoltre riconoscere il germe di un diverso "tipo" di centro direzionale sviluppato in verticale, che nasce dall'idea di aprire al pubblico un auditorium sollevato da terra e privo di strutture verticali intermedie, richiedendo l'ideazione di un transfer in quota a cui sospendere tale volume e su cui appoggiare tutti i piani degli uffici sovrastanti (Fig. 3).

Un ulteriore risultato della ricerca riguarda la catalogazione di numerosi particolari costruttivi inediti in acciaio. Nello specifico, attraverso lo studio delle due nuove opere, è stata raccolta un'ampia tipologia di soluzioni tecnologiche per elementi strutturali e di collegamento.

Sono stati dettagliatamente analizzati e documentati anche gli elementi strutturali in acciaio che hanno reso possibile l'aggiornamento funzionale dei vecchi organismi, superando rilevanti vincoli strutturali (Lingotto, Museo Egizio) e architettonici



Vertical section of the Intesa Sanpaolo Tower site, with a suspended auditorium above the double volume of the entrance space, courtesy of Intesa Sanpaolo.

(MAUTO).

Tra i risultati della ricerca va annoverata l'analisi di tutti gli elementi della struttura, arricchita dall'esperienza di cantiere, che ha permesso di predisporre una documentazione dettagliata di elementi integrati con i sistemi di regolazione dei fattori ambientali, con particolare riferimento ai sistemi passivi introdotti nella Torre e alla circolazione di aria a tiraggio naturale sotto la volta del Nuovo Fabbricato di Porta Susa, non facilmente leggibili a opera completata.

Nello specifico, nella Torre e nel fabbricato di Porta Susa, la ricerca ha evidenziato come l'architettura di entrambi si identifichi con un modello energetico basato sullo scambio dinamico con gli elementi naturali.

Rispondere a esigenze di sostenibilità è ottenuto con impianti a geotermia (Museo Egizio), con superfici di celle fotovoltaiche (Porta Susa) o con il raggiungimento del massimo livello della Certificazione Leed (Torre).

Lo studio ha permesso di cogliere anche una varietà di approcci al tema energetico che non riguardano esclusivamente le soluzioni tecniche adottate. Al MAUTO, ad esempio, si approda a network culturali che coinvolgono il grande pubblico sul tema della criticità della sostenibilità sociale e ambientale della circolazione dei veicoli.

La ricerca risente del limite di non potere disporre di verifiche analitiche sui Modelli di gestione degli edifici. Sarebbe inoltre importante sviluppare ulteriormente il lavoro su altri interventi. Una interessante ricaduta è la pubblicazione di una parte dei risultati presso Altralinea Edizioni di Firenze nel 2016, nella collana "Composizione" diretta da Alberto Manfredini (Toni (a cura di), 2016). La realizzabilità del progetto è stata parzialmente

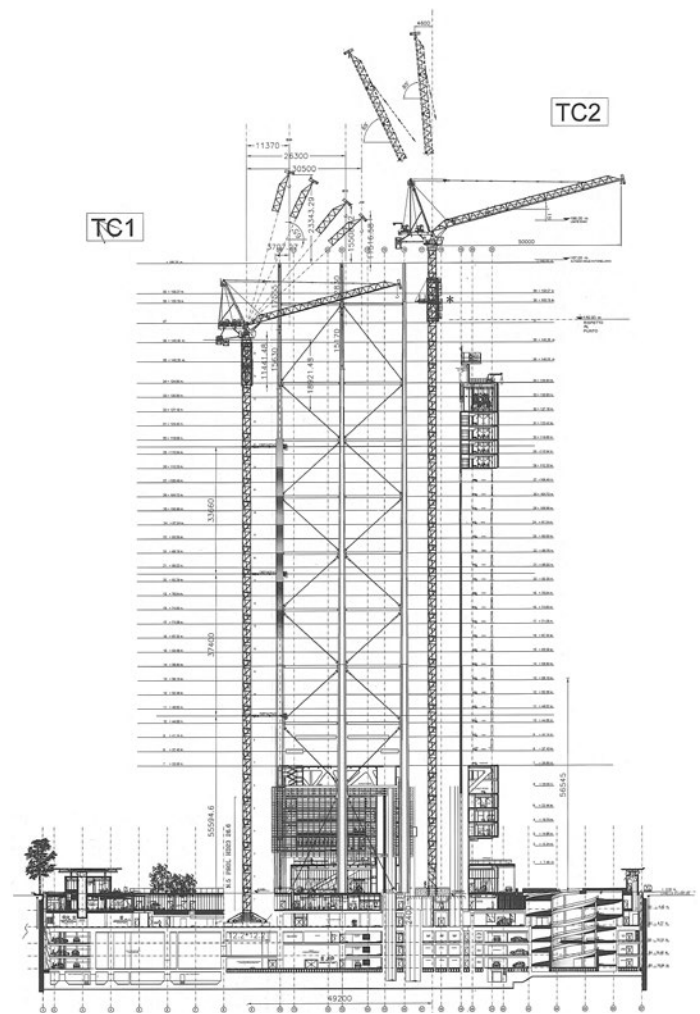
The spatial invention in the Porta Susa building draws inspiration from historical arcades, but then blossoms into a new type a covered street of the city that can be crossed from different angles so as to offer some services to travellers and others to a wider community (Fig. 1). The Lingotto maintains the structural module of the old factory plant, but the research identified a strong communicative impact in the Bubble (La Bolla) and in the Portrait Gallery (La Pinacoteca), icons of the entire transformation process of the factory in an urban key (Fig. 2), which break the modular structure.

At the Egyptian Museum where the new cultural policy favours temporary exhibitions, workshops and cutting edge research at the centre. All this favours a new kind of museum, with a top down drop by drop approach. The MAUTO sees a reversal between outer

and inner spaces, not just to increase the surface for exhibitions, but also to house a workshop, a laboratory and a school for the restoration of vintage cars.

In the Intesa Sanpaolo Tower, the research identifies the germ of a different 'type' of upward or vertical management centre which stems from the idea of opening an auditorium lifted off and without any intermediate vertical structures requiring a transfer high above ground with a hanging volume or space and which all the offices above rest (Fig. 3).

Further results of the research include the classification of the many novel technical steel solutions. Specifically thanks to the study of two new works, a vast range of technological solutions for structural and connecting elements have been gathered. The steel elements which made it possible to functional-



sostenuta da fondi di ricerca istituzionali FAR (Fondo di Ateneo per la Ricerca) bando dell'Università di Ferrara 2013-2014 e dall'azienda BIT Spa, specializzata in strutture metalliche.

ly update old buildings overcoming major structural (Lingotto, Egyptian Museum) and architectural (MAUTO) constraints were also studied in detail. Results include the analysis of all the elements of the structure, enriched by the building site experience which made it possible to draft detailed documentation of the main and integrating elements with the systems regulating the environment, with special reference to the passive systems in the Tower and the circulation of air drawn in naturally below under the Porta Susa vault which cannot easily be identified when finished. Specifically, in the Tower and in the Porta Susa Building research highlighted how architecture in both uses an energy model based on the dynamic exchange with natural elements.

In the other works, geothermal systems were used (Egyptian Museum) or photovoltaic panels (Porta Susa) or attain-

ing the highest LEED Certification (the Tower).

Our research highlighted that approaches were not only due to technical solutions. For instance at the MAUTO there are cultural networks which involve the large public on issues such as critical social or environmental sustainability of vehicle circulation.

Our research was limited by not being able to verify the buildings' management models. Further work should continue incorporating other projects. One of the interesting fallouts was the publication of part of the results with Altralinea Edizioni (Florence, Italy) in 2016, in the series "Composizione" directed by Alberto Manfredini (Toni, 2016). Funding: Our project was partly funded by the institutional research funds FAR (Fondo di Ateneo per la Ricerca- the University Research Fund) tender of the University of Ferrara

Conclusions

Il fatto che a Torino la cultura tecnologica abbia contribuito a formare la città nella storia passata e recente è un dato condiviso. Ciò che la ricerca tende invece a sviluppare in maniera originale sono elementi di riflessione sul ruolo che alcune attuali architetture sono in condizione di esercitare all'interno del tessuto urbano a motivo di specifiche qualità tecniche che le caratterizzano. Risultati particolarmente dettagliati su aspetti tipologici, soluzioni costruttive, modelli energetici delle opere che sono oggetto della ricerca permettono infatti di comprendere come ognuna di esse tenda a realizzare quelle trasformazioni volute dal Piano: nuova vita al Lingotto; spostamenti veloci tra i capisaldi della Spina; funzioni pubbliche dedicate all'arte e all'intrattenimento, integrate a quelle private della finanza; nuovi percorsi culturali in grandi generatori, come Egizio e MAUTO. Attraverso passaggi di scala di avvicinamento (studio dettagliato dei particolari costruttivi) e allontanamento (visione dinamica del cantiere e sintetica della fotografia) rispetto alle opere considerate, si sperimenta un metodo per tentare di riconoscere qualità che rispondano alle necessità delle diverse forme di interazione che implementano e/o ibridano il sistema urbano della Torino di oggi. Come si tende a dimostrare nella ricerca, in alcune esperienze architettoniche del capoluogo piemontese, teoria e prassi sono un'unica cosa, in quanto una determinata "idea" della città si concretizza attraverso organismi realizzati con soluzioni tecniche eccellenti.

2013-2014 and by the BIT Spa, a company specialised in metal structures.

Conclusions

There is a general agreement about the fact that technological culture contributed to the development of Turin in recent and distant past times. The new approach of the present research tends to focus on the role some of the current types of architecture are able to play thanks to specific techniques they use. Detailed results hone in on the type, building solutions and energy models of the projects which are considered to better understand how each one contributes to the transformations the Plan required: the Lingotto breathing new life, swift movement among the main milestones of the Spina, public spaces devoted to art and leisure integrated with the private finance ones, new cultural routes in the large culture engines,

such as the Egyptian and MAUTO. Moving from one scale/order of magnitude to another, bringing us closer with the details of the construction details and then more distant with the dynamic vision of the building site and the synthesis of photography to the projects considered, a new participated method is developed to recognise the qualities which answer the needs of the many interactions which implement and /or hybridize Turin's present day urban system.

NOTES

¹ Paola Sonia Gennaro (2008) "La qualità come progetto urbano. Dall'architettura all'urbanistica: la ricostruzione critica a Berlino", in Toni, M. (edited by), *Sul bello e la qualità*, Alinea, Florence, pp. 46-65.

² The City of Turin was awarded the *Premio Urbanista* at Urbanpromo 2016

NOTE

¹ Paola Sonia Gennaro (2008), "La qualità come progetto urbano. Dall'architettura all'urbanistica: la ricostruzione critica a Berlino", in Toni, M. (a cura di), *Sul bello e la qualità*, Alinea, Firenze, pp. 46-65.

² Il Comune di Torino ha ottenuto il "Premio Urbanistica" nell'ambito di Urbanpromo 2016 alla Triennale di Milano per la realizzazione dell'insieme di tali opere.

³ Il Piano, partito dall'esigenza di dare nuova destinazione a grandi aree liberate all'interno del tessuto urbano a seguito della dismissione di impianti industriali, caserme e altre strutture, si intreccia con il progetto del Passante ferroviario di Torino che ha portato all'interramento dei binari che correvano a cielo libero nel cuore della città per vari chilometri, tra il Lingotto a sud e le zone oltre il fiume Dora a nord, offrendo la possibilità di altre vaste aree libere.

⁴ Il gruppo di ricerca è formato da: Michela Toni (responsabile), Università di Ferrara; Michela Comba, Politecnico di Torino; Rita D'Attorre, Politecnico di Torino; Davide Turrini, Università di Ferrara.

REFERENCES

- Bagnasco, A., Olmo, C. (a cura di) (2008), *Torino 011. Biografia di una città. Gli ultimi 25 anni di Torino guardando al futuro dell'Italia*, Electa-Mondadori, Milano.
- Bigazzi, D. (2000), *La grande fabbrica: organizzazione industriale e modello americano alla Fiat dal Lingotto a Mirafiori*, Feltrinelli, Milano.
- Buchanan, P. (2008), *Renzo Piano Building Workshop: Complete Works*, Vol. V, Phaidon.
- Comba, M., Olmo, C. (2005), "In presenza del Lingotto. Costruzione e ricostruzione di un'architettura del Novecento a Torino", *Quaderni Storici*, Vol. 118.
- Comba, M., Olmo, C. and di Robilant, M. (Eds.) (2007), *Un grattacielo per la Spina - Torino, 6 progetti su una centralità urbana*, Allemandi, Torino.

at the Milan Triennale for all the work carried out.

³ The Plan was first conceived to re-zone large areas, brown fields which had become available in the urban area after the closure of manufacturing plants, army barracks and the like. It also interfaced with the plan of the Rail Through Station (*Passante ferroviario*) which in turn led to the position of the railway tracks below ground; previously the tracks had been overground in the heart of the city, between South Lingotto and the areas on the other side of the Dora River, thus releasing vast areas.

⁴ The research group members were: Michela Toni (head of the group), University of Ferrara; Michela Comba, Polytechnic of Turin; Rita D'Attorre, Polytechnic of Turin; Davide Turrini, University of Ferrara.

- Comoli Mandracci, V. (1994), *Le città nella storia d'Italia – Torino*, Laterza, Bari.
- De Rossi, A., Durbiano, G. (2006), *Torino 1980-2011 – Le trasformazioni e le sue immagini*, Allemandi, Torino.
- Desideri, P., De Magistris, A., Olmo, C., Pogacnik, M. and Sorace, S. (Eds.) (2012), *La concezione strutturale. Ingegneria e architettura in Italia negli anni cinquanta e sessanta*, Allemandi, Torino.
- Filippi, M., Guglielmino, D. (2010), “La sostenibilità energetica e ambientale dei grattacieli”, *A&RT- Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino*, Vol. LXIV, No. 3, pp. 46-48.
- Garda, E., Montanari, G. (2013), *L'eredità del moderno – Architettura a Torino 1918-1968*, Celid, Torino.
- Gregotti, V. (2008), *Contro la fine dell'architettura*, Einaudi, Milano.
- Irace, F. (2007), *Renzo Piano. Le città visibili*, Electa, Milano.
- La Cecla, F. (2008), *Contro l'Architettura*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Magnaghi, A., Monge, M. and Re, L. (2005), *Guida all'architettura moderna di Torino*, Celid, Torino.
- Mazza, L. (2015), *Spazio e cittadinanza – Politica e governo del territorio*, Donzelli, Roma.
- Olmo, C., Comba, M. and Beraudo di Pralormo, M. (2003), *Lingotto 1982-2003*, Allemandi, Torino.
- Pace, S. (Eds.) (2011), *Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana, Milano.
- Pagano Pogatschnig, G. (1933), “Le strutture in acciaio in Italia”, *Casabella*, Vol. 6, No. 8-9, pp. 60-64.
- Re Rebaudengo, A. (Ed.) (2011), *Vincenzo Castella. Torino. Il nuovo Museo Nazionale dell'Automobile*, Agarttha Arte-Skira, Torino-Milano.
- Rogers, R., Gumuchdjian, P. (1997), *Cities for a Small Planet*, Faber&Faber, London.
- Rugafiori, P. (1999), *La capitale dell'automobile. Imprenditori, cultura e società a Torino*, Marsilio, Venezia.
- Toni, M. (Eds.) (2016), *Torino Acciaio 1:1. Un materiale per la città che si trasforma*, Altralinea, Firenze.
- Viale, G. (2007), *Vita e morte dell'automobile. La mobilità che viene*, Bollati Boringhieri, Torino.

Computational design e sistemi di classificazione per la verifica predittiva delle prestazioni di sistema degli organismi edilizi

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Carlo Zanchetta, Paolo Borin, Cristina Cecchini, Gregorio Xausa,

Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova, Italia

carlo.zanchetta@unipd.it
paolo.borin@unipd.it
cristina.cecchini@unipd.it
gregxausa@gmail.com

Abstract. Il limite principale di ogni classificazione sta nella sua staticità. Una tipologia è una fotografia del mondo in un particolare punto del tempo – è difficile che colga le mutazioni dei vecchi raggruppamenti o la nascita di tipi nuovi. Il suo destino è essere superata dalla storia (Gøsta Esping-Andersen).

L'obiettivo di dominare gli aspetti economici, sociali ed ambientali connessi con la produzione di un'opera architettonica impone un approccio sistemico in base al quale è necessario produrre modelli di studio finalizzati all'analisi coordinata di una pluralità di problematiche prestazionali mutuamente interdipendenti.

La tecnologia del BIM, e in dettaglio dei modelli informativi interoperabili, offre una base operativa significativa per evadere tale necessità. Tuttavia l'attuale disponibilità di modelli informativi si concentra molto sul collezionamento di una pluralità di modelli digitali di prodotto in uno spazio virtuale e poco sulla modellizzazione del loro comportamento relazionale. Tale relazionalità invece contraddistingue e caratterizza i mutui rapporti che permettono di definire l'edificio come sistema e rappresenta di fatto l'aspetto di maggior valore di una modellazione.

Il presente studio esplicita l'utilizzo della classificazione intesa come strumento di attivazione e validazione dell'approccio esigenziale-prestazionale alla progettazione edilizia. Referenziando le categorie ed i tipi degli elementi del modello informativo ai codici della classificazione tecnologica e prestazionale degli organismi edilizi è possibile riconciliare in maniera coordinata elementi e unità funzionali dell'organismo edilizio a requisiti e specificazioni espresse dalla normativa. In questo modo, procedendo secondo una logica incrementale, si può arrivare alla gestione dei requisiti dell'intero organismo edilizio e al monitoraggio dell'effettivo adempimento degli obiettivi progettuali e dei dettati normativi.

Il modello informativo offre infatti, durante l'iter progettuale, la possibilità di catalogare le specificazioni di prestazione attese e quindi definite a livello di progettazione tecnologica dei singoli elementi tecnici. Una volta compilati tali valori e reso interoperabile il modello verso soluzioni di simulazione è possibile raccogliere i risultati e pubblicarli, tramite algoritmi di computational design, nei parametri delle unità funzionali al fine di monitorarne la rispondenza verso le specificazioni espresse.

In questo modo il modello assume il ruolo di base decisionale per il processo edilizio in quanto permette di raccogliere le specifiche tecniche relative alle componenti semplici e alle unità funzionali e contestualmente confrontarle con le specificazioni di prestazione relative ai prodotti edilizi e, aspetto assai più complesso, ai sistemi che compongono l'organismo edilizio, attivi o passivi che siano.

La ricerca proposta si configura quindi come una ipotesi di potenziamento del

contenuto informativo del progetto finalizzato a supportare le capacità decisionali di gestione delle informazioni per il successo del progetto.

Il lavoro è stato evaso nell'ambito di un progetto di ricerca e sviluppo che l'Università degli Studi di Padova sta conducendo in partenariato con F&M S.p.A., società operante nel settore dell'ingegneria dell'architettura.

La prima fase del lavoro è consistita nella analisi della letteratura concernente lo sviluppo e la diffusione degli standard di classificazione con particolare riferimento alla classificazione OmniClass e alla sua operabilità e implementazione nei sistemi BIM.

In una seconda fase sono stati approfonditi i meccanismi per l'implementazione nelle piattaforme BIM di gestione del progetto della codifica e delle specificazioni riconducibili ai codici della classificazione.

Tale obiettivo è stato raggiunto attraverso l'utilizzo di soluzioni di computational design e data integration sviluppate con il sostegno di linguaggi di programmazione visuale (VPL). Le stesse soluzioni di VPL sono state utilizzate al fine di compilare le prestazioni di sistema simulate da programmi di FEA e validare le scelte compiute in relazione agli obiettivi proposti e alle prescrizioni normative confrontando requisiti e prestazioni.

Il progetto ha permesso di attivare una effettiva progettazione esigenziale prestazionale grazie alla compilazione di questa mappatura e al fatto che la tecnologia BIM permette di definire la relazione tra un elemento tecnico e un determinato spazio e contestualmente di monitorare in quello spazio le funzioni ed i requisiti imposti.

Parole chiave: performance based building design, building information modeling, codifica, classificazione, sistemi edilizi, interoperabilità.

Introduzione

L'industria delle costruzioni si differenzia dagli altri settori

produttivi per la sua peculiarità nel produrre beni unici, la cui prototipazione richiede una grande quantità di tempo e l'intervento di molte persone con profili professionali differenziati. Le problematiche che la concorrenzialità di questi fattori introducono nel processo edilizio impongono l'adozione di misure di coordi-

Computational design
and classification systems
to support predictive
checking of performance
of building systems

Abstract. The aim of control the economic, social and environmental aspects connected to the construction of a building imposes a systematic approach for which it is necessary to make test models aimed to a coordinate analysis of different and independent performance issues.

BIM technology, referring to interoperable informative models, offers a significant operative basis to achieve this necessity. In most of the cases, informative models concentrate on a product-based digital models collection built in a virtual space, more than on the simulation of their relational behaviors. This relation, instead, is the most important aspect of modelling because it marks and characterizes the interactions that can define the building as a system.

This study presents the use of standard classification systems as tools for both the activation and validation of an integrated performance-based building process. By referring categories and types of the

informative model to the codes of a technological and performance-based classification system, it is possible to link and coordinate functional units and their elements with the indications required by the AEC standards. In this way, progressing with an incremental logic, it is possible to achieve the management of the requirements of the whole building and the monitoring of the fulfilment of design objectives and specific normative guidelines.

The informative model, indeed, offers through the whole building process, the possibility to list the expected performance requirements defined at the design level for the singles technical elements. Once filled in those values and given the model interoperability to analysis platforms, we can gather the results and publish them by using computational design algorithm in parameters of functional units with the aim to monitor the relation with the expressed specifications.

In that way, the model assumes the role of decisional basis for the building process because it allows to gather the technical specifications of simple components and functional units and in the same time compare them to the performance requirements of building products and to all the system composing the building, both active or passive.

This research is proposed as a hypothesis for the extension of the project informative content, with the aim to support the decision-making skills related to information management to ensure the success on projects.

The work has been developed during a research program in partnership between University of Padova and F&M Ingegneria S.p.A., an Italian company operating on engineering and architecture.

In the first phase of work the study focused on the literature analysis dealing with development and spread of standard clas-

namento, attuate anche mediante l'utilizzo di un linguaggio universale e non soggetto ad ambiguità. A questo scopo risulta necessaria l'implementazione di sistemi di classificazione standard per condurre ad una identificazione strutturata e univoca degli elementi dell'organismo edilizio.

È chiaro che un qualsiasi progetto di standardizzazione dei processi decisionali realizzativi e gestionali del sistema edilizio deve vertere sulla implementazione di un efficace processo di standardizzazione della nomenclatura e della classificazione. Tuttavia la effettiva applicabilità di un ipotetico sistema standardizzato di classificazione deve misurarsi con la complessità del sistema edilizio e sulla mancanza di univocità che contraddistingue gli elementi che lo compongono. Tale mancanza di univocità mal si adatta alla implementazione di sistemi di classificazione di tipo gerarchico offrendo piuttosto una certa affinità con i sistemi a faccette. Per contro, un sistema a faccette risulta di difficile gestione soprattutto in un'ottica di informatizzazione dei processi decisionali, realizzativi e gestionali. Per quanto l'assegnazione di un codice per ogni elemento del sistema offra la soluzione maggiormente operabile per affrontare il problema della standardizzazione del sistema edilizio, è nella necessità di classificare uno stesso elemento in modo differente a seconda della fase, della funzione e delle molteplici relazioni che esso intesse con l'intero sistema che è necessario impostare una politica della classificazione e una conseguente disciplina della traduzione dei sistemi edilizi in modelli informativi.

Tale soluzione offre evidenti problemi di operabilità e traducibilità in linguaggio macchina. Obiettivo di questa ricerca è evidenziare come sia possibile impostare una disciplina della gestione standardizzata dei processi di classificazione che nasca

dalla mediazione di problematiche operative di difficoltà di implementazione dei sistemi di classificazione con le ottimizzazioni offerte dall'information technology applicata al settore delle costruzioni ed in dettaglio al building information modelling.

Background e analisi di letteratura

Esempi di sistemi di classificazione per le costruzioni sono il MasterFormat e l'Unifomat sviluppato dal CSI americano, l'Uniclass inglese. È evidente come il fine di un sistema di classificazione debba consistere nel fornire un quadro comune per la organizzazione di tutte le informazioni del processo edilizio (Kang, Paulson, 1997) e contestualmente nel garantire l'accesso a sistemi informativi di gestione di costruzione, finalizzati alla diffusione della conoscenza (Caldas, Soibelman, 2003), essendo questa una componente essenziale nel processo di qualificazione del progetto di costruzione.

A scapito di un approccio sempre rigoroso e volto alla operabilità dei sistemi di classificazione si registra una certa disomogeneità nei vari standard sviluppati da diversi paesi e istituzioni in più di cinquant'anni.

Il problema principale riguarda il fatto che gli elementi del sistema edilizio dovrebbero corrispondere idealmente ad un solo nodo di una tassonomia, ma a volte questi possono essere caratterizzati da più nodi. (Jorgensen, 2011). Pur essendo l'obiettivo di una classificazione quello di distinguere tra gli oggetti di una collezione (Ekholm, 1995) una classificazione dovrebbe essere "esaustiva e definitiva" ossia ogni oggetto della collezione deve appartenere a una e una sola classe.

sification codes, with more attention on OmniClass and its implementation in BIM platforms.

In the second stage, it concentrated on the implementation of the standard classification system and the performance specifications on the BIM platforms used for project design and management.

The result has been achieved through the use of Computational design and data integration solutions, developed with the help of visual programming language (VPL). The same solutions have been used to fill in the performances of the whole system that has been simulated with FEA software and to validate the choices in relation to the proposed aims and to the normative prescriptions by comparing requirements and performances.

The project has made possible to activate a real integrate performance-based design process thanks to the realization of the map previously mentioned and to the fact

that BIM technology can define the relationship between technical elements and determined spaces and, at the same time, to monitor functions and requirements on that space.

Keywords: performance based building design, building information modeling, encoding, classification, building systems, interoperability.

Introduction

AEC industry differs from all other productive sectors for its peculiarity of building unique products, their prototyping requires a huge commitment of time and the intervention of many people with different professional profiles. Those factors introduce a competitiveness issue in the building process and impose the adoption of some coordination measures, that are carried out through a universal language without any risk of ambiguity. For this aim it is

necessary to implement standard classification systems to lead to a univocal and organic identification of the elements that constitute the building system.

It is clear that every standardization project of the design, decision-making and managing processes on building systems must focus on the implementation of an operative standardization process of naming and classification. However, the effective applicability of an hypothetic standard classification system have to measure itself with the complexity of the building system and with the lack of uniqueness that mark the elements that compose it. That lack doesn't fit with the implementation of hierarchical classification systems, but best fits to faceted classification. On the other hand, a faceted classification system is difficult to be managed in particular for the processes related to the building industry. Despite the most

operable solution, to face the problem of building systems standardization seems to be the assignment of one code to each element of the model, the appliance of a standard classification system appears more useful when we need to classify every instance in different way depending on the phase, the function and the plurality of relations that link it with the whole building system. In those cases, it is important to set up a classification strategy and a discipline for the translation of building systems in informative models.

That solution offers evident operability problems and difficulties in translation to the machine language. The aim of this research is to underline how it shall be possible to formulate a discipline for the standard management of the classification process that arises from the mediation of the operative issues related to the difficulties of implemen-

Caratteristiche dei sistemi di classificazione maggiormente diffusi

zione svolto da Lou e Goulding nel 2008.

I sistemi di classificazione nazionali utilizzati dal BCA, HBS, CSLB e Works Branch sono molto semplici da usare e ampiamente accettati, ma sono fortemente incompatibili e hanno scarsa espandibilità. I sistemi più consolidati quali l'SfB svedese e il CI/SfB del Regno Unito, espongono i punteggi più alti ma non permettono una implementazione in sistemi informatici.

Uniclass, CAWS e BSAB espongono peculiarità significative ma anche limiti in relazione a uno o più dei parametri valutativi. Il livello di sviluppo di MasterFormat, UNSPSC e OmniClass offre uno scenario di implementazione più completo anche grazie alla espandibilità e semplicità di implementazione che li contraddistinguono. Classificazioni elettroniche come Stabu Lexicon, POSC / Caesar e Barbi hanno rating circa uguali ma sono complessi da utilizzare e impongono un complicato processo di adozione. Essi hanno però il vantaggio principale di poter essere illimitatamente espansi e modificati nel tempo per adattarsi ai cambiamenti futuri per l'industria. Le ISO / DIS 12006-3 e lo standard IFC sono riconosciuti in tutto il mondo e offrono una espandibilità e possibilità di implementazione estremamente elevate ponendo però un problema sostanziale di comunicabilità dello standard trattandosi di codici informatici.

L'analisi ponderata delle problematiche di diffusione e le possibilità di implementazione in sistemi informatici oltre che la effettiva vastità e completezza del sistema portano a considerare Om-

Al fine della attuale trattazione risulta significativo riprendere il lavoro di analisi e confronto dei differenti sistemi di classifica-

zione svolto da Lou e Goulding nel 2008.

I sistemi di classificazione nazionali utilizzati dal BCA, HBS, CSLB e Works Branch sono molto semplici da usare e ampiamente accettati, ma sono fortemente incompatibili e hanno scarsa espandibilità. I sistemi più consolidati quali l'SfB svedese e il CI/SfB del Regno Unito, espongono i punteggi più alti ma non permettono una implementazione in sistemi informatici.

Uniclass, CAWS e BSAB espongono peculiarità significative ma anche limiti in relazione a uno o più dei parametri valutativi. Il livello di sviluppo di MasterFormat, UNSPSC e OmniClass offre uno scenario di implementazione più completo anche grazie alla espandibilità e semplicità di implementazione che li contraddistinguono. Classificazioni elettroniche come Stabu Lexicon, POSC / Caesar e Barbi hanno rating circa uguali ma sono complessi da utilizzare e impongono un complicato processo di adozione. Essi hanno però il vantaggio principale di poter essere illimitatamente espansi e modificati nel tempo per adattarsi ai cambiamenti futuri per l'industria. Le ISO / DIS 12006-3 e lo standard IFC sono riconosciuti in tutto il mondo e offrono una espandibilità e possibilità di implementazione estremamente elevate ponendo però un problema sostanziale di comunicabilità dello standard trattandosi di codici informatici.

L'analisi ponderata delle problematiche di diffusione e le possibilità di implementazione in sistemi informatici oltre che la effettiva vastità e completezza del sistema portano a considerare Om-

niclass, standard diffuso a partire dal 2006 dal CSI, un sistema tra i maggiormente operabili (Biscaya et al., 2007)

È importante osservare come sul fronte della standardizzazione informativa lo standard Uniclass appaia maggiormente evoluto soprattutto in relazione alla adozione delle norme inglesi BS-PAS 1192 per la digitalizzazione del settore delle costruzioni.

Tuttavia in relazione alla effettiva operabilità del sistema si ravvisano in Uniclass alcuni limiti sostanziali, fatto questo che ha portato ad adottare il primo per il proseguo dell'attività.

Peculiarità del sistema OmniClass

I punti di forza di Omniclass risiedono essenzialmente nella sua caratteristica di forte opera-

bilità e universalità, Omniclass, infatti:

- Considera e classifica tutti gli elementi che prendono parte all'intero ciclo di vita dell'edificio, assegnando la stessa importanza ai processi e ai prodotti coinvolti;
- È un sistema di classificazione a faccette che permette la descrizione dell'organismo edilizio da diversi punti di vista, siano essi considerati contemporaneamente o separatamente dagli attori coinvolti nel processo;
- È compatibile con altri sistemi di classificazione in quanto si basa sulla struttura dettata dalla norma ISO 12006-2 "Building construction - Organization of information about construction works - Part 2:

Framework for classification of information" ed integra gli standard UniFormat e MasterFormat in due delle sue tabelle costitutive

- Utilizza codici esclusivamente numerici che rendono il sistema universale per gli esseri umani e facilmente gestibile dagli strumenti informatici

tation of the classification systems with the optimization chances offered by information technology applied to AEC industry and, in particular, to building information modelling.

Background and literature review

Examples of classification systems in the AEC industry are MasterFormat and UniFormat, developed in USA by CSI or the British standard Uniclass. It is clear that the aim of those systems is to give a unique platform for the organization of the ensemble of information linked to the building process (Kang, Paulson, 1997). In the same time, it has to ensure the access to management informative systems created to the knowledge spread (Caldas, Soibelman, 2003) because it is a central element in the qualification process.

At the expense of a strict approach aimed to the operability of classifica-

tion systems it is noticed a diffuse heterogeneity between the various standards developed in different countries and by different institutions through the last fifty years.

The most important issue is related to the ideal univocal match between the elements of the building system and the nodes of a taxonomy, because most of the time the first category is related to more than one point of the second (Jorgensen, 2011). Although the aim of the classification is to distinguish the objects in a collection (Ekholm, 1995) it shall also be "exhaustive and definitive", namely each element of the collection have to belong to a single class.

Characterization of most diffused classification systems

For this study it is important to watch to the analysis and comparison work of the different standard classification

systems developed by da Lou e Goulding in 2008.

The national classification standards used by BCA, HBS, CSLB and Works Branch are simpler to be employed and largely accepted, but they are incompatible and don't offer significant expandability. More consolidated systems, as Swedish SfB and British CI/SfB expose higher score but don't allow an application to the information technology.

UniClass, CAWS and BSAB have significant features, but also some limits in relation to one or more of the rating criteria. The level of development of MasterFormat, UNSPSC and OmniClass offers a more complete scenario about applicability, thanks to their expandability and use simplicity. Electronic classification systems as Stabu Lexicon, POSC Caesar and Barbi have almost the same rating but are more complex to be used and impose

a difficult process to be implemented. However, they have the benefit to be expandable without limit and editable over time to adapt themselves to the industry changes. ISO/DIS 12006-3 and IFC standard are universally recognized and offer high possibilities to be expanded and implemented along with a communication issue linked to their nature of computer codes.

Reasoning upon both diffusion issues and implementation possibilities to informative systems lead to consider OmniClass, the standard diffused by CSI since 2006, the most operable scheme (Biscaya et al., 2007). This decision faces even the consideration of the scale and the completeness of the mentioned classification systems

It is important to look that, between the others, UniClass appears more evolved in the information standardization field, in particular in relation to its adoption

Tabella 1 | Raffronto tra i sistemi di classificazione più diffusi
Comparison between most diffused classification systems

	BCA, Singapore	HSB, NSW, Australia	CSLB, California, US	Works Branch, Hong Kong	C/SB (UK)	Uniclass (UK)	CAWS (UK)	STABU LexiCon (Netherlands)	POSC/Caesar (Norway)	BARBI (Norway)	SfB (Sweden)	BSAB (Sweden)	MasterFormat (North America)	CICS	ECIS	UNSPSC	ISO/DIS 12006-3	IAT-IFC	OmniClass
EASE OF USE	4	5	5	4	4	3	5	2	1	2	5	4	3	4	4	5	1	1	3
EASY UP-TAKE	4	1	3	4	4	5	3	1	1	2	5	4	4	4	3	3	5	3	3
EXPANDABILITY	3	1	2	3	3	3	3	5	5	5	1	4	5	2	2	5	5	5	4
COMPATIBILITY	1	1	1	1	4	3	3	4	3	4	4	3	3	2	2	3	4	4	4
DEPTH	5	2	2	5	2	3	4	5	5	5	2	3	4	3	3	4	5	5	5
ACCEPTANCE	3	3	3	3	5	3	4	3	2	3	5	3	4	2	2	4	4	4	4
	20	13	16	20	22	20	22	20	17	21	22	21	23	17	16	24	24	22	23

– È uno schema espandibile che, assieme all'evoluzione dell'industria delle costruzioni può crescere ed aggiornarsi ma senza mai contraddirsi.

In modo particolare sono state analizzate e impiegate 4 delle 15 tabelle (13 – Spaces by function, 21 – Elements, 22 – Work results e 23 – Products) costituenti lo standard di classificazione.

Implementazione dei sistemi di classificazione nelle piattaforme BIM: potenzialità e limiti di utilizzo

Esistono due tipi di classificazione che possono compiutamente essere implementati in un sistema informativo edilizio (BIM). Il primo tipo riguarda la classificazione dei modelli digitali di prodotto (elementi digitali della costruzione) in relazione al ruolo che questi hanno nell'organismo edilizio. Ciascuna piat-

taforma di model authoring offre differenti restituzioni del sistema edilizio secondo schemi che di fatto possono essere ricondotti alla visione standardizzata offerta da IFC.

Possiamo quindi affermare che la semplice modellazione e conseguente esportazione in formato interoperabile corrisponde ad un atto di classificazione dell'elemento o spazio secondo lo standard ISO 16739: 2013 corrispondente appunto allo schema IFC. Il problema principale di questa classificazione riguarda il fatto che la codifica IFC degli elementi del modello espone una classificazione di livello molto generale limitandosi alla sola definizione del ruolo degli elementi senza quindi entrare nella tipizzazione degli stessi, fatto questo necessario per poter attivare un processo di verifica e controllo della rispondenza delle prestazioni degli elementi, e dei sistemi, ai requisiti imposti.

È per questo motivo che vive nella modellazione informativa un

on the British law for the digitalization in the AEC industry BS-PAS 1192. However with regard to the effective operability, it is noted that UniClass has some substantive limits, and that is the reason that make us prefer the first one for this study.

Particularity of omniclass

Omniclass's strengths are in its characteristics of operability and universality. The standard, indeed:

- consider and classify all the elements that take part in the whole life cycle of the building, giving the same importance to processes and products;
- is a faceted classification system that lead to describe the building system from various point of view, in the same way if they are considered as separated or taken together by the different professionals involved in the process;

– is compatible with other classification systems because it is founded on the structure of the ISO 12006-2 "Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification of information" and incorporates the standards UniFormat and MasterFormat in some of its tables;

- uses only numerical codes, that make the system universal for human being and easily manageable for computer tools;
- is an expandable schema that can be updated and enlarged without contradictions along with the changing of the AEC industry.

For this study, in particular, 4 out of the 15 tables of the standard has been analyzed. They are Table 13 – Spaces by function, Table 21 – Elements, Table 22 – Work results and Table 23 – Products.

Potentiality and limits of the implementation of classification systems in bim authoring applications

There are two kinds of classification systems that can be implemented on a building informative system (BIM). The first one is related to the classification of the digital models of product (digital elements of construction) with regard to the role that they assume in the building system. Every model authoring platform offers different representations of the building system basically according to the IFC standard. We can assume that the simple fact of modelling and exporting in an interoperable file format is an act of classification of elements and spaces according to ISO 16739:2013, that corresponds to IFC.

The main issue of this classification is that IFC classification of model elements stays at a general level. It is lim-

ited to the definition of the role of elements without entering on their typing, that is the fundamental aspect to activate a validation process of the compliance between elements requirements and system performances.

For that reason it exists another kind of classification, operable in informative modelling platforms, that is the proper one related to elements. It is developed by filling in a parameter value defined for the aim to identify unequivocally the characteristic of each element.

The implementation of a standard classification system on an informative model allows to achieve more interesting results than the identification of elements. BIM technology, indeed, makes possible to recognize the system of relations that link each entity to the whole system. This builds a relational and standardized database that grows with the phases of definition of the project.

secondo tipo di classificazione, di fatto la classificazione vera e propria degli elementi, che viene evasa assegnando un valore ad un parametro appositamente predisposto al fine di identificarne inequivocabilmente le caratteristiche.

L'implementazione di un sistema di classificazione standard in un modello informativo consente di ottenere un risultato più interessante rispetto alla sola identificazione degli elementi. Il carattere proprio della tecnologia BIM, infatti, rende possibile il riconoscimento del sistema di rapporti che legano ciascuna entità all'insieme dell'organismo, costituendo una base di dati codificata, ossia relazionale e standardizzata che cresce con gli stadi di definizione del progetto.

Le piattaforme BIM permettono generalmente l'implementazione di qualsiasi standard per la catalogazione degli elementi mediante la disposizione di campi dati collegati a database esterni contenenti la struttura dei sistemi di classificazione individuati. (Metadati) Nei software di model authoring le potenzialità offerte da tale possibilità sono limitate dal fatto che tipicamente non è possibile assegnare ad un singolo elemento più valori ai fini della sua classificazione. (Classificazione uno a molti)

Tale considerazione genera un ostacolo alla capitalizzazione delle potenzialità che offre un sistema di classificazione di tipo a faccette quale è appunto Omniclass. Infatti, nella concezione di un progetto ciascuna componente può essere descritta sotto punti di vista differenti, in differenti fasi e con riferimento a differenti discipline del progetto, ma pur sempre secondo sistemi coerenti tra loro. I software di modellazione conducono invece ad una scomposizione di tipo gerarchico e orientata al prodotto, in quanto elemento che costituisce l'unità minima del modello informativo. Per permettere l'utilizzo della classificazione come strumento a

doppia valenza, ossia per la registrazione dei requisiti in fase di concept e per la verifica della rispondenza ad essi in fase di validazione, occorre classificare secondo diversi livelli di approfondimento capaci di seguire gli stadi di definizione del progetto stesso. Tale limite si ravvisa in realtà solo nella attuale offerta tecnologica delle applicazioni software in quanto sotto il profilo degli standard informativi (IFC) è buildingSmart stessa a puntualizzare la necessità di gestire, per ciascun elemento, una pluralità di codifiche.

La struttura di riferimento di IFC, pur contemplando la creazione al suo interno di un sistema di classificazione ad hoc, da definire all'interno del progetto, stabilisce riferimenti ad uno o più sistemi di classificazione esterni.

"IfcClassification is used for the arrangement of objects into a class or category according to a common purpose or their possession of common characteristics" (ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries). In questo senso è paradigmatica l'introduzione nella release 4 dello schema della classe IfcClassificationReference. Con questo bSI dimostra una precisa volontà di precisare e ottimizzare il processo di collegamento tra elementi e classificazione (Laakso, 2016). Tuttavia lo sforzo di sviluppo di BuildingSmart ha portato non solo ad un aggiornamento all'interno di IFC. Per l'inserimento di un sistema di classificazione all'interno di un modello è necessaria un'armonizzazione dei sistemi di classificazione all'interno di una struttura che li possa contenere attraverso un dizionario condiviso (Afsari, Eastman, 2016) direzione intrapresa da buildingSMART nello sviluppo del building Smart data dictionary o bSDD.

BIM platforms generally allow the implementation of every classification system for the cataloguing of elements through the provision of data fields connected to external databases (metadata) in which the structure of the classification system is explained. In model authoring software the potentials are limited by the fact that usually it is not possible to assign more classification codes to a singular element.

This consideration generates an obstacle to the full use of the possibilities that a faceted classification system, such as OmniClass, offers. In the design process, indeed, every component can be described from various point of view related to project phases or disciplines, while keeping its coherent unity. Modelling software instead leads to a hierarchical product-based decomposition, because product is the minimum unit

that compose the informative model.

To ensure the use of classification as a double tool, to register requirements in the design phase and to verify them in the validation one, there is the need to classify by different levels of detail able to follow the progress in the definition of the project.

The limit consists on the actual software availability because by looking at the informative standards, starting from IFC, BuildingSmart recognize the necessity to manage, for each element, a plurality of codes.

IFC structure, indeed, while including the chance to define ad hoc classification system in the project environment, establish the references to one or more external classification systems. ISO regulation about IFC defines classification in this way: "IfcClassification is used for the arrangement of objects into a class or category according to a

common purpose or their possession of common characteristics". For this reason it is very important the implementation on the 4th release of the scheme of the IfcClassificationReference class. With that decision BuildingSmart demonstrates the wish to specify and optimize the connection process between elements and their classification (Laakso, 2016). However the effort developed by BuildingSmart brought to something more than the update of the IFC scheme. To the inclusion of a classification system on a model it is necessary to develop an harmonisation of the classification systems on a structure able to contain them through a shared dictionary (Afsari, Eastman, 2016). This is the direction taken by BuildingSmart with the development of its buildingSmart data dictionary (bSDD) project.

Definition of a knowledge base: from classification to mapping of element's relations

The research project focuses on the possibility to link to the classification of a technical or spatial element to the requirements stated by regulations and its performance.

The experimentation is based on some operating assumptions whose practicality represents, in the end, the goal of the research.

Start from technical regulations to assign requirements to spaces classified by means of Omniclass table 13 (function by spaces), as well as to functions and technical elements; implement a classification strategy that permits to assign more tags to the same element to solve the problem of its dependency from multiple disciplines and procurement approaches. This complexity is managed thank to a pro-

Definizione di un modello di conoscenza: dalla codifica alla mappatura delle relazioni

Il progetto di ricerca verte sulla possibilità di collegare ad un codice della classificazione i requisiti e le prestazioni che la normativa tecnica esplicita con riferi-

mento all'elemento codificato, fisico o ambientale che sia.

La sperimentazione si fonda su alcune ipotesi operative la cui applicabilità rappresenta di fatto l'obiettivo della ricerca:

- mappare i requisiti in relazione agli spazi classificati secondo la tabella 13 di OmniClass (function by spaces), alle funzioni e agli elementi tecnici partendo dalla normativa tecnica;
- procedere ad una classificazione uno a molti degli elementi del modello nella quale la complessità operativa della sovrapposizione di più codici di classificazione viene governata adottando una logica di tipo processuale in cui il singolo elemento "nel tempo" può essere considerato solo in un unico modo (element - product - work result) e contestualmente una logica di tipo disciplinare nella quale il singolo elemento "all'interno di una disciplina" specifica trova una univoca collocazione;
- referenziare ciascun elemento tecnico del modello (modello digitale di prodotto) agli elementi spaziali in cui questo è collocato (spazi - unità ambientali) in modo tale da poterne mappare la dipendenza in termini di specifiche;
- riportare, in funzione della suddetta dipendenza, sulle unità spaziali le specificazioni di prestazione determinate dai singoli elementi tecnici configurati come sistema nell'ipotesi che i valori di prestazione possano essere simulati e quindi compilati nelle proprietà degli elementi spaziali del modello oppure direttamente calcolati e compilati per via relazionale

ness approach in which for every phase of the process an element can be considered only in one way depending on the fact that it is treated as an element, a product or a work result and concurrently it finds a proper collocation in the field of a discipline composing the building system, map the dependency of a technical element (digital model of a product) to spaces hosting it (rooms - zones). This strategy aims at compiling product requirements related to spaces specifications.

regarding this dependency, compile predicted performance of spaces generated by technical systems. This can be led in the hypothesis of obtaining performance values directly from model relations or alternately simulate performance values in external applications and then write them in space's parameters.

set up the discipline of model and code checking starting from the semi-automated compilation of values in the model and comparison of requirements and performances (if numerable)

As expressed in the following table it is possible in this information environment to manage complexity and multiplicity of element's classification reducing the problem by phase or discipline. At the very beginning of the process technical elements are identified with reference to table 21 (elements) based on Unifomat. This classification focuses on the function of elements and their dependency from spaces permits to compile automatically their requirements.

Requirements mapping is upgraded with increasing level of detail as well as the design is more defined. Omniclass tables encompass this evolution pro-

internamente al modello.

- istituire una pratica di controllo e validazione del progetto attraverso la compilazione nel modello di questi valori confrontando automaticamente i valori (ipotizzati numerabili) relativi a requisiti e prestazioni.

In un sistema siffatto è possibile governare la molteplicità dei sistemi di classificazioni gestendo gli elementi per fase e per disciplina.

Vengono individuati, in prima istanza, gli elementi costitutivi dell'opera, identificati secondo la tabella 21 (Elements), basata su UniFormat, ponendo l'accento sulla funzione degli stessi. La loro dipendenza dagli spazi permette di compilarne automaticamente i requisiti.

La fase di mappatura dei requisiti si ripete con maggior grado di dettaglio all'approfondirsi delle scelte di progetto e al variare delle fasi e dei soggetti coinvolti spostandosi attraverso le tabelle di Omniclass (da elements a Work Results a Products).

Operativamente tale strumento viene evaso mediante la redazione di una matrice che raccoglie gli articoli della classificazione e li associa ai requisiti che vengono specificati per ciascun elemento tecnico.

Problematiche di compilazione dei valori e soluzioni di computational design e data integration per la gestione informativa

La ricerca si è per il momento limitata a verificare le ipotesi operative in relazione alla disciplina strutturale.

Le problematiche riscontrate riguardano principalmente la necessità di compilare i requisiti di un elemento tecnico strutturale a partire da differenti aspetti di sistema, segnatamente le condizioni di carico e le caratteristiche passive di resistenza al fuoco.

cess by offering different classification systems that can be superimposed to elements in the model referring to their meaningfulness to a specific phase or discipline.

This activity generates an overall matrix that expresses classification codes and points them to every item considered by phase or discipline.

Issues in data compilation and applications of computational design and data integration for information modeling and management

At the moment, the research is limited to the structural discipline. The main issues are related to the difficulty of compiling requirements of a structural item starting from different system aspect. In particular it is clear that loads and fireproofing conditions come out from rooms and zones specifications and need to be translated in technical

elements specification.

By referring elements to spaces it is possible to define the proper design of each element but the complexity and variability that comes out from the differentiation of each element in relation to its dependency from a specific condition of use acts in opposite to the standardization and simplification that characterize procurement, assembly and construction process of structural elements. It happens very often that structural slabs are designed with reference to the maximum loads of the floor even where they can be reduced as in technical spaces.

The research points out the key role of computational design as the discipline and tool that links input and output data of simulation and analysis applications to the information collected in the model. In this sense it is relevant to note that design of beams and pil-

La referenziazione degli elementi agli spazi permette di definire in maniera puntuale la progettazione di ciascun elemento tecnico ma la variabilità che una definizione così spinta delle condizioni d'uso comporta mal si adatta alle esigenze di semplificazione dei processi produttivi e di installazione che connotano soprattutto gli elementi strutturali; di fatto i solai sono tipicamente progettati con riferimento ai carichi massimi di piano anche laddove i carichi di esercizio risultano più contenuti (spazi di servizio) Significativo appare invece l'uso del computational design per integrare i dati in ingresso della simulazione con i valori dei carichi permanenti monitorati dal modello. Essendo infatti la progettazione degli elementi strutturali lineari (travi e pilastri) più aderente alla realtà fisica dell'edificio una disamina puntuale dei carichi non può che portare ad una ottimizzazione del design. Allo stesso modo risulta strategico il ricorso al CD al fine di riportare nel modello le condizioni di carico e i valori di resistenza degli elementi. Tale attività nasce dalla possibilità di far leggere ad applicazioni di CD basi di dati organizzate in formato CSV e pianificare un trasferimento delle stesse nei parametri degli elementi del modello. LA preparazione di questi database può imporre anche il ricorso ad applicazioni di data integration al fine di creare una struttura di dati che possa essere comodamente e correttamente trasferita al database edilizio. Assai significativo appare invece il fronte delle verifiche semi-empiriche finalizzate alla verifica di vulnerabilità sismica. In queste la lettura del contenuto informativo del modello da parte degli script di CD e la creazione di sistemi strutturali rappresenta un modus operandi articolato e irrinunciabile che trova nel BIM relazionale computazionale l'unico strumento di automatizzazione del processo di verifica predittiva.

lars doesn't follow the overall sense of standardization that characterizes the design of horizontal structures. By saying so we focus on the fact that a precise reduction of the performance of those elements to the actual conditions of

the model helps to optimize the overall design. In the same way, CD is fundamental to recollect in the model information regarding loading conditions and strength of structural elements. This

Conclusioni

Il progetto ha evidenziato significative prospettive di sviluppo sia in relazione alla possibilità di estendere il metodo ad altre discipline oltre a quella strutturale, sia in relazione alla importanza di procedere per ambiti di standardizzazione autonomi e processi di modellazione informativa indipendenti ma concorrenti.

In particolare appare importante studiare la interoperabilità e la collocazione delle informazioni sulle prestazioni di sistema relative agli aspetti del comfort termoigrometrico, acustico e visivo al fine di impostare una gestione della qualità globale dell'edificio.

Attraverso una attenta referenziazione dei metadati è possibile creare sistemi informativi standardizzati sui quali caricare di volta in volta specifiche di prestazione differenti compilate con riferimento a contesti geografici o disciplinari differenti.

Viceversa lo studio sulla compilazione delle prestazioni di sistema simulate partendo dagli output delle applicazioni di performance simulation (nel caso specifico modelli fem strutturali) ha un valore definitivo e permette la creazione di una base di conoscenza che una volta diffusa può contribuire alla qualificazione dei processi progettuali e quindi degli organismi edilizi.

Il carattere peculiare di questa ricerca riguarda però la possibilità, evidenziata dai test svolti, di bypassare la complessità della classificazione multipiattaforma agendo attraverso una fasizzazione dell'uso dei modelli e una organizzazione per discipline, e quindi per sistemi, degli elementi e dei parametri a questi relativi, tra i quali le differenti classificazioni e specificazioni.

activity comes out from the possibility to make CD take information from external database and recollect it in model's parameters. This field of information modeling and management (IMM) refers to the discipline of data

integration and the relative applications. The importance of this competence is relevant because most part of this project regards the possibility to read and comprehend structures of data to transfer information to BIM

Tabella 2: organizzazione per fase e per disciplina del sistema di classificazione Omniclass

Table 2: organization by phase and discipline of Omniclass classification system

RELATIONSHIP OF WHEN OMNICLASS TABLES TO TABLE 31 - PHASES															
TABLES	31	11	12	13	14	41	49	21	22	23	32	33	34	35	36
	PHASES	Construction Entities by function	Construction Entities by Form	Spaces by Function	Spaces by Form	Materials	Properties	Elements	Work Results	Products	Services	Disciplines	Organizational Roles	Tools	information
Purpose	when	why	where	why	where	what	how	what	what+how	what	how	who	who	how	what
31.00.00.00		X													
31.10.00.00	Inception	X	X								X	X	X	X	X/R/O
31.20.00.00	Conceptualization	R	R	X	X						R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.30.00.00	Criteria Definition	O	O	R	R	X	X				R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.40.00.00	Design			O	O			X	X	X	R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.50.00.00	Coordination					O	O	R	R	R	R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.60.00.00	Implementation						O	O	O	O	R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.70.00.00	Handover							O	O	O	R/O	R/O	R/O	R/O	X/R/O
31.80.00.00	Operations								O	O	X/R/O	X/R/O	X/R/O	X/R/O	X/R/O
31.90.00.00	Closure									O	X/R/O	X/R/O	X/R/O	X/R/O	X/R/O

LEGEND
 DEFINITION X
 REFINEMENT R
 USE O

REFERENCES

- Afsari, K., Eastman, C.M. (2016), "A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models", *52nd ASC Annual International Conference Proceedings by the Associated Schools of Construction*.
- Biscaya, V.N., Tah, H.M. (2007), "A literature review on information coordination in construction", *Proceedings of the Seventh International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment*, University of Salford, 2007.
- Caldas, C.H., Soibelman, L. (2003), "Automating hierarchical document classification for construction management information systems", *Automation in Construction*, Vol. 12, No. 4, pp. 395-406.
- Cheng, C.P. et al. (2008), "Domain-specific ontology mapping by corpus-based semantic similarity", *Proceedings of 2008 NSF CMMI Engineering Research and Innovation Conference*.
- Crawford, R.H., Stephan, A. (2015), *The principles of a classification system for BIM: Uniclass 2015*.
- Ekholm, A., Fridqvist, S. (1996), "A conceptual framework for classification of construction works", *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-25.
- Ekholm, A., Häggström, L. (2011), "Building classification for BIM—Reconsidering the framework", *CIB W78-W102 2011: International Conference. CIB, 2011*.
- Godert, W. (1991), "Facet classification in online retrieval", *International classification*, Vol. 18, No. 2, pp. 98-109.
- Jørgensen, K.A. (2011), "Classification of Building Object Types: Misconceptions, challenges and opportunities", *Misopfattelser udfordringer og muligheder*.
- Kang, L.S., Paulson, B.C. (1997), "Adaptability of information classification systems for civil works", *Journal of construction engineering and management*, Vol. 123, No. 4, pp. 419-426.

models by means of BIM.

Very important seems to be the role of CD in structural predictive checks based on semi-empirical methods oriented at seismic vulnerability. The possibility offered by CD to read information relevant for developing vulnerability checks offers a tool and a discipline that is indispensable especially if considered in relation to automated processes regarding existing building data bases.

Conclusions

The project offers significant possibility to be developed in other disciplines besides the structural one. An aspect which is important to take into account is that it can be managed in autonomous fields of standardization and independent (but concurrent) information modeling processes.

It is very important to analyze the in-

teroperability and the placement of information about the aspect of thermal, acoustic and visual comfort in order to define a discipline for the management of total quality of buildings.

By managing metadata and linking them to model elements it is possible to create standardized information systems where to load specifications that change with localization and depend from discipline.

On the other side the research on the possibility to map performance simulations in the model starting from output generated by engineering applications (in this case FEM structural models) has a certain maturity and permits to create a knowledge base that, once shared, can qualify design process and building systems.

Beyond the IMM aspect, the actual result coming out of this research is to state the possibility to bypass the com-

Laakso, M., Nyman, L. (2016), "Exploring the Relationship between Research and BIM Standardization: A Systematic Mapping of Early Studies on the IFC Standard (1997–2007)", *Buildings*, Vol. 6, No. 1, p. 7.

Lou, E., Weng, C. and Goulding J.S. (2008), "Building and Construction Classification Systems", *Architectural Engineering and Design Management*, Vol. 4, No. 3-4, pp. 206-220.

Monteiro, A., Poças Martins, J. (2013), "A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design", *Automation in Construction*, Vol. 35, pp. 238-253.

plexity of multi-platform classification.

This can be managed by producing a phase based organization of the models and, after that, a discipline dependent and a systems dependent organization of model's elements. In this generation of phase, discipline and system dependent models the parameters can be compiled referring to proper Uniclass tables and point on effective specifications.

Dialogo di/Dialogue of **Maria Pilar Vettori** con/with **Jesús Aparicio, Jesús Donaire, Alberto Campo Baeza, Ignacio Vicens y Hualde** (Madrid, 1-2 March 2017)

Maria Pilar Vettori *La scuola madrileña pone da sempre grande attenzione al rapporto tra teoria e prassi del progetto. Le interviste ad alcuni suoi esponenti hanno lo scopo di comporre un dialogo a più voci che ponga l'attenzione sul tema del progetto di architettura come azione al tempo stesso intellettuale e tecnica, fin dalla sua concezione legato alla sua costruibilità e fondato su una profonda sapienza costruttiva e tecnologica.*

Jesús Aparicio, Jesús Donaire, Alberto Campo Baeza, Ignacio Vicens, architetti e docenti formati e operanti alla ETSAM, rappresentano le voci di tale dialogo; o meglio la voce, con i toni delle diverse generazioni, di un unico canto corale.

Dall'osservazione della loro realtà professionale appare fondamentale l'approccio quasi "artigianale" con cui operano, una poetica progettuale radicata ai valori classici della nostra disciplina e allo stesso tempo rivolta ad incorporare la cultura tecnologica contemporanea; dalla conoscenza del loro contributo teorico al dibattito disciplinare emerge una figura di architetto umanista inteso come uomo di cultura, all'interno di un approccio alla cultura intesa come sapienza storica ma anche tecnica.

Il confronto tra elaborazione teorica e pratica progettuale, la relazione tra esperienza professionale e didattica dell'architettura, la pratica del progetto come occasione di elaborazione teorica e il rapporto con il processo costruttivo, l'impegno nella diffusione della teoria e della critica di architettura in continuità con l'opera dei maestri, sono i temi su cui è stato impostato il dialogo, aprendo a considerazioni personali sopra una visione universale dell'architettura, del mestiere, dei fondamenti su cui si radica.

Ne emerge un quadro di posizioni coerenti seppur articolate sul valore didattico dell'opera costruita, sul necessario impegno nella teorizzazione dei principi della nostra disciplina, sulla complessità

del progetto come sintesi di requisiti prestazionali, canoni stilistici, poetiche spaziali consolidate, esigenze sociali. Una concezione di architettura la cui buona riuscita è inevitabilmente legata all'equilibrio tra il materiale e l'immateriale, tra principi scientifici e umanistici, tra tecnica e poetica.

Jesús Aparicio Guisado

(1960) Architetto alla ETSAM e Premio di Roma all'Accademia di Spagna, docente ordinario alla Politecnica di Madrid, visiting professor al Politecnico di Milano e in altre scuole europee, statunitensi e sudamericane. Ha ricevuto numerosi premi internazionali e ha rappresentato la Spagna alla Biennale di Architettura di Venezia nel 2000. Le sue architetture, case, allestimenti, centri sociali, al pari delle sue pubblicazioni, dimostrano un approccio che non scinde teoria e pratica.

Fare, dire, pensare

Il rapporto tra teoria e pratica penso sia un tema proprio della cultura architettonica spagnola in generale, e probabilmente di alcuni altri contesti come Portogallo e Finlandia, a differenza, ad esempio, di casi come quello statunitense, dove la netta divisione tra mondo accademico e pratica professionale individua due distinte carriere, dando luogo ad un approccio alla pratica professionale completamente diverso.

Personalmente trovo molto difficile rompere l'unità tra ciò che si pensa, ciò che si dice e ciò che si fa. In questa "triplice" forma di approccio, ciò che si indaga, ciò che si insegna e ciò che si costru-

TECHNOLOGICAL CULTURE, THEORY AND PRACTICE OF ARCHITECTURAL DESIGN

Maria Pilar Vettori *The Madrid school has always paid close attention to the relationship between theory and practice of design. These interviews, with some of the exponents of the school, aim at composing a plurivocal dialogue, focusing on the theme of architectural design as -simultaneously- intellectual and technical action, bound up, from its conception, to its buildability, and founded on a deep knowledge of construction and technology.*

Jesús Aparicio, Jesús Donaire, Alberto Campo Baeza and Ignacio Vicens, architects and professors trained and operating at the Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM), are the voices of this dialogue; or better the voice of a single choral work, composed by different generational pitches.

By observing their professional world, we can see the fundamental nature of their almost "craftsmanlike" approach - a de-

sign poetry rooted in the classical values of our discipline and, at the same time, fully committed at incorporating the contemporary technological culture. From their theoretical contribution to the disciplinary debate, we can discern the figure of a humanist architect as a man of culture, within an approach to culture perceived as knowledge of a historical yet also technical nature.

The dialogue, paving the way for personal considerations based on a universal vision of architecture, the profession and the foundations in which it is rooted, has been structured on the comparison between theoretical knowledge and design practice, on the relationship between professional experience and architectural teaching, on design practice intended as occasion of theoretical process, on the relationship with the construction process and on the commitment to diffusion of architectural theory and criticism in

continuity with the work of the masters. What emerges is a framework of stances, coherent while branching into the educational value of the built work, into the necessary commitment to theorisation of the principles of our discipline, and into the complexity of design as a synthesis of performance requirements, stylistic canons, consolidated spatial poetry and social needs. A concept of architecture whose success is inextricably tied to the balance between the material and the immaterial, between scientific and humanist principles, and between technique and poetry.

Jesús Aparicio Guisado

(1960) Architect at ETSAM and winner of the Gran Premio di Roma at the Accademia di Spagna in Rome, Full Professor at the Politécnica de Madrid,



isce, non solo si alimentano ma si riconoscono l'uno nell'altro: si può riconoscere la propria opera nel proprio pensiero, il proprio pensiero attraverso la propria opera e si deve insegnare qualcosa che abbia a che fare con questo. Un triangolo in cui si inquadra quello che conta in architettura.

Altrimenti entriamo quasi in una sorta di processo schizofrenico: è molto difficile pensare una cosa, dire un'altra cosa e farne un'altra ancora, perché questa coerenza può esprimersi meglio se teoria e pratica vanno insieme e, direi, anche l'insegnamento. La didattica è probabilmente una terza declinazione della teoria e della pratica: raccontare agli altri ciò che si pensa e ciò che si fa.

and Visiting Professor at the Politecnico di Milano and other schools in Europe, the United States and South America. He has received numerous international awards and represented Spain in the International Architecture Exhibition of the Biennale di Venezia in 2000. His architectural works, houses, exhibition designs and community centres, like his publications, demonstrate an approach that does not separate theory from practice.

Doing, Saying and Thinking

I believe the relationship between theory and practice is a key theme of Spanish architectural culture in general, and probably of other contexts like Portugal and Finland. Differently, in cases like, for example, the United States, the division between the academic world and the professional practice is clear and it identifies two distinct careers, giving

rise to a completely different approach to professional practice.

Personally, I find it very difficult to break the unity between what we think, what we say and what we do. The elements of this "threefold" approach - what we investigate, what we teach and what we build - not only feed one another, but can also be recognised in one another: our work is recognisable in our thinking, and our thinking through our work. We must teach something about this: a triangle, framing what is important in architecture.

Otherwise, we enter into a kind of schizophrenic process: it is very difficult to think one thing, say another one and do something else again. Coherence can be better expressed if theory and practice go hand in hand and, I would say, teaching, as well. Teaching is probably a third declination of theory

In questo triangolo tra *hacer* (fare), che è costruire, *decir* (dire), che è insegnare, e *pensar* (pensare) che è teorizzare, c'è il campo che a me interessa in architettura: se rompiamo uno dei lati, la linea di relazione tra due dei tre elementi, il campo cessa di esistere e viene meno la convergenza dei tre nella coerenza. Gli studenti, che sono giovani e molto ricettivi, capiscono bene quando i tre livelli stanno nello stesso obiettivo.

Circostanza e sostanza nella didattica dell'architettura

Penso che l'educazione debba "trivellare" nel senso di perforare e raccogliere entrambi i livelli, materiale e culturale, che con-

formano l'essere umano, aspirando a raggiungere la profondità dei valori, che è qualcosa di atemporale, che ha a che fare con l'eterno e lo spirituale.

E poi c'è l'insegnamento vero e proprio. Penso che sia importante tenere conto delle circostanze ma raggiungere la sostanza: di fronte ai problemi quotidiani, perché di fatto gli architetti si occupano di problemi quotidiani, bisogna tuttavia dare di più. Un architetto spagnolo, Alejandro de la Sota, citava un detto, "quando ti danno un gatto per una lepre", cioè qualcosa di cattivo per qualcosa di buono, per ricordare che noi architetti dobbiamo fare il contrario: ci chiedono una cosa, dobbiamo dare di meglio. Che sia poco o molto di più, ci si riferisce comunque a quel livello di conoscenza che è il livello spirituale o più profondo della questione.

Pertanto, la didattica è circostanza e sostanza. La circostanza è la vita pratica, le condizioni oggettive, e la sostanza sono i valori. L'equilibrio tra questi due componenti, materia e spirito, è quello che conta.

and practice: telling others what we think and do.

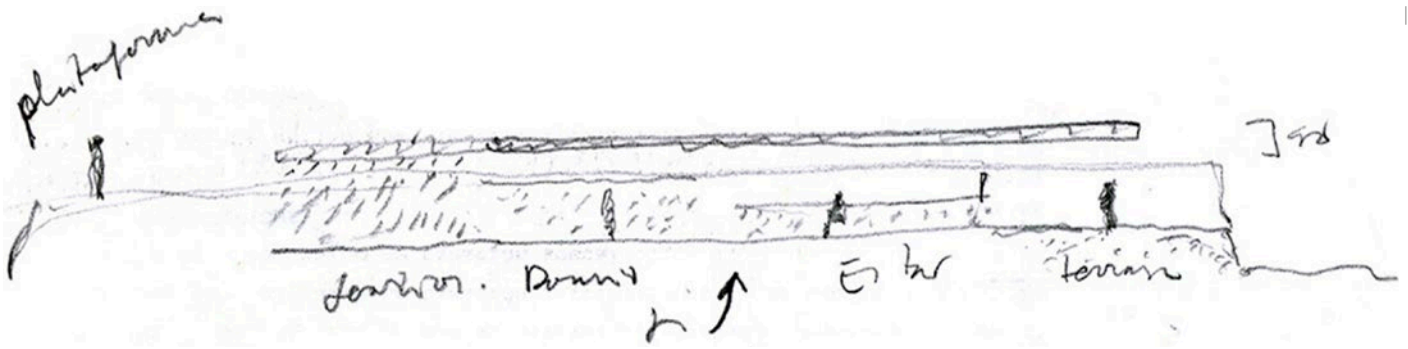
Within this triangle, between *hacer* (constructing), *decir* (teaching) and *pensar* (theorising), lies the field of architecture that interests me. If we break one of the sides - the line linking two of the three elements - then the field ceases to exist and we lose convergence of the three in coherence. Students, who are young and very perceptive, understand clearly when the three levels fit into the same objective.

Circumstance and Substance in Architectural Teaching

I think education needs to "bore through", in the sense of perforating and encompassing the two levels (material and cultural) that form a human being, aspiring to reach the depth of values, which are something timeless, to do with eternity and spirituality.

And then there is teaching in its truest sense. I think it is important to take account of the circumstances but also to reach substance: even when faced with everyday problems - and architects do, in fact, deal with everyday problems - we must give more. A Spanish architect, Alejandro de la Sota, used to quote the expression, "when they give you a cat for a hare", i.e. something bad for something good, to remind us that we architects must do the opposite: when asked for something, we must give better. Regardless of whether this is a little or a lot more, we are, in any case, referring to that level of cognition that is the spiritual or deeper level of the issue.

Teaching is, therefore, circumstance and substance. Circumstance is the practical world (objective conditions) while substance is values. The balance between these two components (material and spiritual) is what is important.



01 | Jesús Aparicio Guisado, schizzo per la Casa dell'orizzonte
Jesús Aparicio Guisado, sketch for the Horizon House

Un grande filosofo spagnolo, José Ortega y Gasset, ha scritto un bellissimo libro, intitolato *Meditazione sulla tecnica e altri saggi su scienza e filosofia* che contiene alcuni discorsi pronunciati in dialogo con Martin Heidegger in cui si discute il ruolo della tecnologia come strumento di dominio della natura, con il quale l'uomo acquisisce un nuovo modo di vivere. Sostanza e circostanza sono il quotidiano che ci viene dato, e noi dobbiamo arrivare a un livello superiore, che trascende le generazioni e raggiunge in qualche modo il livello della cultura. Uno, con cose circostanziali, raggiunge l'altro, perché lavorando solo sul materiale si rischia di perdere la parte profonda della questione; come i filosofi che, diceva Ortega – che era un filosofo –, se perdono la materialità del pensiero finiscono per diventare matti.

La cultura tecnologica è riconoscere i valori che porta la tecnologia, vale a dire la tecnologia non solo come circostanza, ma come cultura costituita da quei valori che vanno al di là di quello che si vede in un determinato momento, come hanno scritto in tanti, da Sant'Agostino, Mies van der Rohe e Ortega y Gasset. E il fatto che la tecnologia cambi nel tempo non significa che i valori cambiano, i valori rimangono. C'è una parte di permanenza in ogni tempo. Per esempio, io non credo che ci sia molta distanza tra l'aspirazione dell'architetto del Partenone e l'aspirazione di Mies Van de Rohe in Casa Tugendhat quando vogliono alleggerire lo spazio, e lo fanno come possono, uno

con le colonne e l'altro con piastre cromate che riflettono i pilastri: entrambi cercano la leggerezza e ognuno la persegue con gli strumenti forniti dalla propria epoca. Ma le idee restano, perché il desiderio degli uomini è abbastanza universale e, dai tempi di Stonehenge, le idee sono ancora riconoscibili e solide, pur attuandosi in altri modi.

Progettare per un orizzonte prossimo e lontano

Gli elementi fondamentali per affrontare un progetto direi che sono tre, almeno: il primo è l'uomo, "per chi" si fa il progetto; il secondo è l'uso, "per cosa"; il terzo è il luogo, "dove". Tutti i progetti passano da questi tre parametri. Probabilmente li potremmo decomporre in molti fattori, ma di fatto, l'architettura è per un uomo, per un uso e in un luogo. Possiamo introdurre altri elementi, come ad esempio il tempo, che potrebbe essere il quarto fattore. Ma il tempo, il "quando", è l'attualità che c'è sempre, per cui lo lascerei come un dato di fatto.

Come didattica, ricerca e esperienza sono i lati di quello spazio triangolare che abbiamo citato prima, anche questi tre fattori definiscono uno spazio e se ne manca uno il pensiero smette di concentrarsi. È come giocare a biliardo: solo se si gioca dentro un perimetro chiuso la palla rimbalza e le sue traiettorie si incontrano e si concentrano su un obiettivo dando diverse visioni

A great Spanish philosopher, José Ortega y Gasset, wrote a wonderful book entitled *A Meditation on Technique and other Essays about Science and Philosophy*. The book contains several speeches given in debate with Martin Heidegger which discuss the role of technology as a tool for dominating nature, through which man is acquiring a new way of living. Substance and circumstance are what we are given every day, and we must reach a higher level, which transcends the generations and, in some way, achieves the level of culture. One, through circumstantial things, leads to the other: if we work with the material alone, we risk losing the profound aspect of the issue, like philosophers who, as Ortega (a philosopher himself) said, end up going mad if they lose the materiality of thought. Technological culture is about recognising the values that technology

brings; technology not merely as circumstance but as culture consisting of those values, beyond what we can see at any given moment, as many people, from Saint Augustine to Mies van der Rohe and Ortega y Gasset, have written. And the fact that technology changes over time does not mean that the values change; the values remain. There is an element of permanence in every era. For example, I do not see much distance between the aspiration of the architect of the Parthenon and Mies Van de Rohe's aspiration in Villa Tugendhat, both wishing to lighten the space and doing it as best they could, one using columns and the other using chrome plating to make the pillars reflective: each seeking lightness and each pursuing it using the tools provided by their time. Yet ideas remain, because men's desires are relatively universal; since the age of Stonehenge,

ideas are still recognisable and solid, merely implemented in other ways.

Designing for a Near and Distant Horizon

There are, in my view, three key elements to tackle a design project. The first is the person ("for whom" we are designing). The second is the purpose ("for what"). The third is the place ("where"). All designs are the product of these three parameters. We could probably break them down into numerous factors, but architecture is, in reality, for a person, for a purpose and in a place. We can introduce other elements; for example, time could be the fourth factor. Yet time, (the "when"), is the currentness that is always there, and so I would leave it as a given. Just as teaching, research and experience are the sides of that triangular space we mentioned earlier, these three

factors, too, define a space and, if one is missing, the thought ceases to focus. It is like playing pool: only if we play within a closed perimeter does the ball bounce back so that its trajectories cross and focus on a goal, providing different visions of problems. These superimposing viewpoints are analyses of the problem, which converge. If the perimeter is open, the visions do not converge but, instead, diverge. In teaching and design, "closing the circle" means coherence, while leaving it open means incoherence. It is difficult to close it, but it is worth the effort.

My design for the *Horizon House* represents the translation into practice of much of this theory. It has a sense of time, and part of the house is linked to the place, the stone of the land: almost an "archaeological topography". My aim was to summarise what I think and what I teach: a scientific and yet, at



02 | Jesús Aparicio Guisado, Casa dell'orizzonte
Horizon House, Campo Charro, Salamanca (ph. Hisao Suzuki)

dei problemi. Queste sovrapposizioni di sguardi sono analisi del problema che convergono. Se il perimetro è aperto le visioni non convergono ma divergono. In didattica e progetto “chiudere il cerchio” è la coerenza; lasciarlo aperto è l'incoerenza. È difficile da chiudere, ma ne vale la pena.

Il mio progetto per la Casa del Horizonte rappresenta la traduzione pratica di buona parte della teoria. C'è il senso del tempo e una parte della casa ha a che fare col luogo, la pietra del terreno,

the same time, universal, humanistic approach. A way of tackling a near and distant horizon.

Architecture's response as something that is specific to a place and is, at the same time, universal, is a subject that interests me. I believe this approach has changed, particularly in relation to our time. We need to understand (it should be explained to students) that there is a profound difference between what we do in terms of craftsmanship, what is specific to a place and what belongs to the world of industry.

Once, I designed a small house in a place which had not only a wonderful landscape but also skilled stone and metal workmanship.

In such contexts, I believe we should begin to design by reflecting on materials, considering metal elements and stone walls, because, for a 70-m² house, it would be illogical to import materials

from China.

This means starting to design from a place, and on the base of its values; I have nothing against some materials coming from China, but I think this equilibrium between the elements of the design helps a great deal if used as a starting point for the project.

I must add a fifth aspect to the previous ones: the question of costs, which is less poetic, but exists nonetheless. Architects are also administrators of resources, made available to resolve a problem in the most beautiful way possible. This balance also depends on the scale of the subject: industry and local workmanship are both necessary, and, for each project, must be established how to combine the two realities. A design must belong to its time, its contemporaneity and a place. This helps the design process. For example, rather than considering using wood in the Sahara, building

quasi una “topografia archeologica”. Lì ho cercato di riassumere quello che penso e quello che insegno: un approccio scientifico e al tempo stesso universale, umanistico. Come si affronta un orizzonte prossimo e lontano.

Un tema che mi interessa è la risposta dell'architettura come qualcosa proprio di un luogo e al tempo stesso che appartiene all'universale. Questo approccio credo sia cambiato, soprattutto in relazione al nostro tempo. Bisogna capire (andrebbe spiegato

with mud, as occurs in many North African cities, since it belongs to the place, and building wooden houses in Finland. Sadly, we are forgetting this aspect: it seems that any solution may be used anywhere, and, in effect, this can be the case, if the economic resources are available. However, some things work well in a given place while others make no sense. I think that resolving this problem, in terms of design and construction, is a very important issue for the architectural practice.

I also believe that project supervision is very important in architectural practice. Before we began to see a distinction between head and hand, after the industrial revolution, sixteenth-century architects had everything in their heads. In a way, we need to restore that relationship; we need to find a way for the head to work with the hand and the hand to be connected to the head. I

think this umbilical cord is very important. Each of us, then, decides how to put architecture into practice. We each decide the size of our practice, knowing what we are doing. To compare our profession to the fashion world, the *prêt-à-porter* designer is not a tailor. If the latter attempted *prêt-à-porter*, it would not work, and vice versa. We each have a role to play. I am a tailor, as I am well aware, which means I cannot work on twenty projects a year, nor even ten. I sew using a particular type of buttons and fabrics, unlike the way things are done in *prêt-à-porter*. Yet both these approaches exist.

The profession of architect is not a mask that can be placed on another body; it cannot be an external, almost decorative, component of the process. The architect, rather, makes the decisions on all levels, and it is logical, therefore, for architects to know about structure

agli studenti) che c'è una profonda differenza tra quello che si fa artigianalmente, che è proprio di un luogo, e quello che appartiene al mondo all'industria.

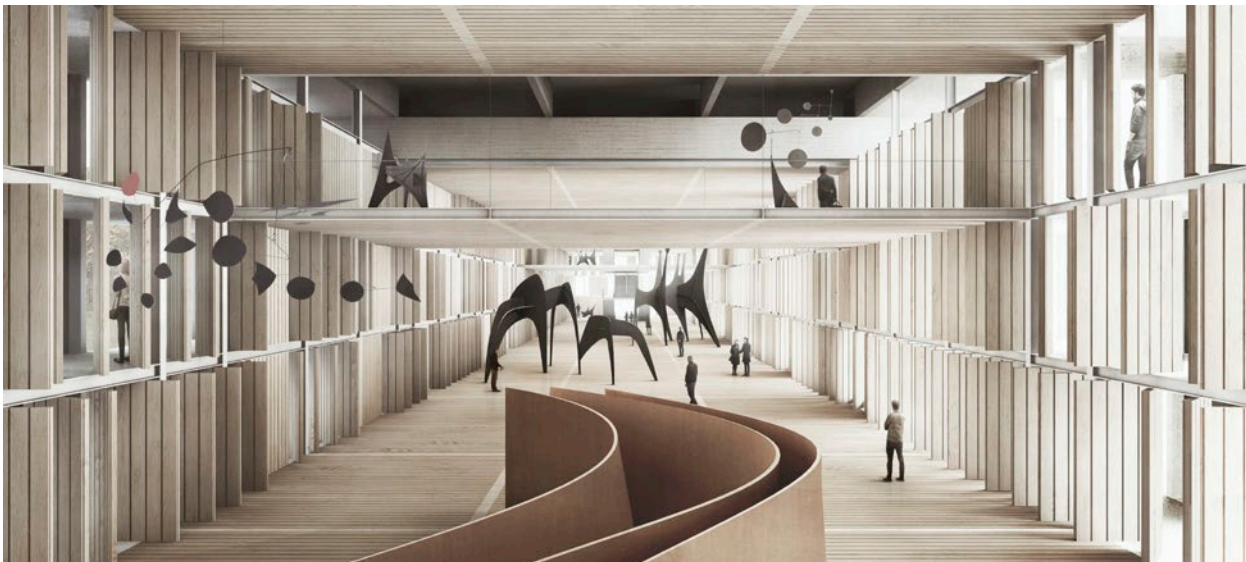
Una volta ho progettato una piccola casa in un luogo in cui oltre a un paesaggio meraviglioso c'era una buona mano d'opera nel lavorare la pietra e il metallo. In contesti come questo, credo si dovrebbe progettare partendo dalla riflessione sui materiali, pensando a elementi in metallo e pareti in pietra, perché per una casa di 70 mq sarebbe sproporzionato importare i materiali dalla Cina. Significa iniziare a progettare a partire da un luogo e sulla base dei valori di quel luogo; non ho niente in contrario che alcuni materiali vengano dalla Cina, ma questo equilibrio tra gli elementi del progetto penso che aiuti molto se è preso come punto di partenza. Devo aggiungere un quinto aspetto a quelli di prima: il tema dei costi. È meno poetico però esiste. Gli architetti sono anche amministratori di risorse, risorse messe a disposizione per risolvere un problema con la maggior bellezza possibile. Questo equilibrio dipende anche dalla scala dei temi: industria e tecnica locale sono entrambi necessari e ciò che è importante stabilire, in ogni progetto, è come combinare le due situazioni. Un progetto deve appartenere al suo tempo, alla sua contemporaneità e a un luogo. Questo aiuta il progettare. Per esempio, invece che pensare di utilizzare il legno nel Sahara, è bene costruire con il fango, come si fa in molte città del Nord Africa, in quanto appartiene al luogo. E costruire invece case di legno in Finlandia.

Purtroppo stiamo dimenticando questo aspetto: sembra che qualunque soluzione possa apparire ovunque, perché effettivamente può essere così, se ci sono le risorse economiche. Tuttavia ci sono cose che stanno bene in un luogo e altre che non hanno senso. Penso che sia una questione molto importante per la

pratica dell'architettura: risolvere in termini di progettazione e costruzione questo problema.

Nella pratica dell'architettura credo che anche il controllo dell'opera sia molto importante. L'architetto del Cinquecento aveva tutto in testa, prima che cominciasse a vedersi la distinzione tra testa e mano, dopo la rivoluzione industriale. In un certo senso dobbiamo recuperare quel rapporto, dobbiamo fare in modo che la testa finisca con la mano e che la mano sia collegata alla testa. Questo cordone ombelicale penso che sia molto importante. Ognuno poi decide come mettere in pratica l'architettura. Ognuno decide la dimensione del suo studio, sapendo cosa sta facendo. Se paragono il nostro mestiere alla moda, chi fa il prêt-à-porter non è una sartoria. Se quest'ultima facesse prêt-à-porter non funzionerebbe e viceversa. Ognuno ha un suo scopo. Io sono un sarto e lo so, e questo vuol dire che non posso lavorare su venti progetti l'anno, né dieci. Cucio un certo tipo di bottoni e di stoffa, diversamente da come si fa in un prêt-à-porter. Tuttavia esistono entrambi gli approcci.

L'architetto non è una maschera che si mette su un corpo che è altro, non può essere una componente esterna, quasi decorativa, del processo. L'architetto, al contrario, prende le decisioni, a tutti i livelli. E pertanto non bisogna sorprendersi che un architetto sappia di struttura, sappia di costruzione. L'architettura è costruzione e struttura, non l'assemblaggio di dati che gli vengono forniti. L'architetto è la testa che deve organizzare tutti i diversi elementi: dimensioni, strutture, impianti, sistemi costruttivi, ambiente, urbanistica, convergono in una unica soluzione al problema. Attribuire all'architettura un altro ruolo non credo sia architettura. L'architetto prende decisioni: strutturali, costruttive, formali. Un'altra questione è che venga aiutato, però mantenendo il



| 03

controllo dell'orchestra. L'orchestra la dirige il direttore: entrano i violini, le corde, e tutti gli strumenti, ma l'architetto-direttore non è un pezzo che fa il tutto. E senza direttore non funziona. Se ciascuna competenza arriva con la sua ultima decisione tecnica, serve più che mai qualcuno che abbia la visione del tutto.

Io credo che la maggior parte del lavoro si faccia prima di iniziare il progetto, prima di prendere la prima decisione, mettendo tutti i dati sul tavolo al fine di prendere decisioni con tutti i dati in testa. In questo modo si prendono decisioni molto più coerenti. Sicuramente è una prassi complessa ma, ad esempio, se devi tenere una certa sezione di muri per esigenze impiantistiche va considerato prima, e non alla fine quando l'impianto dell'aria condizionata arriva come un elefante in una cristalleria. Io non credo che l'architetto debba rispondere a un capriccio, deve piuttosto risolvere un problema come un medico. Il medico, solo quando ha tutte le analisi e fa la diagnosi, decide il trattamento. È molto difficile fare una diagnosi e stabilire un trattamento se non ci sono le analisi.

La mia storia: i maestri e le opportunità

A ciascuno la vita porta dove porta. Come diceva sempre Ortega, siamo noi e le nostre circostanze: le circostanze definiscono la nostra forma di essere e di interpretare le cose. Se devo raccontare la mia storia la definirei in due gruppi, i maestri e le opportunità.

La formazione che ho avuto come architetto ha influenzato fortemente il mio modo di pensare e di vedere l'architettura. Tra i maestri metto Joaquín Planell che mi ha insegnato a disegnare; José Manuel López Peláez che mi ha insegnato a ordinare; Alberto Campo Baeza che mi ha insegnato a sognare; Javier Sáenz de Oiza

and construction. Architecture is constructing and structuring, not putting together the given information given to it. The architect is the head that must organise all the different elements: dimensions, structures, installations, building systems, environment and urban planning. All converge in a single solution to the problem. Attributing a different role to architecture is not, in my view, architecture. The architect makes decision on structure, construction and form. Another issue is that he must be assisted, while maintaining control of the orchestra. The conductor directs the orchestra: the violins, the strings and all the other instruments come in, but the conductor-architect is not one of the parts that make up the whole. Without the conductor, it does not work. If each area of expertise arrives with its final technical decision, someone with an overall vision is need-

ed more than ever.

I believe most of the work is done before the design process begins, before the first decision is made, by putting all the information on the table in order to make decisions with all the data in mind. Far more coherent decisions are made this way. It is certainly a complex practice, but, for example, if a certain wall section is needed due to installation requirements, this must be considered beforehand and not when the air conditioning system arrives like a bull in a china shop. I do not believe it is the architect's job to indulge whims but, rather, to resolve problems like a doctor. Only when a doctor has all the test results does he make a diagnosis and decide on the treatment. It is very difficult to make a diagnosis and establish a treatment without the test results.

che mi ha insegnato a essere contraddittorio; Kenneth Frampton che mi ha insegnato la teoria; e Juan Navarro Baldeweg, che mi ha insegnato lo sguardo sottile e poetico sui problemi.

Dall'altra parte ci sono tre opportunità importanti che ho avuto, tre viaggi. Sono stati viaggi molto lenti durante i quali osservavo gli edifici e disegnavo. Anziché fotografare, ho riempito molti quaderni con disegni: era un modo per lasciare nella memoria le cose che volevo ricordare. Il museo dell'architettura è il mondo. Le tre esperienze sono: l'anno che ho passato all'Accademia di Spagna a Roma, i tre anni che ho frequentato la Columbia University a New York e metà di un anno in cui ho studiato a Tokyo, recentemente. Roma e New York sono stati più di 25 anni fa, Tokyo due o tre anni fa. Tokyo mi è servito quasi più per avere conferma di alcune questioni, perché, non avendo mai visto l'altro lato del mondo, mi sono reso conto che i problemi profondi dell'essere umano non dipendono né dal tempo né dallo spazio, in quanto ovunque trovi risposte simili a problemi simili. Ognuno con il proprio modo di risolverli, ma non c'è molta differenza tra il palazzo Katsura e l'Acropoli. Ci sono molti temi comuni. C'è solo un diverso approccio al problema.

Scrivendo il programma di un corso che terrò in una università sudamericana che si intitola *Il maestro e la sua opera*, non ho voluto parlare di me, bensì di molte persone, attraverso quello che ho imparato io da loro, dai miei maestri e dai viaggi. A Roma ho conosciuto Palladio, Bernini, Borromini, Libera, le loro opere. Negli Stati Uniti ho conosciuto Kahn, Mies, Wright, Neutra, Sullivan e tanti altri che sono stati altrettanti insegnamenti. Con tutti questi contributi ho costruito i miei valori, lasciandoli decantare, in un processo che si può raccontare solo dopo molti anni. Siamo come animali ruminanti, che mangiano e poi dige-

My Story: Masters and Opportunities

As Ortega always said, we are ourselves and our circumstances: circumstances define the way we are and the way we interpret things. To tell my story, I would have to divide it into two areas: masters and opportunities.

The training I have had as an architect has strongly influenced my way of thinking and seeing architecture. Among my masters, I include Joaquín Planell, who taught me to draw, José Manuel López Peláez, who taught me to organise, Alberto Campo Baeza, who taught me to dream, Javier Sáenz de Oiza, who taught me to be contradictory, Kenneth Frampton, who taught me theory, and Juan Navarro Baldeweg, who taught me to view problems in a subtle and poetic way. In the other area, I have had three opportunities; three journeys. They were very slow journeys during which I ob-

served buildings and drew. Rather than taking photographs, I filled numerous notebooks with drawings, which was a way of committing to memory the things I wanted to remember. The museum of architecture is the world.

These three experiences were the year I spent at the *Accademia di Spagna* in Rome, the three years I studied at Columbia University in New York, and the half-year I recently spent studying in Tokyo. Rome and New York were more than 25 years ago, and Tokyo was two or three years ago. Tokyo was almost more useful in providing confirmation on certain issues: never having seen the other side of the world, I realised that the fundamental issues of being human do not depend on time or space, since we find similar responses to similar problems everywhere. Each has its own way of solving them, but there is not much difference between the Katsura

riscono. Nelle epoche in cui ruminavo, non ero cosciente come invece sono diventato molto tempo dopo. Ci vuole tempo, come un alambicco, che si distilla in molti anni. Solo adesso mi rendo conto di cose che ho visto 26 anni fa a Villa Adriana, o quando sono entrato in Santa Maria del Fiore.

Ho intitolato il corso *Genotipo e Fenotipo*, volendo parlare di quello che quasi geneticamente ti viene dai maestri e dai luoghi che ti hanno cambiato e che ti hanno insegnato a guardare. L'architettura è precisione e la precisione è definita dalla materia e dalla misura. Guardavo questi luoghi e imparavo a imparare. Tutto questo ha costruito il mio pensiero come architetto. Poi ho fatto i progetti, ho scritto testi, ma quelli sono solo segni di quello che ho imparato.

Jesús Donaire

(1974) *Architetto formatosi presso la Università Politecnica di Madrid e la Columbia University di New York, premiato dalla Reale Accademia di Spagna a Roma. Professore associato all'ETSAM, visiting professor presso atenei stranieri, ha tenuto conferenze in università europee, degli Stati Uniti e Canada. Dirige lo studio "Jesús Donaire Architecture + Communication office" realizzando progetti di architettura, e occupandosi di diffusione della cultura architettonica come curatore di pubblicazioni, mostre e premi a scala internazionale. I suoi progetti sono stati pubblicati a livello internazionale ed esposti alla XIII Biennale di Architettura a Venezia e alla III edizione della Triennale di Architettura a Lisbona.*

palace and the Acropolis. There are many common themes, merely a different approach to the problem.

When writing the programme for a course, entitled "The Master and his Work", which I will be holding at a South American university, I wanted to talk not about myself but about a lot of people, through what I have learned from them; from my masters and my journeys. In Rome, I learned about Palladio, Bernini, Borromini and Libera, and their works. In the United States, I got to know Kahn, Mies, Wright, Neutra, Sullivan and so many others who have been equally educational. All these contributions helped me to form my values, leaving them to decant in a process which can only be recounted many years later. We are like ruminating animals which eat and then digest. During my rumination periods, I was not as aware as I then became, much later on.

It takes time, like an alembic which distils over many years. I am now becoming aware of things I saw 26 years ago in Hadrian's Villa, or inside the *Cattedrale di Santa Maria del Fiore* in Florence.

I named the course "Genotype and Phenotype", referring to what is passed to us, almost genetically, by the masters and places that have changed us and taught us how to look. Architecture is precision, and precision is defined by materials and dimensions. I looked at these places and learned to learn. All this constructed my thinking as an architect. Later, I created designs and wrote books, but those are merely traces of what I have learned.

Jesús Donaire

(1974) *Architect trained at the Universidad Politécnica de Madrid and*



Praticare la teoria attraverso il dialogo

concetto si può capire il nostro mestiere: la cultura, la poesia, l'estetica e, naturalmente, il riscontro sociale, suggeriscono sicuramente una soluzione architettonica, ma solamente attraverso una esatta e profonda conoscenza della struttura costruttiva e della tecnologia dei materiali.

Le prassi e gli strumenti che normalmente utilizziamo nelle attività progettuali e didattiche prevedono la ricerca approfondita e continua di soluzioni teoriche e pratiche da utilizzare nel progetto specifico, unitamente all'uso di strumenti ed elaborazioni grafiche. Fondamentale è la collaborazione con i giovani, che hanno grande padronanza dei software di grafica, grazie alla quale possono lavorare, in forma parallela, con strumenti tradizionali come plastici e modelli fisici, che da sempre sono strumenti fondamentali sia per la professione sia per la didattica.

Sull'elaborazione teorica e la pratica progettuale devo confessare che il dialogo con lo studente e un'attenta pianificazione didattica sono il motore propulsivo che muove l'interesse alla ricerca

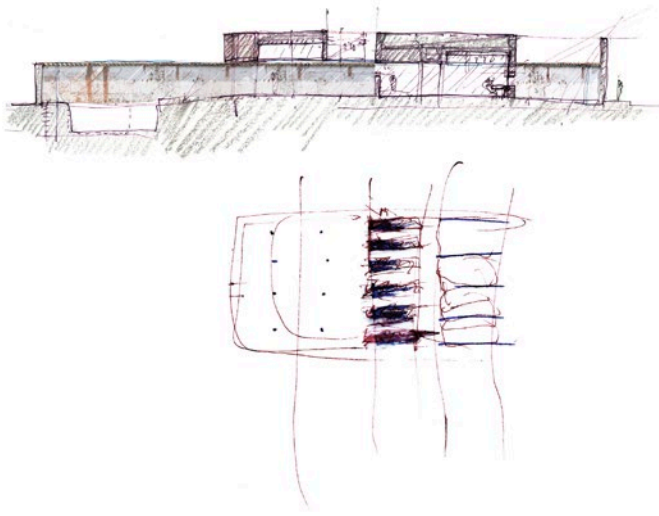
Nel rapporto tra teoria e prassi del progetto non penso esista una reale dicotomia. Da questo

Columbia University, New York, and award-winner at the Reale Accademia di Spagna in Rome. Associate Professor at ETSAM and Visiting Professor at foreign universities, he has held conferences at universities in Europe, the United States and Canada. He runs the studio "Jesús Donaire Architecture + Communication Office", carrying out architecture projects, and works in the dissemination of architectural culture, editing publications and curating exhibitions and awards on an international scale. His designs have been published at international level and exhibited at the 13th International Architecture Exhibition of the Biennale di Venezia and at the 3rd edition of the Lisbon Architecture Triennale.

Practising Theory through Dialogue
In my view, there is no real dichotomy in the relationship between Design

theory and practice. Our profession can be understood based on this concept: culture, poetry, aesthetics and, of course, social response certainly suggest an architectural solution, but only through a precise and profound knowledge of building structure and material technology.

The procedures and tools we normally use in design and teaching involve an in-depth and ongoing search for theoretical and practical solutions to be used in the project in question, alongside graphic design processes and tools. It is essential to work with young people who have a good command of graphics software, which we can use in parallel with traditional tools like scale models and physical models which have always been essential tools both in the professional world and in teaching. On the subject of theoretical knowledge and design practice, I must con-



teorica e pratica per l'applicazione delle idee e delle tecniche da utilizzare nell'azione progettuale.

Questo è quello che ci guida nella pianificazione di tutte le nostre attività didattiche, che, oltre all'elaborazione teorica, pongono le basi per la ricerca di nuovi strumenti tanto pratici quanto concettuali che aiutino a sviluppare il pensiero critico dello studente, e consolidare il nostro.

La didattica è la nostra più chiara area di pensiero e si prefigge di abituare il futuro "architetto" ad elaborare e fornire velocemente risposte alle richieste del cliente.

Nel quotidiano, la prassi lavorativa nello studio è frenetica ed esige risposte rapide, efficaci; in definitiva ci induce ad essere risolutivi con i problemi progettuali e veloci nel fornire la giusta risposta alle esigenze del cliente.

I clienti, normalmente, non capiscono la teoria architettonica fino al risultato finale dell'opera.

Tuttavia, un corso accademico necessita di un approccio teorico, dell'elaborazione di una strategia di pensiero da sviluppare intorno ad un concetto base, sul quale elaborare e sviluppare il proprio progetto.

fess that dialogue with students and careful planning of teaching are the engine that drives interest in the theoretical and practical search for application of ideas and techniques to be used in the design process.

This is what guides us in the planning of all our teaching activities, which, in addition to theoretical knowledge, provide the basis for the search for new tools, both practical and conceptual, to help develop students' critical thinking and to consolidate our own.

Teaching is our clearest area of thinking and strives to accustom future "architects" to quickly formulating and providing responses to clients' needs.

Day to day, working life in the studio is frenetic and demands fast and efficient responses; ultimately, it calls upon us to be decisive in dealing with design problems and to be quick in providing the right response to clients' needs.

Clients, as a rule, do not understand the architectural theory until they see the final result.

However, an academic course requires a theoretical approach and the formulation of a thinking strategy to be developed around a basic concept, upon which the design itself will be developed.

Teaching to Evolve

In the last 20 years, society has undergone radical change which I believe is still assimilating. It is difficult to measure ourselves against a present that is altering so quickly and exponentially. In addition to changing existential values – now more diffuse and difficult to analyse – we have the Internet revolution to contend with. The boundaries between public and private life seem to be disappearing; they are blurred. The insistent presence of the media is provoking a constant reinterpretation

Insegnare ad evolvere

Negli ultimi vent'anni, la società ha subito un cambiamento radicale, e credo che ancora lo stia assimilando. È difficile confrontarsi con un presente che cambia così velocemente ed esponenzialmente. Al modificarsi dei valori esistenziali, ora più diffusi, più complessi da analizzare, dobbiamo sommare la rivoluzione di Internet. I limiti tra il pubblico e il privato sembrano scomparire, sono vaghi. L'insistente presenza dei media provoca una reinterpretazione costante dei valori esistenziali nella persona; mentre nel passato le generazioni più longeve stabilivano, con la loro esperienza, i principi e i valori esistenziali, al giorno d'oggi sono le generazioni più giovani che provocano il cambiamento, i dubbi, i nuovi comportamenti sociali, e questo fa sì che i valori cambino continuamente.

Di conseguenza, i lavori vincolati alla cultura tecnologica sono, inevitabilmente, un fattore chiave da interpretare nel momento in cui si vanno a definire percorsi formativi per i futuri professionisti e insegnamenti universitari. Questo implica un continuo reinventarsi del corpo docenti, una domanda molto esigente in un panorama contemporaneo in perenne mutamento.

Ogni generazione deve lasciare la traccia delle proprie invenzioni, ed è nostra responsabilità di docenti quella di insegnare allo studente a maneggiarle in modo tale che le sue azioni rispettino sempre i valori della nostra società.

Gli elementi teorici basilari nell'insegnamento dell'architettura sono quegli elementi classici, che si sono evoluti con la tecnica: la struttura e la materia, e tutti quegli altri elementi non materiali che sono propri della conoscenza di un architetto, come la composizione (ordine, geometria e forma) e l'uso della luce. Mi riferisco anche al termine "evoluzione" perché, dentro questi elementi teorici, esiste una comune e

of existential values in people. Indeed, in the past, the older generations used their experience to establish existential principles and values. Nowadays, however, it is the younger generations that elicit change, doubts and new social behaviours, and this means that values are continually changing.

Consequently, jobs linked to technological culture are, inevitably, a key factor to be interpreted when setting up training courses for future professionals and university tuition. This requires constant reinvention of the faculty, a significant challenge in a perpetually changing contemporary landscape.

Each generation must leave the mark of its own inventions, and it is our responsibility as professors to teach students to wield these in such a way that their actions always respect the values of our society.

The basic theoretical elements of archi-

tectural teaching are those classic elements, which have evolved with technique (structure and materials), and all those other non-material elements that make up an architect's knowledge, such as composition (order, geometry and form) and use of light. I also use the term "evolution" because these theoretical elements include a common and indispensable knowledge of the history of architecture. Indeed, without this knowledge, it is difficult to progress and almost impossible to evolve. Assimilating new, contemporary techniques and developing across-the-board skills with graphic and three-dimensional design tools: these are the fundamental elements that education of this discipline possesses for teaching experimentation with the fundamental theoretical elements.

There is a direct and profound relationship between professional experience

imprescindibile conoscenza della storia dell'architettura; senza questa conoscenza è difficile progredire, è quasi impossibile evolversi. Assimilare le nuove tecniche contemporanee, e sviluppare un'abilità a tutto campo con gli strumenti grafici e tridimensionali, sono gli elementi che la didattica di questa disciplina dispone per insegnare a sperimentare con gli elementi teorici fondamentali.

Tra l'esperienza professionale e la didattica c'è una relazione diretta e profondamente stretta. Senza esperienza professionale è molto più complesso stabilire la relazione tra teoria e pratica. Assorbire i problemi dell'esperienza professionale è fondamentale per trasmettere allo studente la capacità di risolverli, sempre lottando per difendere le nostre idee.

Purtroppo l'ideale di un'architettura utopistica, lontana dai problemi reali, non ha senso di esistere. Non si può omettere la realtà dell'economia e della sostenibilità di un progetto, la relazione complessa con le imprese costruttive, le caratteristiche uniche di

ogni cliente, la gestione del tempo e il necessario approccio imprenditoriale di uno studio professionale.

La buona gestione di tutti questi elementi genera una conoscenza e un'esperienza tali da offrire una capacità al docente di tradurre questa realtà nel campo della didattica, sempre tesa a difendere e rispettare le buone idee architettoniche per far sì che possano diventare una realtà costruita.

Progettare, costruire, comunicare

Penso sia molto importante la multidisciplinarietà della pratica professionale. Il mio studio lavora in due ambiti professionali paralleli: la costruzione architettonica, e la comunicazione e diffusione della cultura architettonica. Questo ultimo aspetto si sviluppa curando e progettando esposizioni artistiche, occupandosi di editoria di libri e cataloghi, coordinando un blog sulla cultura architettonica, organizzando premi di architettura. Con questo voglio mettere in evidenza che



i progetti su cui ci impegniamo sono di scala contenuta e di natura sempre diversa. Questo, effettivamente, lo possiamo definire come un lavoro di grande dedizione e di spiccato carattere artigianale.

Ogni progetto richiede la medesima energia e dedizione, tanto per lo sviluppo di un concorso per un museo, una ristrutturazione per una piccola abitazione o l'edizione delle notizie settimanali del nostro blog.

La nostra elaborazione progettuale non è predefinita, anche se certamente esistono delle invarianti, quali un interesse per l'ordine e per la chiarezza strutturale e un interesse per il linguaggio dell'architettura che creiamo.

Con il termine "linguaggio" mi riferisco al dialogo tra materia e spettatore (cioè il fruitore dell'architettura o la città nella quale si costruisce). Nella mia tesi di dottorato, che si intitola *La trasformazione della facciata nell'architettura del XX secolo*, ho affrontato un tema per me estremamente stimolante, e cioè come la tecnologia permetta di reinterpretare la relazione tra interno ed esterno. Su questo argomento trovo molto interessante il lavoro di Toyo Ito, che credo sia uno tra gli architetti contemporanei che più abbia sviluppato questo concetto. Apprezzo il suo carattere sperimentale. Il lavoro che realizzò per il progetto nella città di Gent, con l'architetto Andrea Branzi, mi sembra un punto di svolta molto significativo che delinea un prima e un dopo nella comprensione dell'idea di facciata.

Anche il cantiere è parte fondamentale del processo, la costruzione dell'idea. Noi lo affrontiamo come un processo di dialogo e, soprattutto, come un processo di apprendimento congiunto alla molteplicità delle competenze coinvolte: tecnici, imprese di costruzione, istituzione.

and teaching. Without professional experience, it is much more difficult to establish the relationship between theory and practice. It is crucial to absorb the problems of professional experience to transmit to students the ability to solve them, while constantly fighting to defend our ideas.

Unfortunately, the ideal of a utopian architecture, far removed from real-life problems, is pointless. We cannot ignore the reality of a design's economy and sustainability, the complex relationship with construction firms, the unique characteristics of each client, time management, and the necessity of an entrepreneurial approach for a professional studio.

Effective management of all these elements generates knowledge and experience that provide professors with the ability to translate this reality into the field of teaching, always aimed at de-

fending and enforcing good architectural ideas so that they may become a built reality.

Designing, Building and Communicating

I believe it is very important for professional practice to be multidisciplinary. My studio works in two parallel professional areas: architectural construction and knowledge, and communication and diffusion of architectural culture. The latter takes place through curation and design of art exhibitions, publishing of books and catalogues, coordination of a blog on architectural culture, and organisation of architecture awards. I mention this in order to highlight the fact that the projects we work on are small in scale and always different in nature. This can, effectively, be defined as work of great dedication and outstanding craftsmanship.

Nel processo costruttivo, la nostra preoccupazione è quella di porci come moderatori tra le necessità del cliente, i nostri interessi e l'impresa edile che opererà in cantiere.

La relazione con il cantiere è molto diretta e si opera un lavoro continuo di sviluppo dei dettagli, lavorando a diretto contatto con il capocantiere e tutte le varie maestranze.

La catena della conoscenza L'Italia è uno dei più grandi riferimenti per la nostra cultura architettonica, non solo per il suo grande passato storico ma anche per gli esempi del secolo scorso e per la rilevanza che mantiene nel panorama attuale.

La mia tesi di dottorato si apre con un capitolo dedicato a Roma e a Borromini. Credo che l'Italia e la Spagna condividano un'idea molto vicina di architettura, molto più profonda di una comune appartenenza territoriale (mediterranea); una comprensione dell'architettura come "trasmettitore" di cultura e motore di cambiamento sociale. Un esempio molto chiaro di questo essere "motore di cambiamento" si può trovare nella Spagna democratica e nell'evoluzione del potere politico.

Kenneth Frampton ha scritto che l'Italia e la Spagna possiedono una radicata cultura di città-stato, che aiuta a rafforzare una profonda identità sociale. I due paesi hanno una colta classe media, espressione di una socialdemocrazia illuminata, che esige un'architettura di qualità dai suoi professionisti. Ne è esempio anche la politica dei concorsi di architettura che, come David Chipperfield è solito dire della Spagna, "favoriscono l'esistenza di almeno un buon progetto di architettura in ogni piccola città". Credo che dell'Italia potremmo dire lo stesso.

Questo approccio ha formato una generazione molto importante

Each project requires the same energy and dedication, whether it relates to the organisation of a contest for a museum, the renovation of a small dwelling or the publication of our blog's weekly news.

Our project development procedure is not predefined, although there are certainly invariables such as attention to order and structural clarity and concern for the language of the architecture we create.

The term "language" refers, here, to the dialogue between the material and the spectator (i.e. the user of the building or the city in which it is built). In my PhD thesis, on the transformation of the façade in 20th-century architecture, I tackled a subject which is, for me, extremely stimulating, namely the way in which technology makes it possible to reinterpret the relationship between interior and exterior. I find Toyo Ito's

work on this topic very interesting: I believe he is one of the contemporary architects who have most developed this concept and I appreciate his experimental nature. The work he did on the project in the city of Ghent, with the architect Andrea Branzi, seems to me a very significant turning point, marking a before and after in the perception of the idea of a façade.

The building site is also a fundamental part of the process: the construction of the idea. We approach it as a process of dialogue and, above all, as a learning process in concert with the multiplicity of competencies involved: technicians, construction firms and institutions.

During the construction process, our concern is positioning ourselves as mediators between the client's needs, our interests and the construction firm which will be working on the site.

Our relationship with the construction

di grandi architetti in Spagna, come Francisco Saenz de Oiza, Alejandro de la Sota o Miguel Fisac. Sullo stesso piano in Italia possiamo parlare di Gio Ponti, Luigi Moretti, Adalberto Libera e, naturalmente, Giuseppe Terragni, che senza dubbio sono tutti importanti riferimenti per la Spagna.

Si può rileggere la loro influenza anche in alcuni miei progetti, come un'abitazione che sto costruendo in questo momento. Da questi grandi architetti è venuta la generazione successiva, in una sorta di catena di conoscenza molto interessante che si trasmette dal maestro all'alunno, grazie alla quale il progetto contemporaneo è molto affine a quello radicato nella cultura che si manifesta dal razionalismo ai giorni nostri.

Al di là della mia formazione come architetto, ho avuto la fortuna di poter studiare negli Stati Uniti, con grandi professori come Kenneth Frampton o Bernard Tschumi. L'educazione americana, come quella italiana e quella spagnola, è un ottimo esempio del necessario dibattito tra teoria e pratica.

Forse in Spagna in alcuni momenti abbiamo dedicato più tempo a costruire che a teorizzare, probabilmente grazie anche alla fortuna di poter costruire un paese nuovo in occasione di grandi eventi quali i Giochi Olimpici di Barcellona, o l'Esposizione Universale di Siviglia. Fortunatamente, l'abbondanza di opere costruite e di molti edifici pubblici necessari a modernizzare il paese, ha generato un'interessante cultura di pubblicazioni sotto forma di riviste e giornali che ci hanno permesso di fare critica e, in un certo senso, teoria dell'architettura. La diffusione della teoria e la critica, dunque, alimentano senza dubbio l'architettura contemporanea. La tecnologia progredisce molto rapidamente, però penso che l'architettura abbia una capacità straordinaria di avanzare e raggiungere velocemente la tecnologia. Abbiamo grandi esempi di momenti

relativamente vicini nel tempo come Archigram, Archizoom, Superstudio, Cedric Price, che hanno avuto una grande capacità di avere una visione sul futuro e tenere il passo con esso, diventando così riferimenti per la nostra cultura contemporanea.

Alberto Campo Baeza

(1946) Alberto Campo Baeza racconta nelle sue biografie di aver visto la luce a Cadice, dove si trasferisce all'età di due anni. Docente emerito della ETSAM, ha insegnato anche a Zurigo (ETH), Losanna (EPFL), in Belgio (Ecole d'Architecture di Tournai) e in alcune università statunitensi (University of Pennsylvania in Philadelphia, the Kansas State University, the CUA University in Washington) e tenuto conferenze in tutto il mondo. Ha ricevuto numerosi e prestigiosi premi di architettura per opere note in tutto il mondo e oggetto di numerose mostre tra cui alla Crown Hall di Chicago e alla Basilica Palladiana di Vicenza, New York, Tokyo, Teheran. Sul tema dell'architettura come idea costruita ha pubblicato numerosi testi, tradotti in varie lingue.

Ragione, memoria, tecnologia

Io sostengo da sempre che il principale strumento di un architetto è la ragione. In occasione della celebrazione della mia carriera accademica sto raccogliendo una selezione di testi in un libro che ho intitolato *Affilando il bisturi*. Mio padre era chirurgo: per le stesse ragioni per cui un chirurgo deve avere il bisturi ben affilato per effettuare un'operazione, un architetto deve affilare il bisturi pensando e individuando le ragioni per un progetto. Un progetto non è mai un'at-

to sostengo da sempre che il principale strumento di un architetto è la ragione. In occasione

site is very direct, and we perform an ongoing task of developing the details, working in direct contact with the foreman and all the various workers.

The Chain of Knowledge

Italy is one of our greatest points of reference in terms of architectural culture, not only due to its glorious past but also to the specimens from the last century and the relevance it maintains in the current landscape.

My PhD thesis begins with a chapter on Rome and Borromini. I believe Italy and Spain share a very similar idea of architecture, which goes way beyond the (Mediterranean) geographical vicinity; rather, it is a perception of architecture as a "transmitter" of culture and a driving force for social change. An obvious example of this status as a "driving force for change" can be found in democratic Spain and the evolution

of political power.

Kenneth Frampton wrote that Italy and Spain possess a profound city-state culture, which helps to consolidate a deep-rooted social identity. Both countries have an educated middle class, the expression of an enlightened social democracy, which demands high-quality architecture from its professionals. Another example of this is our policy of architecture competitions which, as David Chipperfield often says of Spain, promote the existence of "at least one good piece of contemporary architecture" in every small town. I believe we could say the same of Italy.

This approach has created a very important generation of great architects in Spain, such as Francisco Saenz de Oiza, Alejandro de la Sota and Miguel Fisac. On equal footing, Italy has Gio Ponti, Luigi Moretti, Adalberto Libera and, of

course, Giuseppe Terragni, all of whom are undoubtedly important references for Spain.

Their influence is discernible even in small projects, such as in a house I am building at the moment. These great architects gave rise to the next generation in a very interesting kind of chain of knowledge, passed from master to student, thanks to which contemporary design is very akin to the one rooted in culture which has been unfolding from Rationalism to our time.

In addition to my training as an architect, I have had the good fortune to be able to study in the United States under great professors like Kenneth Frampton and Bernard Tschumi. American education, like that of Italy and Spain, is an excellent example of the necessary debate between theory and practice. Perhaps in Spain we have, on occasion, spent more time building than theoris-

ing, probably thanks to the opportunity to build new towns in honour of great events such as the Barcelona Olympic Games or the Universal Exposition of Seville.

Fortunately, the abundance of works built and the numerous public buildings needed in order to modernise a town have generated an interesting culture of publications in the form of magazines and newspapers, providing opportunities for criticism and, in a sense, for architectural theorising. The diffusion of theory and criticism, in turn, undoubtedly feed contemporary Architecture.

Technology is progressing very rapidly, but I believe architecture has an extraordinary capacity to advance and quickly catch up with technology. There are great examples of relatively recent experiences, such as Archigram, Archizoom, Superstudio and Cedric Price,



tività artistica nel senso di intuizione dell'artista che arriva e compie un gesto arbitrario. Tutti i grandi architetti, da Antemio di Tralles, al Bernini, a Mies, erano persone che operavano con una grande precisione.

Sottolineare l'importanza della ragione significa sottolineare l'importanza della tecnica. Poi viene la mano che traduce il pensiero, ma l'idea non viene volando, l'idea viene con la sapienza. Un architetto deve continuare a crescere, studiando. Mio padre studiava ogni volta che doveva affrontare un intervento chirurgico, tenendo il suo bisturi affilato attraverso lo studio continuo. Anche un architetto deve sempre studiare.

Pertanto anche la memoria, intesa come studio e conoscenza – Sant'Agostino scrive con una chiarezza assoluta sulla memoria – è uno strumento fondamentale per l'architetto. Un giorno domandavo agli studenti chi era Gustav Mahler e quasi nessuno lo conosceva, o meglio sapevano solo che è un musicista. Un architetto deve conoscere Mahler e “sfruttare” Mahler, così come “sfruttare” Dante, l'arte, la storia.

which have demonstrated a great capacity to envision the future and keep pace with it, thus becoming important references for our contemporary culture.

Alberto Campo Baeza

(1946) Alberto Campo Baeza tells, in his memoirs, of seeing the light in Cadiz, where he moved at the age of two. Professor Emeritus at ETSAM, he has also taught in Zurich (ETH), Lausanne (EPFL) and Belgium (Ecole d'Architecture in Tournai) and at several American universities (University of Pennsylvania in Philadelphia, Kansas State University and CUA University in Washington), and held conferences all over the world. He has received numerous and prestigious architecture awards for world-famous works and been exhibited in venues such as Chicago's Crown Hall, the Palladian Basilica

in Vicenza, Italy, and in New York, Tokyo and Teheran. He has published numerous books on the subject of architecture as a built idea, translated into various languages.

Rationality, Memory and Technology

I have always maintained that an architect's principle tool is rationality. In celebration of my academic career, I am putting together a selection of texts in a book which I have entitled *Sharpening the Scalpel*. My father was a surgeon and, for the same reasons why a surgeon must have a well-sharpened scalpel in order to perform an operation, an architect must sharpen his scalpel by thinking and identifying the rationality behind a design. Design is never an artistic activity, like the intuition of an artist who can make arbitrary gestures. All the great architects, from Antemius of Tralles to Bernini and Mies,

C'è una foto, molto pedagogica, di Mies e Le Corbusier di fronte al Partenone, nell'Acropoli. Né Mies né Le Corbusier hanno mai copiato, imitato la forma o il linguaggio dell'Acropoli o del Partenone, eppure hanno sempre saputo che c'è bisogno di avere le proprie radici affondate nella storia, non per copiare ma per sapere. E questa sapienza è necessaria. Questa sapienza, che è conoscenza della storia, è anche conoscenza della tecnologia.

Per esempio, il mio progetto per Zamora ha un angolo particolarmente raffinato, con un vetro che forma una sorta di triedro che evidenzia il concetto di costruzione. Quando sono stato a NY a ricevere l'Arnold Brunner Memorial Prize, nel 2013, c'erano Kevin Roche, Richard Meyer e anche gli architetti che hanno progettato la scatola di vetro per la Apple a New York. Loro mi hanno chiesto come sono riuscito a non avere giunti metallici nello spigolo del mio edificio a Zamora, dato che nel loro progetto sulla Quinta strada non erano riusciti ad evitarli. Io ovviamente avevo consultato un produttore specializzato in tecnologia del vetro – e una volta ancora si studia – grazie al quale ho scoperto un “diabolico” prodotto tecnologico che si chiama silicone strutturale.

Il centro della questione pertanto è una questione tecnologica, nello stesso modo in cui Mies consegue i concetti di trasparenza e continuità spaziale in quanto ha a disposizione tecnologie come l'acciaio e il vetro in moduli di grandi dimensioni. Tuttavia Palladio, o l'architettura gotica, anticipano il tema della continuità spaziale pur non avendo ancora a disposizione vetri di grandi dimensioni. Lo interpretano in altro modo, come ad esempio con l'assialità nella Rotonda, individuando un “centro di gravità permanente”. La sequenza di una porta di fronte all'altra raggiunge comunque quel concetto di trasparenza e di continuità, pur sen-

were not artists but, rather, people who worked with great precision.

To underline the importance of rationality means to underline the importance of technique. Then comes the hand that translates the thought, but the idea does not come unbidden; it comes through learning. An architect must continue to grow, by studying. My father used to study each time he had to perform a surgical operation, keeping his scalpel sharp through continual study. An architect must never stop studying either.

For this reason, the memory, perceived as study and knowledge (Saint Augustine wrote about the memory with incredible clarity), is an essential tool for the architect. One day, I asked my students who Gustav Mahler was, and hardly any of them knew, or knew only that he was a composer. An architect must be familiar with Mahler and

“draw on” him, the way he “draws on” Dante, art and history.

There is a very educational photograph of Mies and Le Corbusier outside the Parthenon, on the Acropolis. Neither Mies nor Le Corbusier ever copied or imitated the form or language of the Acropolis or the Parthenon, and yet they have always known that we must have our roots deep in history, not to copy but to learn. And this learning is necessary; this learning which is knowledge of history and knowledge of technology.

For example, my design for Zamora has an especially sophisticated corner with a window that forms an acute angle, resulting in a kind of trihedron which highlights the concept of construction. When I was in NY in 2013, receiving the Arnold Brunner Memorial Prize, Kevin Roche and Richard Meyer were there as well as the architects who de-

za il vetro. Quando successivamente arriva Mies van der Rohe, lui fa la stessa cosa con il vetro. Questa è tecnologia. Allo stesso modo l'architetto del Pantheon, con o senza Adriano o Agrippa, realizza una cupola con i cassettoni affinché sia leggera e ampia. E così il Pantheon, che è gloria pura, è tecnologia.

In questo senso io sostengo che i professori di costruzioni e strutture non possono non essere anche buoni architetti. La struttura è molto importante. Pensiamo a una donna bellissima: è bellissima innanzitutto perché ha uno scheletro bellissimo, una struttura perfetta. Questo è pedagogico ma è vero. Una vera struttura stabilisce l'ordine dello spazio. Non puoi dire di essere un artista senza confrontarti con la gravità. Newton lo diceva. Una piccola casa è una struttura, non molto di più.

Poesia e tecnica

La ragione, pertanto, è il principale strumento dell'architetto. Non

si può difendere l'architettura come "artisticità" ma neanche come pura ragione. La tecnologia non è una cosa che viene dopo a risolvere l'artisticità dell'artista.

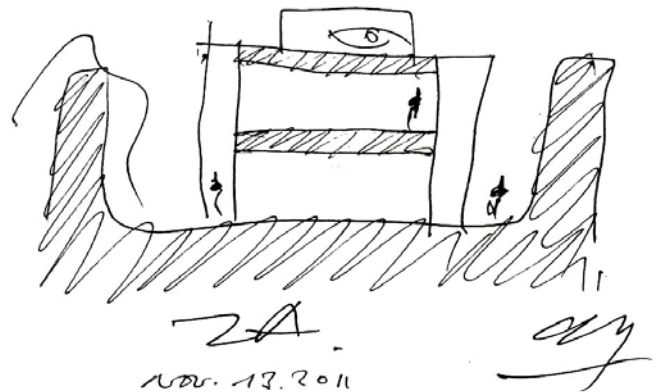
Alejandro de la Sota, che ho avuto la fortuna di incontrare appena arrivato in università e di averlo come primo docente, e che ogni mattina suonava al pianoforte un pezzo di Bach, diceva che non possiamo nemmeno immaginare che una madre faccia un bambino dimenticando di fare lo scheletro. Dal primo momento del concepimento lo scheletro c'è.

Al di là del sogno, io ribadisco sempre l'importanza della tecnologia, l'importanza della struttura che stabilisce l'ordine dello spazio, della costruzione, che rappresenta le parole di cui si ha bisogno per formulare una poesia. È ovvio che l'architettura ha un rapporto fortissimo con la poesia, ma non tanto nel dire "questa architettura

signed the glass cube for Apple in New York. They asked me how I had managed to use no metal joints in the corner of my building in Zamora, as they had not succeeded in avoiding them in their design on Fifth Avenue. I had, of course, consulted a manufacturer specialising in glass technology - studying, once again - thanks to whom I discovered a "devilish" technological product called structural silicone. The key to the problem was, therefore, a technological matter, in the same way in which Mies achieved the concepts of transparency and spatial continuity thanks to the availability of technologies such as steel and glass in large modules. However, Palladio, or Gothic Architecture, anticipated the issue of continuity despite the absence, at that time, of large panes of glass. They interpreted it in a different way, for example through axiality in *La Rotonda*, by identifying a "perma-

nent centre of gravity". The sequence of one door in front of another achieves that concept of transparency and continuity, even without glass. Later, when Mies van der Rohe came along, he did the same thing with glass. This is technology. In the same way, the architect of the Pantheon, with or without Hadrian or Agrippa, built a dome with coffers to make it light and spacious. Thus, the Pantheon, in its pure glory, is also technology.

In this sense, I maintain that teachers of building and structure cannot avoid being good architects. Structure is very important. Let us think of a beautiful woman: she is beautiful primarily because she has a beautiful skeleton; a perfect structure. This is pedagogical but true. A true structure establishes the order of the space. You cannot claim to be an artist without measuring yourself against gravity. Newton used





03 | Alberto Campo Baeza, Uffici per la Regione di Castilla e León
Castilla y León Regional Government Offices, Zamora (ph Javier Callejas)

è poetica”. Una poetessa e filosofa spagnola, María Zambrano, diceva che la poesia è la parola coniugata con il numero. Questa è la metrica che è difficile, ma si ha bisogno di conoscerla. Un sonetto, attraverso la metrica, stabilisce un rapporto con il corpo umano. Conoscere le regole della metrica non è per essere colti, è una necessità. Se dovessi pensare un piano di studi nuovo per architettura metterei la musica, la poesia e la filosofia. Perché si impara da tutto.

to say this. A small house is a structure, not much more.

Poetry and Technique

Rationality is therefore the architect's principle tool. Architecture cannot be defended as “artistry” but neither as pure reason. Rationality with knowledge of technology; technology is not something that comes later to resolve the artist's artistry.

Alejandro de la Sota, who I was fortunate enough to meet when I first arrived at university and to have as my first professor, and who played a piece by Bach on the piano every morning, used to say that it is inconceivable for a mother to make a child and forget to make its skeleton. The skeleton is there from the very moment of conception. Dreaming aside, I always stress the importance of technology, the importance of the structure that establishes the or-

der of the space, of the construction, as they are the words needed in order to formulate a poem. It is obvious that architecture is very closely related to poetry, but not in the sense that “this architecture is poetic”. The Spanish poet and philosopher María Zambrano said that poetry was the word agreeing with the number. This is metre, which is difficult but must be learned. A sonnet, through metre, establishes a relationship with the human body. Knowing the rules of metre is not putting on a cultured air; it is a necessity. If I had to devise a new study plan for architecture, I would include music, poetry and philosophy. Because we learn from everything.

In the Prado Museum, there is a very beautiful painting by Velázquez, called *Las lanzas* (meaning “the lances”, known in English as *The Surrender of Breda ndr*), depicting a moment fol-

Nel museo del Prado c'è un quadro bellissimo di Velázquez che si chiama *Las lanzas*, le lance, che rappresenta un momento successivo a una battaglia. Velázquez dipinge le lance parallele perfettamente verticali, quasi equidistanti. Io mi sono riferito a questo dipinto per parlare agli studenti dello spazio ipostilo: se metti gli elementi equidistanti si produce una musica, un'armonia. Ma Velázquez mette quattro lance inclinate, in contrasto con le altre,

lowing a battle. Velázquez painted the parallel lances perfectly vertical, almost equidistant. I have referred to this painting when talking to students about hypostyle spaces: by making the elements equidistant, you achieve music, harmony. However, Velázquez painted four lances at an angle, in contrast to the others, thus introducing a beautiful dissonance. By chance, a few months after making this observation, I saw a painting in Paris by Paolo Uccello: a battle scene in which the lances are at an angle, all except for four which are vertical. I counted the lances and there were the same number painted by Velázquez: Paolo Uccello depicted 25 slanted lances and four straight ones in counterpoint, while Velázquez painted 25 vertical and four slanted. Velázquez was undoubtedly familiar with Uccello before painting the battle.

In architecture, we must know what

we must do, reason and think. For this reason, while I am happy in what I do, each design takes me longer because I attempt to be rigorous and thorough, also in my approach to what I transmit to students. I recently designed a tomb. The initial idea was to make a hole at the centre of each side to allow the sunlight shine in. The principle I was aiming for was that of an isotrope. After studying the entire geometry of this lighting effect, we found that the position of the tomb within the cemetery was behind a larger tomb which would impede the light from shining on that spot. Therefore, the initial rationality of the design did not work and we had to think again.

I had also initially conceived the urn as a cube of white marble. I then considered having it decorating like Ghiberti's *Gates of Paradise*, with a sequence of narrations, but the client preferred to

introducendo così una bellissima dissonanza. Per caso qualche mese dopo aver fatto questa riflessione, a Parigi ho visto un dipinto di Paolo Uccello, una scena di battaglia in cui le lance sono inclinate, tranne quattro che invece sono verticali. Ho contato le lance ed erano lo stesso numero del dipinto di Velázquez: Paolo Uccello rappresenta 25 lance inclinate e 4 dritte come contrappunto, mentre Velasquez 25 verticali e 4 inclinate. È indubbio che Velasquez, prima di dipingere la sua battaglia, conosceva Uccello. In architettura si deve sapere cosa si deve fare, ragionare e pensare. Per questo, pur essendo felice di quello che faccio, ogni volta mi costa più tempo fare un progetto perché cerco di essere rigoroso e profondo, anche nella logica di quello che trasmetto agli studenti. Di recente ho progettato una tomba: la prima idea era fare un buco al centro di ogni lato per far penetrare all'interno la luce del sole. Il principio voleva essere quello di un'isotropia. Dopo aver studiato tutta la geometria di questo gioco di luci, scopriamo che la posizione della tomba nel cimitero è dietro una tomba più grande che impedisce alla luce di penetrare in quel punto. Quindi quella che era la ragione iniziale del progetto non funzionava più e abbiamo dovuto rividerlo.

Anche l'urna cineraria inizialmente l'avevo pensata come un cubo di marmo bianco. Poi ho pensato di farla decorata come la Porta del Paradiso del Ghiberti, con una sequenza di narrazioni, ma il cliente ha detto che la preferiva senza niente. E qui è subentrata un'altra ragione ancora.

Insegnare la libertà

Insegnare è una fortuna. Fare didattica è un regalo, perché si

impara più di quanto si insegna.

Come docente cerco di trasmettere l'architettura attraverso quel-

lo che sto facendo, non perché la mia opera sia speciale ma perché penso sia la via più precisa e diretta per insegnare.

Insegnare e progettare non è facile, ma per me è quello che permette di continuare ad "affilare il bisturi". Purtroppo richiede molto tempo e la difficoltà sta nel non poter talvolta scegliere a cosa dedicarsi. Soprattutto per i giovani. Tuttavia, rimanere nel mondo accademico, anche se richiede sacrifici, vale al pena. Il mio maestro Alejandro de la Sota, con cui avevo un rapporto speciale, mi aveva consigliato, una volta finiti gli studi, di stare fuori dall'università per cinque anni per lavorare e poi ritornare in università, per insegnare.

La libertà è la parola chiave. Ma libertà non significa libertinaggio. Ho scritto un testo in cui parlo delle tre gambe del tavolo: costruire, pensare e insegnare. Non si può scrivere una cosa diversa da quello che si fa. Bisogna essere coerenti perché c'è necessità di coerenza tra pensiero e azione, tra idea e creazione. Si scrive dando ragione di quello che si fa. Poco tempo fa Rafael Moneo ha tenuto una *lectio magistralis*, parlando in difesa dell'arbitrarietà. Ha portato un esempio molto bello raccontando la nascita del capitello corinzio come conseguenza del fatto che l'architetto potrebbe aver visto una donna con un cesto di fiori di acanto lasciato su una tomba su cui l'acanto era salito torcendosi. Rafael demagogicamente evidenziava come un gesto arbitrario possa costituirsi in norma di un ordine classico. Io però non sono d'accordo a difendere l'arbitrarietà come norma dell'architettura futura e contemporanea. Una cosa è fare un'architettura non necessariamente ortogonale, non necessariamente quadrata; si possono investigare altre geometrie, ma va fatto con una ragione. La libertà, che non è libertinaggio, è libertà con conoscenza e ragione. Non si può sostenere l'arbitrarietà, soprattutto di fronte agli studenti. Non ba-

leave it plain. It was then that yet another rationality took hold.

Teaching Liberty

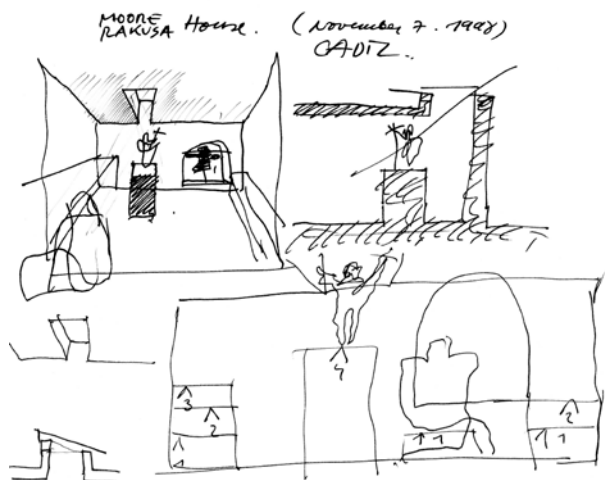
Teachers are fortunate. Teaching is a gift, because we learn more than we teach. As a professor, I seek to pass on knowledge of architecture through what I am doing, not because my work is special but because I believe this is the most accurate and direct way to teach.

It is not easy to teach as well as design, but it is what enables me, personally, to keep "sharpening the scalpel". Unfortunately, it takes up a lot of time, and the difficulty lies, at times, in choosing which area to work in. Especially for young people. However, even if it requires sacrifice, staying in the academic world is worthwhile. My master, Alejandro de la Sota, with whom I have a special relationship, advised me to

work outside of university for five years after finishing my studies and then come back and teach.

The key word is liberty. But liberty does not mean libertinism. I wrote a book which talks about the three legs of a table: building, thinking and teaching. We cannot write something other than what we do. We must be coherent, because coherence is needed between thought and action; between ideas and creation. Our writing justifies what we do. Rafael Moneo recently gave a *lectio magistralis* to mark the beginning of the second part of the course, speaking in defence of arbitrariness. He gave a wonderful example, telling the story of the birth of the Corinthian capital as a consequence of an architect perhaps seeing a woman with a basket of acanthus flowers which she left on a tomb, and the acanthus rising up and curling. Rafael demagogically highlighted

04 |





Ignacio Vicens Y Hualde

(1950) Architetto presso la ETSAM, Università Politecnica di Madrid dove è Professore ordinario di Progettazione Architettonica. È stato visiting professor, tenendo corsi e conferenze presso Università europee (Pamplona, Milano, Roma, Palermo, Parigi, Londra, Budapest, Oporto), americane (Harvard) e sudamericane (Montevideo, Città del Messico, Guatemala, Lima). Le sue opere, progettate con lo studio Vicens y Ramos fondato nel 1984 con il suo allievo José Antonio Ramos, hanno conseguito diversi premi e menzioni. Tra queste alcuni edifici pubblici e universitari, chiese, numerose residenze private e gli scenari papali a Madrid. Ha scritto libri e articoli, sulla propria opera, il proprio punto di vista e l'esperienza didattica.

Distruggere la dicotomia tra teoria e pratica

Il tema della teoria e della pratica del progetto mi appassiona: ho sempre difeso il concetto che

la pratica dell'architettura è impossibile se non è supportata da una previa concezione teorica. Sono convinto che dietro tante architetture banali, capricciose e formali quello che manca è una "muscolatura" teorica. Nella nostra epoca c'è un'assenza di teoria. Corriamo il rischio di disprezzare la teoria per dedicarci esclusivamente ad una pratica del progetto che spesso viene determinata non da quello che si deve fare ma da quello che si può fare. La libertà dell'architetto si è svincolata rispetto agli strumenti, tanto che si può fare quasi tutto. Tuttavia nessuno solleva il tema di cosa si deve fare, di cosa chiede l'architettura, di cosa chiede la cultura. Perché? Perché non esiste questa teoria previa.

sta un buon discorso per sostenere che un'opera di architettura è valida. Il discorso potrebbe essere buono ma l'opera non è detto che sia buona.

Per la lezione del mio pensionamento ho scelto come titolo *A cerca del disfrute intelectual* - intorno al piacere intellettuale. Quando ero piccolo ho letto l'Odissea. L'ho letta ancora l'anno scorso e ho pianto perché ora capisco molto di più.

Un vero architetto non è un genio. L'intuizione non è qualcosa di cieco ma la sintesi di conoscenze profonde. L'architettura non è una cosa veloce, nasce da una ricerca laboriosa. È un'azione intellettuale che ha bisogno di tempo.

the way in which an arbitrary gesture can establish itself as the standard of a Classical Order. I, however, do not agree with defending arbitrariness as a standard for future and contemporary architecture. It is one thing to create a building that is not necessarily orthogonal, not necessarily square; we can investigate other geometries, but it must be done rationally. Liberty that is not libertinism is liberty with learning and rationality. Arbitrariness cannot be supported, particularly in front of students. A good speech is not enough to support the validity of an architectural work. The speech may be good, but the work may not be.

For my retirement lecture, I chose the title, "A cerca del disfrute intelectual" ("On Intellectual Enjoyment"). When I was small, I read the *Odyssey*. Last year, I read it again and cried because I now understand it much better.

A true architect is not a genius. Intuition is not something blind but the synthesis of deep understanding. Architecture is not something fast; it is born of painstaking research. It is an intellectual action that takes time.

Ignacio Vicens Y Hualde

(1950) Architect at ETSAM, Technical University of Madrid, where he is a Full Professor of Architectural Design. He has also been a Visiting Professor, delivering courses and conferences at universities in Europe (Pamplona, Milan, Rome, Palermo, Paris, London, Budapest and Porto), the United States (Harvard) and South America (Montevideo, Mexico City, Guatemala and Lima). His works, designed through the Vicens y Ramos studio, founded in 1984 with his student José Antonio Ramos, have won

various awards and accolades. These include public buildings and universities, churches, numerous private residences and the papal stage sets in Madrid. He has written books and articles on his work, his viewpoint and his teaching experience.

Demolishing the Dichotomy between Theory and Practice

I feel very strongly about the subject of design theory and practice: I have always upheld the concept that architectural practice is impossible if not supported by a foundation of theoretical understanding. I am convinced that what is lacking in many mundane, whimsical and formal buildings is a theoretical musculature. There is an absence of theory in our era. We are running the risk of disregarding theory and, instead, focusing exclusively on a design practice that is often determined not by what we

should do but by what we can do.

Architects' freedom has taken flight with regard to tools, so much so that we can do almost anything. However, no-one is raising the issue of what we should do, what architecture wants, and what culture wants. Why not? Because no such underlying theory exists. Rafael Moneo recently gave a lecture at the school of architecture to mark the opening of the Master's courses. He dedicated the first part of his talk to explaining how, until the end of the 20th Century, architecture was comprehensibly theorisable and theorised: there were critics who succeeded in justifying architecture's rationality. However, from a certain point, which he identified as the triumph of post-modernism, there have been no critics capable of theorising, and each architect justifies his own way of working. This is a serious problem: we have entered the

Recentemente, alla scuola di architettura, Rafael Moneo ha tenuto una lezione di inaugurazione dei corsi del master e ha dedicato la prima parte della sua *lectio* a spiegare come, fino alla fine del secolo XX, l'architettura fosse comprensibilmente teorizzabile e teorizzata: ci sono stati critici che hanno saputo dare ragione delle ragioni dell'architettura. Tuttavia, a partire da un determinato momento che lui identifica nel trionfo della post-modernità, non ci sono stati più critici in grado di teorizzare, e ogni architetto dà ragione del proprio modo di operare. Questo è un problema grave: siamo entrati nel regno del volontarismo e del capriccio. Il grande problema di oggi è il deficit di teoria.

Quando noi abbiamo studiato a Madrid il problema era opposto, un eccesso di teoria, un bombardamento costante che faceva di Giorgio Grassi, Aldo Rossi, e tanti altri, la ragione per porre in crisi costantemente il nostro punto di vista, basato su approcci radicalmente distinti. Quando ho studiato, ad esempio, era appena uscito *Complessità e Contraddizioni nell'architettura* e noi, che avevamo letto Loos e rifiutato l'ornamento, ci siamo trovati di fronte a una rivendicazione della decorazione da parte di Venturi che affermava "architecture is shelter with decoration on it". Queste lotte teoriche e intellettuali influenzavano i nostri progetti, ma non nel senso che i nostri progetti tendessero ad essere, ad esempio, rossiani, ma perché la lettura de *L'architettura della città* ci ha cambiato la vita. Sapevo che erano approcci politici di alcuni ma allo stesso tempo c'erano altri approcci, c'era il dialogo, la battaglia intellettuale.

Per questa ragione io sono un "fossile" e continuo a credere nel potere della lettura, della lettura "sottolineata", come sono tutti i libri nella mia biblioteca.

Oggi il problema non è la pratica: i giovani possono fare quello

realm of voluntarism and whimsy. Today's great problem is a deficit of theory.

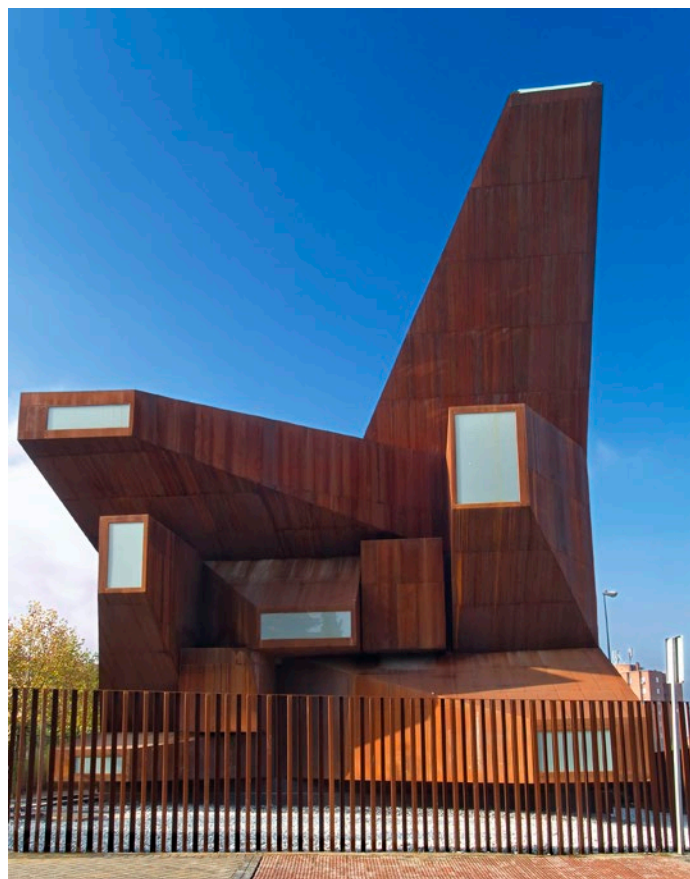
When we were studying in Madrid, we had the opposite problem: an excess of theory; a constant bombardment in which Giorgio Grassi, Aldo Rossi and countless others kept our viewpoint - based on radically different approaches - in a constant state of crisis. For instance, when I was a student, *Complexity and Contradiction in Architecture* had just come out and we, having read Loos and rejected ornament, found ourselves faced with a case for decoration by Venturi, who asserted that "architecture is shelter with decoration on it". These theoretical and intellectual struggles influenced our designs but not in the sense that our designs tended to be, for example, Rossi-esque, but, rather, because reading *The Architecture of the City* changed my life. I knew these were the

political approaches of some while, at the same time, there were other approaches; there was dialogue, intellectual battle.

For this reason, I am a "fossil" and continue to believe in the power of reading; of "underlined" reading, as all the books in my library are.

Today, the problem is not practice: the young can do what they want, almost literally, but what is it that they want? What are they striving for? This, in my opinion, is the issue. I always tell my students that they will only find what they are seeking if they know what that is. The first requirement of an intellectual is to be in the reality of things and, therefore, to aim for plausible goals.

How can we resolve this dichotomy between theory and practice in the idea of design? By demolishing the dichotomy. I insist to young people that theory and practice are one; design is a synthesis, never a collage.



che vogliono, almeno virtualmente, ma cosa vogliono? Che cosa cercano? Nella mia opinione questo è il tema. Dico sempre ai miei alunni che troveranno quello che cercano solo se sanno cosa cercano. La prima condizione di un intellettuale è stare nella realtà delle cose e per questo cercare obiettivi plausibili.

Come risolvere questa dicotomia tra teoria e pratica nell'idea di progetto? Demolendo la dicotomia. Insisto con i ragazzi che teoria e pratica sono una cosa sola, il progetto è una sintesi, mai un collage.

A synthesis of several different levels of need (urban planning, costs, scheduling, etc.) which an intellectual must necessarily digest and metabolise in order to formulate a response.

Teaching through Experience

I had a great stroke of luck: the same year in which I finished university, my master, Javier Carvajal, invited me to teach at the university with him and, from that moment, my entire professional life has developed alongside my life as a professor. I would not know how to disassociate one from the other, now. I consider myself lucky, having been able to combine practice and teaching. But I also consider my students privileged, because they have teachers who have succeeded in making these two things compatible.

I seek to convey not theory disconnected from reality nor solipsistically

invented thinking but, rather, the paths that I personally have walked, at times with suffering and mistakes, but always with interest. In my teaching, I provide something that is not *in vitro* theory but actual events. Is it possible to teach architecture without experience of architecture? It is, but it seems to me increasingly reductive and difficult.

As Giorgio Grassi so beautifully put it, architecture is not one but many. There is no theory of architecture that has not attempted to explain itself in the context of real life, to embody itself in reality, and which is not, at the same time, experience of this theory. Consequently, we can affirm that architecture is a plurality, of various approaches and many different metabolisations. And this protects from the risk of uniformity.

Therefore, a teacher is an architect who reflects on this discipline but has, at the same time, sought to create reality and



Sintesi di una quantità di livelli distinti di sollecitazione, (urbanistica, costi, programma, etc.) che un intelletto deve necessariamente digerire e metabolizzare per arrivare a una risposta.

Insegnare l'esperienza

Io ho avuto una fortuna enorme: lo stesso anno che ho finito l'università, Javier Carvajal, mio maestro, mi ha proposto di insegnare in università con lui e da quel momento tutta la mia vita professionale si è sviluppata congiuntamente alla mia vita di docente. E oggi non saprei dissociare una dall'altra. Mi considero fortunato a riuscire a tenere insieme pratica e insegnamento. Ma considero anche i miei alunni privilegiati, perché hanno dei professori che hanno saputo rendere compatibili queste due cose.

has two-fold experience to convey: theoretical and practical. And this seems to me exceptionally interesting. The primary goal of a professor is to teach students to have standards. Clearly, this is very complex. The second is to provide them with tools or, rather, help them find the architectural tools to achieve a result. The third is developing their individuality. For this reason, it is also vitally important to learn certain things that it is difficult for university to teach, such as public speaking, knowing how to talk to people, understanding other people's ideas, even when these are not expressed or argued appropriately, and, above all, having an open mind.

History Teaches us to Make the Difficult Easy

My introduction to the study of Architecture was rather unusual. When I was at secondary school, the Spanish

system was divided into two branches: Classics and Sciences. I chose the classical path, meaning that all technical university courses were closed to me. I therefore decided to study law, even though I wasn't especially passionate about it, and when I realised that law was shockingly dull, I decided to go to diplomatic college. In the third year, a friend who was studying Architecture called me because he needed as much help as possible to finish a project that was due to be handed in. I knew nothing about Architecture, and it was then that I realised that, while I was studying administrative law, he was able to create. This had such a profound effect on me that, the very next day, I told my father I wanted to be an architect. However, I consider my Law years a great privilege: we had a lot of free time and attended numerous courses, we read, we wanted to be diplomats

Io cerco di trasferire non una teoria disconnessa dalla realtà né un pensiero solipsisticamente inventato, ma i cammini che ho percorso personalmente, a volte con sofferenza, con equivoci, ma sempre con interesse. Nella didattica fornisco qualcosa che non è una teoria *in vitro* ma è qualcosa che è realmente successo. Si può insegnare l'architettura senza avere esperienza di architettura? Si può, però mi pare sempre più riduttivo e più difficile.

Una bella frase di Giorgio Grassi dice che l'architettura sono le architetture. Non c'è una teoria dell'architettura che non abbia provato a spiegarsi nella realtà, a incarnarsi nella realtà, che non sia allo stesso tempo esperienza di questa teoria. Grazie a questo possiamo affermare che "la" architettura sono "le" architetture, i diversi approcci, le tante metabolizzazioni differenti. E questo evita il pericolo dell'uniformità.

Quindi la didattica è l'architetto che riflette su questa disciplina ma che allo stesso tempo ha cercato di fare la realtà e ha una duplice esperienza da trasmettere: teorica e pratica. E questo mi pare straordinariamente interessante.

La prima finalità del docente è quella di insegnare ad avere criterio. Evidentemente è molto complesso. La seconda è dare gli strumenti, o meglio aiutare a trovare gli strumenti disciplinari per ottenere un risultato. La terza è lo sviluppo della personalità. Per questo è importantissimo imparare anche alcune cose che difficilmente l'università insegna, come parlare in pubblico, sapere far parlare gli altri, comprendere le idee del prossimo, anche quando non sono espresse o argomentate appropriatamente, e soprattutto l'apertura mentale.

and so we had to have an understanding of Economics, History and Sociology; we read everything. I believe that, during those years, I acquired a broad vision of what is required of an architect; a humanistic vision, sensitive to the significance of history, literature, music and all forms of creativity from all eras.

History is another subject that fascinates me. Young people do not know their history. Or, if they do, they know it as historians and not as architects. Allow me to explain: for a historian, historical knowledge ends there: it is learned and interpreted, full stop. For an architect, on the other hand, it begins there: historical knowledge is the starting point for reinterpretation of everything and for application. I always tell my students that, if they do not know the history of architecture, they do not know what they are looking at: we must keep ex-

panding the geography of knowledge, but not by starting all over again.

Furthermore, history is not made up of segments, and neither is modernity. At the school of architecture in Madrid, they study modernity but not history; there is a break, a fracture, between Classicism and Modernism. I owe much more, as you can see from my works, to Bernini and Borromini than to Alvar Aalto. I have studied Alvar Aalto, Bernini fascinates me and my houses are full of references to Bernini: the first time I entered the *Sant'Ivo alla Sapienza* church in Rome I was filled with amazement, fascination and excitement, feeling small and insignificant, in the face of such beauty that a person had succeeded in creating. Just as Chesterton said that the English have a miraculous ability to turn wine into water, I say that we architects have a miraculous ability to turn concrete and stone into beauty, poetry and art.

La storia insegna a rendere facile il difficile

Il mio avvio alla conoscenza dell'architettura è un po' atipico. Quando ho fatto il liceo, in Spagna era diviso in un ramo umanistico e uno scientifico e io ho seguito quello classico, pertanto tutte le carriere universitarie tecniche mi erano precluse. Decisi di studiare diritto, nonostante non mi appassionasse particolarmente, e quando mi sono reso conto che il diritto era spaventosamente noioso ho deciso di frequentare la scuola diplomatica. Al terzo anno un amico che faceva architettura mi ha chiamato perché aveva bisogno di tutte le mani possibili per finire un progetto per una consegna. Non sapevo nulla di architettura e in quell'occasione ho capito che mentre io studiavo diritto amministrativo lui era capace di creare. È stato uno shock tale che il giorno dopo ho detto a mio padre che volevo essere architetto. Tuttavia considero gli anni di diritto come un grande privilegio: avevamo molto tempo libero, assistevamo a molti corsi, leggevamo, volevamo essere diplomatici quindi dovevamo avere una visione di economia, storia, sociologia, leggevamo tutto. Penso in quegli anni di aver acquisito quella visione ampia che deve avere l'architetto, una visione umanisti-

ca, una sensibilità per quello che è la storia, la letteratura, la musica, tutte le forme creative di ogni epoca.

La conoscenza della storia è un altro tema che mi affascina. I giovani non conoscono la storia. E quando conoscono la storia, la sanno come storici e non come architetti. Mi spiego: per uno storico la conoscenza della storia termina in sé, si conosce, si interpreta e fine. Per un architetto invece lì inizia: la conoscenza della storia è il punto di partenza per una reinterpretazione di tutto. Agli studenti dico sempre che se non conoscono la storia dell'architettura, non sanno cosa stanno guardando: dobbiamo sempre ampliare la geografia della conoscenza, ma non ricominciando dal principio.

Inoltre la storia non è fatta di segmenti, e così la modernità. Nella scuola di architettura di Madrid si studia la modernità ma non si studia la storia; c'è una cesura, una frattura, tra il classicismo e la modernità. Io devo molto di più, se vedete le mie opere, a Bernini e Borromini che ad Alvar Aalto. Alvar Aalto l'ho studiato, Bernini mi affascina e le mie case sono piene di riferimenti a Bernini, così come la prima volta che sono entrato in Sant'Ivo alla Sapienza sono rimasto stupito, affascinato, entusiasmato,



| 03

sentendomi un nulla, di fronte al fatto che qualcuno avesse potuto creare tanta bellezza.

Come Chesterton diceva che gli inglesi hanno il miracoloso potere di convertire il vino in acqua, io dico che noi architetti abbiamo il miracoloso potere di convertire il cemento e la pietra in bellezza, poesia e arte.

Questa idea di sintesi la mostro ai miei studenti davanti alla Fontana dei Quattro Fiumi, facendo leggere la placca rivolta verso Palazzo Pamphili che ha fatto fare Innocenzo X, i cui tre versi finali sono incredibili: *Spatiantibus amoenitatem, sitientibus potum, meditantibus escam*. *Spatiantibus amoenitatem*: piacere per quelli che passano (se tutti i turisti che passano a fare le foto si rendessero conto di questo); *sitientibus potum*: bevanda per quelli che hanno sete, *utilitas; meditantibus escam*: alimento per l'intelletto. Questo è quello che dicevamo sulla teoria: scoprire il programma iconografico che c'è dietro e non rimanere all'osservazione di una forma.

Tutti gli architetti parlano di *Utilitas, Firmitas e Venustas*, però la *Firmitas* è il *verum*, è la coerenza intellettuale, è la struttura intellettuale delle cose. La *Firmitas* non è solo costruzione ma costruzione intellettuale soprattutto, è il *verum*. *Verum, bonum, pulchrum, utilitas, venustas e firmitas*. È la coerenza che sintetizza tutto.

Anche quando si parla di forma, bisogna capire. Per esempio quando ho visto per la prima volta quella meravigliosa fontana, quell'obelisco enorme che fluttua sopra il vuoto, non ho notato niente, finché non ho iniziato a guardarlo con occhi di architetto sorprendendomi per l'irrazionalità del fatto che tutto il peso dell'obelisco cade non sul magma di rocce ma sul vuoto. Poi grazie a un grande critico italiano che si chiama Maurizio Fagiolo

I demonstrate this idea of synthesis to my students in front of the *Fontana dei Quattro Fiumi* (Fountain of the Four Rivers), reading them the plaque facing Palazzo Pamphili, put there by order of Pope Innocent X, whose three final lines are incredible: *Spatiantibus amoenitatem, sitientibus potum, meditantibus escam*. *Spatiantibus amoenitatem*: pleasure for those who pass (if only all the tourists who visit it to take their photographs were aware of this); *sitientibus potum*: drink for those who are thirsty; *utilitas - meditantibus escam*: food for the intellect. This is what we were saying about theory: discovering the underlying iconographic agenda and not limiting ourselves to observing a form.

All architects talk about *Utilitas, Firmitas* and *Venustas*, but *Firmitas* is the *verum*; intellectual coherence and the intellectual structure of things. *Firmitas*

is not merely construction but, above all, intellectual construction; it is the *verum*. *Verum, bonum, pulchrum, utilitas, venustas* and *firmitas*. The coherence that synthesises everything.

Even when talking about form, we must understand this. For example, when I first saw that marvellous fountain, that enormous obelisk floating in thin air, I did not notice anything until I began to look with the eyes of an architect and was surprised by the illogical fact that the full weight of the obelisk falls not on volcanic rock but on nothingness. Then, thanks to a great Italian critic called Maurizio Fagiolo, I discovered that the purpose was wonder, the spell of astonishment (and not that of the circus). Some of my stone houses seek to convey this infinite wonder of Bernini's, making great blocks of stone float in thin air. Like the tomb of Pope Alexander VII, whose marble appears weightless, light,

ho scoperto che il fine è la meraviglia, il fascino dello stupore (che non è il circo). Ci sono alcune mie case in pietra che cercano di trasmettere questa infinita meraviglia di Bernini, facendo in modo che grandi blocchi di pietra fluttuino sul vuoto. Come nel sepolcro di Alessandro VII, con quel marmo che sembra senza gravità, leggero, come un vento lo avesse sollevato, come se non fosse marmo e bronzo.

Un grande architetto, come ho detto in occasione di una presentazione che mi hanno chiesto di fare per Norman Foster, fa apparire naturale ciò che è rischioso, rende facile il difficile.

La pratica dell'architettura come processo di conoscenza

Nella pratica dell'architettura devo riconoscere che non ho raggiunto il livello che vorrei nell'affrontare le implicazioni

del processo di costruzione all'interno del progetto.

Devo riconoscere una mia carenza nel dominio della costruzione. Sento di lavorare meglio sul tema del concepimento degli spazi e della ricerca sui materiali, mentre non ho una grande formazione in ambito costruttivo, per il quale ci sono persone in studio che mi aiutano. Facendo autocritica non ho mai dato importanza alle strutture. Non mi considero un esempio né di costruttore, nel senso di attenzione al dettaglio, né in termini strutturali. Per me sono protagonisti lo spazio, il materiale, la luce, la gravità. All'interno di questi grandi temi la struttura è intesa in termini compositivi e spaziali, come ad esempio in un edificio per uffici che ho disegnato in piazza di Spagna a Madrid, la cui maglia strutturale esterna non è disegnata in termini di necessità.

Oggi in Spagna ci sono scuole che preparano molto bene sui temi della costruzione, come ad esempio la scuola di Navarra. Ammi-

as if lifted up by the wind, as though it were not marble and bronze.

A great architect, as I said at a presentation I was asked to do for Norman Foster, makes the risky appear natural, renders the difficult easy.

Architectural Practice as a Learning Process

I must confess that, in my architectural practice, I have not achieved the level I would like in terms of dealing with the involvement of the building process in design.

I must confess to a shortcoming in the field of construction. I feel that I work best in conception of spaces and research on materials, whereas I do not have extensive training in the field of construction and, for this reason, I have people in the studio to help me. In self-criticism, I have never placed much importance on structures. I do

not consider myself an example either as a builder, in terms of attention to detail, or in structural terms. For me, space, material, light and gravity play the primary roles. In the context of these big issues, structure is perceived in terms of composition and space, as seen, for example, an office building which I designed in Plaza de España, Madrid, whose external structural framework is not conceived in terms of necessity.

Today, there are schools in Spain that provide very good training on construction issues, such as the school of Navarra, for example. I admire the knowledge of building techniques that they provide, and their attention to detail.

My approach is always through analysis. Analysis of the objective conditions of design, scheduling, area and place. And the ideas born of this analysis are developed by hand, by exchanging

ro la conoscenza che hanno della tecnica costruttiva, e l'attenzione al dettaglio.

Il mio primo approccio al progetto è sempre attraverso l'analisi. Analisi delle condizioni oggettive del progetto, programma, area, luogo. E le idee che nascono da queste analisi vengono sviluppate a mano, scambiando gli schizzi con Josè Antonio, il mio socio, senza parlare, ma pensando. Pochi progetti sono venuti fuori rapidamente. Abitualmente è un processo molto lento.

Sta tutto nella storia, non dobbiamo inventare tutto di nuovo, bensì conoscere la storia.

Questo è il mio processo, poi il progetto finale è radicalmente diverso in relazione al committente.

È importante spiegare agli alunni che bisogna fare i conti con le esigenze del committente e della normativa. Se vogliamo costruire dobbiamo costruire in un determinato ambito culturale, con una determinata normativa e con dei clienti, a costo di sviluppare sei progetti differenti per poi ritornare al primo, come è avvenuto nella chiesa di Rivas Vaciamadrid. Ma alla fine il risultato è il primo a cui ero arrivato pensando. Niente si butta via.

Questo è il processo di progettazione: quanto più oggettivo sarà l'avvicinamento al tema, meno capriccioso sarà il risultato, perché si dà ragione di ciascuna decisione. I progetti sono un'occasione di riflessione. Io credo che questo sia l'aspetto più affascinante dell'essere architetto.

sketches with my partner, José Antonio; not by talking but by thinking. Few designs have sprung up quickly. It tends to be a very slow process.

You asked me earlier about the design process. As I have said here, it involves everything, starting with the geometry of the floor, something long, narrow, high, but also culture and scheduling.

It is all about history: ours is the second oldest profession in the world, so we do not have to invent everything from scratch; we have to know our history.

This is my process, then the final design is radically different; indeed, it is very important to explain to students the need to take into account the client's requirements and the regulations.

If we want to build, we must build in a specific cultural sphere, according to specific regulations and for clients, even if this means producing six different designs and then going back to the

first one, as in the church in Rivas-Vaciamadrid. The final result was the one I had in mind from the outset. Nothing is thrown away.

This is the design process. The more objective students' approach is to the issue, the less whimsical the result will be, because they will make each decision rationally. Design is an opportunity for reflection. I find it fascinating.

a cura di/edited by Marina Rigillo

La rubrica delle recensioni vuole offrire un'ulteriore chiave di lettura della relazione tra scenari della progettazione tecnologica e le prassi della disciplina. Obiettivo di questa breve introduzione è quello di esplicitare le ragioni culturali che motivano la scelta dei testi, portando l'attenzione sull'impatto critico che questi stessi possono determinare nel dibattito disciplinare.

I libri proposti all'attenzione del lettore sono *Design When Everybody Design*, di Ezio Manzini, pubblicato dalla MIT Press nel 2015; il lavoro di curatela di Elena Mussinelli, dal titolo *Design, Technologies and Innovation in Cultural Heritage Enhancement*, edito da Maggioli, nel 2015; il volume a cura di Massimo Perriccioli, sempre del 2015, intitolato *RE-Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale*, stampato dalla casa editrice CLEAN. Il filo rosso che lega insieme i tre libri selezionati è l'interesse degli Autori per cogliere le trasformazioni della società contemporanea, sempre più riconoscibile come "luogo" globale e interconnesso, attraverso cui si sviluppa un'intelligenza "plurale", propria di quella "società della conoscenza" descritta da Pierre Levy nel 1994. Un contesto, questo, caratterizzato dalla necessità/ opportunità di investire sulla capacità collettiva di attivare processi di *problem solving* e di sperimentare nuove modalità, circolari e condivise, per produrre innovazione, benessere, competitività economica. L'obiettivo della rubrica è, quindi, in questo caso, quello di mettere in relazione tre contributi che nel trattare alcune tematiche "ortodosse" della cultura tecnologica del progetto (l'housing sociale, il patrimonio culturale, il design), scelgono di adoperare un approccio originale, trasversale e complesso, che mette in gioco alcune questioni chiave del dibattito contemporaneo: il senso e l'applicabilità di nuove prassi di tipo collaborativo all'interno

del processo progettuale (Manzini), l'attualità e la cogenza di una nuova "ecologia" del fare (Mussinelli), l'evolvere dei principi del System Thinking all'interno del pensiero disciplinare (Perriccioli). Pur nella differenza degli approcci e della storia scientifica degli Autori, si individua nei contributi selezionati una posizione culturale che attribuisce – più o meno esplicitamente – un nuovo valore sociale alla progettazione tecnologica, inteso come supporto indispensabile per la definizione di nuovi modelli cognitivi per raccogliere la sfida al cambiamento: "new ideas (products, services, models) that [...] are both good for society and enhance society capacity to act" (Manzini, pp.). Si rinviene, in particolare, una comune attenzione per esplorare nuove modalità di organizzazione del progetto, declinando più o meno esplicitamente la nozione di "collaborative problem solving", dove il termine rimanda all'attivazione di processi di "co-design" e "co-decision", in cui la costruzione di reti di saperi e di soggetti definisce l'humus programmatico del progetto e la premessa per la sua *governance* in una logica "safe-to-fail".

A partire da queste riflessioni, la scelta dei libri di Ezio Manzini, di Elena Mussinelli, e di Massimo Perriccioli vuole mettere a sistema gli elementi (unici ed originali) di una narrazione a più voci sul tema del fare progettazione nei contesti del contemporaneo. Una narrazione che mette al centro le sfide sociali che la cultura tecnologica è chiamata ad affrontare, ma anche il portato del know-how disciplinare, un bagaglio importante e di valore che offre gli strumenti concettuali ed operativi per intercettare le condizioni specifiche del cambiamento; una narrazione attenta sia alla scala locale, con il riferimento alle sperimentazioni condotte sul territorio nazionale (Mussinelli, Perriccioli), sia alla scala europea, riprendendo i temi della

REVIEWS

The section resumes the research question expressed in the volume, by the aim of providing a further understanding on the relationship between technological design scenarios and the practice of the discipline. The aim of this introduction is to bring attention to the critical impact that such text can determine into the disciplinary debate. The books proposed are the following: "Design When Everybody Design", authored by Ezio Manzini, published by MIT Press in 2015; the work of Elena Mussinelli, entitled "Design, Technologies and Innovation in Cultural Heritage Enhancement", published by Maggioli, in 2015; the volume edited by Massimo Perriccioli, again in 2015, entitled "RE-Cycling Social Housing. Searches for sustainable social-resi-

dential building regeneration", printed by CLEAN.

The thread that ties together the books is in the glance turned to the changes taking place in contemporary society, expression of a new cultural habitats, global and interconnected, through which developing a collective intelligence, tailored to the "knowledge society" described by Pierre Levy in 1994. It is a context characterized by the need / opportunity of investing on the collective capacity of activating problem-solving processes and of testing new modes, circulars and shared, to produce innovation, health, economic competitiveness. The goal is, therefore, to correlate the three contributions that, in dealing with some "orthodox" issues of the technological culture of the project (social housing, cultural heritage, design), choose to use a criss-cutting approach, by which

deepens some key issues of the contemporary debate: the meaning and applicability of new social practices within the collaborative design process (Manzini), the up-to-dateness and the cogency of a new "ecology" of doing (Mussinelli), the evolution of the Systems thinking criteria into the disciplinary debate (Perriccioli).

Despite the differences of approaching and of the scientific background of the Authors, the books express a common position that gives - more or less explicitly - new social values to technological design. It does not necessarily relate participatory processes, rather it is understood as essential support for new models to meet the challenge of: "new ideas (products, services, models) that [...] are both good for society and enhance society capacity to act" (Manzini, pp. 11). In particular, the books have a common focus on exploring new ways

of organizing the project. Books decline (somehow implicitly) the notion of "collaborative problem solving", where the term refers to the activation of process of "co-design" and "co-decision", by which provides new knowledge, thus creating the fertile humus for the project and the basis for its governance in a "safe-to-fail" logic.

Starting from these remarks, the choice of the books of Ezio Manzini, Elena Mussinelli, and Massimo Perriccioli expresses the desire to make multi-voice telling on design-doing in the contemporary context. A tale that focuses on the societal challenges that the technological culture is on, but also on its comprehensive know-how, as major legacy and value of the discipline, by which updating conceptual and operational tools for intercepting the specific conditions of the change; it is a careful narrative, focused both

programmazione 2014-2020 che puntano a privilegiare quegli approcci scientifici, trasversali e complessi, attraverso cui è possibile rendere l'Europa competitiva sul mercato globale della ricerca e dell'innovazione.

Ulteriore elemento di contatto tra i tre volumi è l'interesse per la dimensione creativa del progetto, vista come opportunità per dare spazio a quell'idea di *costruttivismo progettante* già descritta da Eduardo Vittoria come possibilità oggettivamente praticabile per operare quell'avanzamento complessivo (tecnologico, sociale ed economico) indispensabile per migliorare la qualità della vita degli individui e delle comunità; un progresso di carattere collettivo, che si esplicita attraverso "il superamento di prassi convenzionali" (Perriccioli) per progettare prodotti e servizi che implementino processi virtuosi di inserimento lavorativo, di integrazione di competenze e di nuove forme di partecipazione. Vista in questi termini, l'innovazione richiesta è perciò condizione di progetto, "integrata" e "multi scalare", perché orientata a rileggere in chiave eco-efficiente i concetti di processo, di prodotto, di organizzazione; è innovazione sociale, poiché è tesa a stabilire nuove relazioni tra comunità insediata e territori; è collaborativa, in quanto supera il tradizionale dualismo tra approccio top-down e bottom-up per dare risalto al fattore umano che, con il suo portato di creatività, entra in gioco come soggetto attivo, partecipando alla definizione della domanda e alla ricerca delle soluzioni; ed è tecnologica, perché si radica nella storia della disciplina senza però prescindere dalle nuove condizioni di pensiero e di operatività derivanti dalla diffusione delle tecnologie digitali.

L'attenzione al progetto è dunque intesa dagli Autori come pratica creativa per l'avanzamento della ricerca, un approccio che lega in

at the local scale, with reference to the experiences performed on the national level (Mussinelli, Perriccioli), and at the European level, taking up the EU 2014-2020 programme that aims at prioritizing new scientific approaches, featured by being cross-cutting and complex, through which make Europe competitive on the global market for research and innovation.

Further contact element is the interest for the creative dimension of the project, seen as opportunities to give space to the idea of such "costruttivismo progettante" described by Eduardo Vittoria, as viable possibility to operate for the comprehensive advancement (technological, social and economic) that serves to improve the quality of life; a collective progress, which is expressed through "the overcoming of conventional practices" (Perriccioli) to design products and services that

implement virtuous processes of employment, integration of skills and new forms of participation. In these terms, the required innovation is therefore part of the project performance, "integrated" and "multi-scaling", because of oriented to re-read in eco-efficient key the concepts of process, product, organization. It is "social innovation", since it is aimed at establishing new relationships between settled communities and territories; it is "collaborative", since it goes beyond the traditional dualism between top-down and bottom-up practices to emphasize the human factor which, with its creativity, comes into play as new actor, participating as designer searching for solutions; further it is "technological", because it is rooted in the history of the discipline, without leaving behind the advances arising from the spread of digital technologies.

trasversale i tre libri selezionati, e che appare manifestamente nella struttura editoriale delle trattazioni, in cui, esplicitamente, si mette in tensione il dibattito teorico e gli esiti delle sperimentazioni, organizzando i contenuti in due sezioni distinte, così da rendere possibile la validazione (anche in termini di falsifica) delle tesi proposte. Non è un caso, infine, che i tre volumi siano stati pubblicati tutti nello stesso anno, il 2015. E non è un caso che, pur trattandosi di contributi eterogenei, la provenienza scientifica degli Autori appartenga al medesimo milieu culturale: Ezio Manzini, rappresenta da sempre una voce autorevole nel campo dei processi cognitivi che orientano teorie e prassi del fare progettazione, soprattutto nell'ambito del design; Elena Mussinelli, professore ordinario al Politecnico di Milano, è responsabile del Cluster di Progettazione Ambientale nell'ambito della Società Scientifica di Tecnologia (SITdA); Massimo Perriccioli è professore ordinario presso l'Università di Ascoli e coordina, da responsabile, i lavori del Cluster Social Housing nell'ambito della SITdA.

Il valore complessivo dei tre testi è messo bene in evidenza dalle recensioni redatte da Filippo Angelucci, Sergio Russo Ermolli e Michele Conteduca, che con capacità critica e grande sensibilità sottolineano la specificità degli approcci e l'originalità dei contenuti, costruendo di fatto il legame di senso che tiene insieme la scelta dei volumi. Nel ringraziare gli autori delle recensioni che, con grande generosità di tempo e di idee hanno contribuito alla qualità di questa rubrica, ci si auspica che i volumi sottoposti all'attenzione dei lettori, possono avere un'ampia diffusione in seno alla comunità scientifica della tecnologica, catalizzando il dibattito su temi di assoluta attualità.

Marina Rigillo

The attention to the project is therefore intended by the Authors as creative practice for the advancement of research, an approach that ties in cross the selected volumes, and that clearly appears in their editorial structure, tensing project's the theoretical discussion and the results into two distinct sections, thereby validate (even in terms of proofs) the dissertation proposed. Despite being heterogeneous contributions, the scientific origin of the authors belong to the same cultural milieu: Ezio Manzini, is always an authoritative voice in the field of cognitive processes that guide theories and practices to design, especially in the field of industrial design; Elena Mussinelli, full professor at the Polytechnic of Milan, is responsible for the Cluster of Environmental Design within the Italian Scientific Technology Association (SITdA); Massimo Perriccioli

is full professor at the University of Ascoli and he coordinates the work of the Cluster Social Housing within the SITdA.

The comprehensive value of the three texts is put clear by the reviews prepared by Filippo Angelucci, Sergio Russo Ermolli and Michele Conteduca, that underline the specificity of approaches and the originality of content through critically capacity and deep sensitivity, thus building of the link of meaning that holds together the volumes. In thanking the Reviewers, that with a great generosity of time and ideas have contributed to the quality of this section, we hope that the books brought to the attention of readers, may have a wide dissemination within the scientific community, catalyzing the debate on such topical issues.

Marina Rigillo

Ezio Manzini

Design when Everybody Designs. An Introduction to Design for Social Innovation

The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 2015
Collana Design Thinking, Design Theory.

Nel suo saggio *L'albero flessibile*, Silvano Tagliagambe precisa che la condizione imprescindibile per una progettualità autentica ed efficace sta nella «capacità di raggiungere un equilibrio attivo e dinamico con il mondo in cui si vive». L'equilibrio cui fa riferimento Tagliagambe presuppone una disponibilità continua a esplorare e sperimentare quel "margine di trasformazione possibile" che rende praticabile il cambiamento nello spazio fisico e sociale.

È un concetto che rimanda all'idea del progetto come processo aperto, continuo e in divenire. Ma è anche un'immagine proiettiva che permette di inquadrare le traiettorie di sviluppo della cultura del progetto nel differente sistema di relazioni generato dalle radicali trasformazioni tecnologiche, economiche e sociali in atto. Un sistema di relazioni entro il quale tutti gli individui tornano ad appropriarsi delle loro capacità creative e propositive per affrontare i problemi della quotidianità, di fatto occupandosi di progetti per cercare nuovi equilibri nelle loro vite.

Il recente libro di Ezio Manzini *Design when Everybody Designs. An Introduction to Design for Social Innovation* – edito nella collana 'Design Thinking, Design Theory' della MIT Press – affronta proprio il tema dei nuovi rapporti che si stanno instaurando tra progetto, progettazione diffusa e innovazioni sociali, focalizzandone ricadute, opportunità e sfide da affrontare nel XXI secolo. Le domande di fondo che l'autore pone sono due. Cosa e come

Ezio Manzini

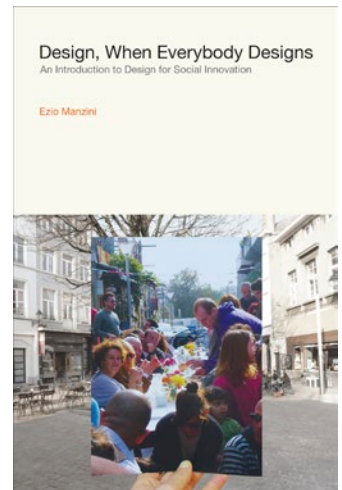
Design when Everybody Designs. An Introduction to Design for Social Innovation

The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 2015
Collana Design Thinking, Design Theory.

In the essay "L'albero flessibile", Silvano Tagliagambe points out that the prerequisite for a genuine and effective planning is the "ability to achieve an active and dynamic balance with the world in which we live." The balance whose Tagliagambe refers presupposes a continuous willingness to explore and to experience "the margin of possible transformation" which makes feasible the change in the physical and social space. It is a concept that refers to the idea of the project as an open process, and continuously evolving. But it is

also projective image that allows to frame the trajectories of the project development in different system of relationships generated by the fundamental changes in place in technology, economy and society. A system of relations within which all individuals are back to take possession of their creative skills and make proposals to address the problems of everyday life, effectively working on projects through which find a new balance in their lives.

The recent book by Ezio Manzini, "Design When Everybody Designs. An Introduction to Design for Social Innovation" - published in the series 'Design Thinking, Design Theory' of the MIT Press - tackles the theme of the new relationships that are being built between project planning and the widespread social innovations, focusing on impact, opportunities and challenges of the twenty-first century.



dovranno progettare i designer esperti, in una società in cui tutti i soggetti, individuali e collettivi, si occupano di progettazione? Quali possono essere le ragioni e gli sviluppi della cultura del design per favorire le innovazioni sociali?

Nonostante il sottotitolo possa indurre a pensare a una trattazione introduttiva sul design per l'innovazione sociale, il volume costituisce in realtà una riflessione più ampia sulle direttrici di cambiamento della cultura del design e del progetto nell'immediato e prossimo futuro.

Si pone quindi come una riflessione teorica e critica che intende contribuire al dibattito internazionale, a partire dalla tradizione italiana della cultura del design. Nello stesso tempo è anche l'esito di esperienze sperimentali condotte dall'autore dal 2004, attraverso progetti di ricerca interdisciplinari e nell'ambito delle attività della rete DESIS (Design for Social Innovation and Sustainability).

Come precisa Manzini nella sua introduzione, il libro affronta tre principali questioni relative alle nuove connessioni che si instaurano tra design, cultura del progetto e processi di innovazione sociale. La prima riguarda la transizione delle società contemporanee

The Author basic postulates two questions: What and how should act experienced designers, in a society in which all persons, individual and collective, are concerned with the design? What might be the reasons and the developments of design culture to promote social innovation?

Despite the subtitle of the book may suggest to be in an introductory discussion on design for social innovation, the volume is actually a broader reflection on the directions of change in the culture of design and of the project at the present and in the near future.

The book therefore stands as a theoretical and critical reflection which aims to contribute to the international debate, starting with the Italian tradition of design culture. At the same time it is also the result of experimental tests conducted by the Author since 2004, through interdisciplinary research

projects and within the activities of the network DESIS (Design for Social Innovation and Sustainability).

How Manzini specifies in his introduction, the book addresses three main issues relating to new connections that are established between design, project culture and social innovation processes.

The first concerns the transition of the contemporary society towards sustainability practices through the dissemination of project experiences among all the individuals of a community. Condition which results in the need to define a new operating domain for the design process, in which coexist and are involved expert and non-expert figures. The second issue relates to the role of design in building new connections, not only physical, but relational and service, including local and global dimension in society. Theme that lets

verso le pratiche della sostenibilità attraverso la diffusione dell'esperienza del progetto fra tutti gli individui di una comunità. Condizione cui consegue la necessità di definire un nuovo dominio operativo per il processo progettuale, in cui convivono e sono coinvolte figure esperte e non esperte.

La seconda questione è riferibile al ruolo del design nella costruzione di connessioni non solo fisiche, ma relazionali e di servizio, tra dimensione locale e globale delle società. Tema che permette di vedere le varie declinazioni del design esperto come tessere di una "infrastruttura resiliente" per collegare in modo innovativo le forme di produzione e consumo delle risorse.

La terza questione attiene la riscoperta dei vantaggi del vivere insieme. Recuperando saperi, culture tecniche e pratiche condivise, per risolvere i nodi comuni della convivenza, i designer esperti possono contribuire ad affrontare in modo strategico e flessibile i problemi della quotidianità, trasformando le comunità in laboratori permanenti per la sperimentazione di forme di innovazione sociale.

Rispetto a tali questioni, le tre sezioni del libro approfondiscono nuovi possibili orizzonti d'innovazione nei rapporti tra diffuse design ed expert design, visti come principali motori per attivare un circolo virtuoso di innovazioni sociali agendo sulle realtà locali, rispondendo ai bisogni delle persone e generando cambiamenti nelle variabili materiali e immateriali dell'ambiente costruito.

Il quadro che ne emerge individua nella convergenza tra sistema sociale-economico e tecnico-informativo, attuatosi nel passaggio dal XX al XXI secolo, la principale occasione per parlare di un unico e organico "sistema socio-tecnico". Un sistema con maggiori capacità di resilienza, in cui la coesistenza fra tradizionali

apparati verticali (politici, finanziari, di welfare) e reti orizzontali (cooperazione, volontariato, social network) delinea una nuova architettura distribuita e multiscalare delle risorse progettuali con le quali coniugare il problem solving e il sense making e reinterpretare il design come disciplina che può radicalmente contribuire all'innovazione per una nuova forma di civiltà.

In un mondo totalmente interconnesso, l'incontro fra la modalità convenzionale (demiurgica/top down) del fare progetto, le forme diffuse del progettare (spontaneo/bottom up) e quelle distribuite peer to peer comporta anche un radicale cambiamento dei ruoli e delle filiere di processo delle discipline del design.

Il design si fa necessariamente co-design per segnare l'emergere di una nuova cultura del progetto attivamente operativa nell'indirizzo dei processi d'innovazione sociale.

Non tutte le forme del progetto possono ovviamente essere integrate in questo percorso di innovazione. Come precisa l'autore, il design per l'innovazione sociale non riguarda il design delle innovazioni tecnologiche, non il social design, non è riduttivamente un processo di facilitazione. La definizione che Manzini dà del design per l'innovazione sociale non lascia spazio a dubbi. Esso risulta dal connubio tra creatività diffusa, cultura del progetto e collaborazione dialogica per far sì che i cambiamenti diventino realmente sostenibili. «Design for social innovation is everything that expert design can do to activate, sustain, and orient processes of social change toward sustainability».

In questo suo nuovo orizzonte d'intervento, le stesse azioni del progettare assumono qualità e finalità completamente nuove (strategic planning, place making, tactical activism, operational making). Anche le modalità di interazione tra i vari attori del processo progettuale cambiano completamente, mettendo

to see the various aspects of the design expertise like pieces of a "resilient infrastructure" that connects the forms of production and consumption of resources in an innovative way. The third question concerns the rediscovery of the advantages of living together. Through the recovering of knowledge, techniques and practices of shared cultures to solve common nodes of coexistence, experienced designers can help to strategically and flexibly deal with the problems of everyday life, transforming communities in permanent laboratories for experimenting with forms of social innovation.

Focusing on to these issues, the three sections of the book deepen new possible horizons for innovation in the relations between popular design and expert design, seen both as the main drivers to activate a virtuous circle of social innovation by acting on local

reality, responding to people's needs and generating changes in material and intangible variables of the built environment.

The picture that emerges identifies the convergence of social-economic and technical-information system, done in the transition from the twentieth to the twenty-first century, as the main opportunity to talk about a single, organic "socio-technical system." A system with inner greater resilience, where the coexistence of conventional "vertical" apparatus (political, financial, welfare) and "horizontal" networks (cooperation, volunteerism, social networks) outlines a new distribution of the multi-scale resources of the project by which combine "problem solving and making sense" in a way that focuses on design as a discipline that can dramatically contribute to innovation for a new form of civilization.

In a broadly interconnected world, the encounter between the conventional mode (demiurgical / top down) to the project, the widespread forms of design (spontaneous / bottom-up) and those peer to peer distributed, also involves a radical change of roles and sectors of the disciplines of design process.

The design is necessarily co-design to mark the emergence of a new culture of actively operational project in the address of the social innovation processes. Not all project forms can of course be integrated into this path of innovation. As the Author explains, the design for social innovation is not about the design of the technological innovations, not the social design, is not reductively a facilitating process. The definition that gives the Manzini for social innovation design leaves no room for doubt. It results from the combination of widespread creativity, design culture

of dialogue and cooperation to make the changes become truly sustainable. "Design for social innovation is everything that expert design can do to activate, sustain, and orient processes of social change toward sustainability."

In such new horizon of doing, actions itself take on completely new design quality and new purposes (strategic planning, place making, tactical activism, making operational). Even the mode of interaction between the various actors of the design process completely changes, bringing into play new forms of collaborative organization in between users (networks, companies, associations, services) and new methods of involvement and participation of the inhabitants / co-designers, assessing the quality and the intensity of the interactions.

"Design when Everybody Designs" arises then as a critical stage of the

in gioco nuove forme di organizzazione collaborativa tra utenti (reti, imprese, associazioni, servizi) e nuove modalità di coinvolgimento e partecipazione degli abitanti/co-progettisti, valutandone la qualità e l'intensità delle interazioni.

Design when Everybody Designs si pone quindi come un importante momento di riflessione aperta sulle sfide del design per l'innovazione sociale e sugli approcci e strumenti, altrettanto innovativi (capability approach, progettazione per scenari, visual mapping, storytelling) che possono rendere idee, progetti e prodotti individuali e della collettività, visibili, probabili, possibili, attuabili e replicabili.

Il volume di Ezio Manzini che provocatoriamente non chiude il libro con un testo conclusivo, lancia però anche un'altra importante sfida. In un mondo in continua transizione, quale sarà il ruolo del progetto, nelle sue varie declinazioni, per tendere verso un'innovazione sociale, economica ed ecologica che possa definirsi realmente sostenibile?

È un nodo che riguarda la questione ben più ampia sul futuro della cultura progettuale dell'habitat umano. Un punto di partenza verso quel processo di "proiezione concreta" di cui parlava Maldonado come uno dei più profondi bisogni umani per diventare parte attiva e creativa della realtà sociale e verso quel sistema che Richard Sennett ha descritto come legame collaborativo tra individui, società e ambiente, spesso interrotto dalla modernità, ma che è necessario ristabilire per fronteggiare insieme esigenze, aspettative ed emergenze della quotidianità.

Filippo Angelucci

reflection open on the challenges of design for social innovation as well as on its approaches and tools, also innovative (capability approach, planning for scenarios, visual mapping, storytelling), that can make ideas, projects and individual products and the community, visible, probable, possible, feasible and replicable.

The book of Ezio Manzini - that provocatively does not close the book with a final text - however, launches another important challenge: in a world in constant transition, what will be the role of the project, in its various forms, to the aim of leading towards such social innovation (but also economic and ecological) that can be called truly sustainable?

It is a node that relates to the wider issue of the future design of the human habitat culture. A starting point toward that of "concrete projection process"

mentioned by Maldonado as one of the most profound human need of becoming active and creative part of social reality; and from that system that Richard Sennett has described as a collaborative relationship between individuals, society and the environment often interrupted by modernity. But it is necessary to restore such collaboration to cope with the needs, expectations and emergencies of everyday life.

Filippo Angelucci

Elena Mussinelli (a cura di)

Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement

Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2015, pp. 137

In che modo è possibile avviare processi di valorizzazione del patrimonio culturale e ambientale escludendo atteggiamenti rinunciatori o paralizzanti? E' possibile concepire la mitigazione degli impatti sull'ambiente secondo un approccio differente da quello basato su indicatori quantitativi e soluzioni tecniche ex-post? E' realistico immaginare uno sviluppo economico locale connesso ad azioni immateriali indipendenti dalle caratteristiche materiali del patrimonio costruito? Le esigenti domande di beni e servizi provenienti da una società in profonda trasformazione ci fanno interrogare sul destino del patrimonio culturale e ambientale, nel tentativo di conciliare nella maniera più appropriata i differenti valori identitari con le azioni finalizzate alla sua valorizzazione. Proprio la difficile dialettica tra conservazione ed evoluzione, permanenza e miglioramento, "fissione" e cambiamento, potrebbe rischiare di indurre atteggiamenti privi di un reale efficacia, incapaci di invertire i continui processi di degrado e abbandono, rinunciando a sperimentare approcci inediti e innovativi. Al contrario, il patrimonio rappresenta l'esito di un processo dinamico, relazionale, la cui trasformazione è un fenomeno complesso proprio in quanto connaturato all'azione piuttosto che al dato acquisito in modo passivo. Secondo tale approccio, premessa indispensabile a qualsiasi processo di rivitalizzazione e di riqualificazione del patrimonio culturale e ambientale deve derivare dal riconoscimento di nuovi valori e significati che non escludono interventi di trasformazione che, se declinati con con-

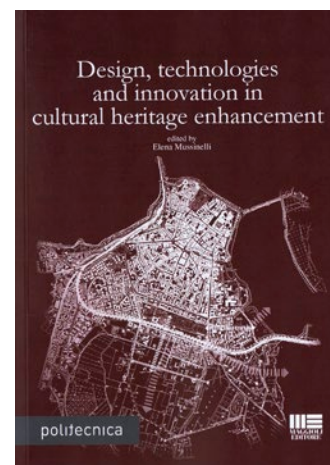
Elena Mussinelli (edited by)
Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement
Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2015, pp. 137

How can we start processes of enhancement of cultural and environmental heritage excluding defeatist or paralyzing attitudes? Is it possible to conceive the mitigation of environmental impacts according an approach different from the one based on quantitative indicators and ex-post technical solutions? Is it realistic to imagine a economic local development connected to intangible actions independent from the material characteristics of the built heritage? The compelling demands for assets and services coming from the society in deep transformation make us often wonder on the future of cultural and environmental heritage, in an attempt to reconcile in

a more appropriate manner different identity values with actions aimed at expanding its development opportunities. The difficult debate between conservation and development, protection and improvement, "fission" and transformation, could lead to attitudes lacking of real effectiveness, unable to face the continuous degradation processes, giving up to experimental and innovative approaches. In contrast, heritage is the result of a dynamic, relational process: its conservation is a complex phenomenon just as inherent to action rather than data acquired passively. According to this approach, a precondition to any enhancement and refurbishment process of cultural and environmental heritage is the recognition of new values and meanings that do not exclude transformation which, if declined with awareness and responsibility, may be the occasion to award tangible and intangi-

ble heritage content a sense that can help to interpret the past updating it. Starting with a concept of heritage as "an history free from the burden of proof", the volume edited by Elena Mussinelli addresses the issue of its enhancement from the perspective of Environmental Design, aware that any action of transformation needs to be placed in a wider scenario, in which has a role local identity (cultural and landscape values), environmental qualities (ecological and ecosystem values) and socio-economic factors. In consideration of the evident impossibility to relate the architecture-technology-environment interactions into mechanisms of cause-effect uniquely determined, the different essays highlight the need for systemic approaches, based on integrated relational processes aimed at improve the levels of environmental and social quality of settlement systems.

sapevolezza e responsabilità, possono rappresentare l'occasione di attribuire ai contenuti materiali e immateriali del patrimonio un significato che può aiutare a interpretare il passato attualizzandolo. Partendo da una accezione di patrimonio come "storia libera dall'onere della prova", il volume curato da Elena Mussinelli affronta il tema della sua valorizzazione secondo l'ottica della Progettazione Ambientale, nella consapevolezza che qualsiasi azione di trasformazione richiede di essere inserita all'interno di uno scenario più ampio, nel quale entrano in gioco identità locali (valori culturali e paesaggistici), qualità ambientali (valori ecologici ed ecosistemici) e fattori socio-economici. Proprio in considerazione dall'evidente impossibilità di rapportare la lettura delle interazioni architettura-tecnologia-ambiente a meccanismi di causa-effetto univocamente determinati, i diversi contributi mettono in evidenza la necessità di approcci di natura sistemica, basati su processi relazionali integrati finalizzati al miglioramento dei livelli di qualità ambientale e sociale dei sistemi insediativi. Il volume si presenta strutturato in due sezioni: un "Theoretical Framework" raccoglie riflessioni su tematiche chiave connesse ai processi di valorizzazione del patrimonio culturale e ambien-



The volume is divided in two sections: a Theoretical Framework contains essays on key issues related to the processes of enhancement of the cultural and environmental heritage, such as Eco-districts, Environmental accessibility, Social Housing, etc., while Projects and Strategies presents a number of interesting experiences of design research aimed at trying out multi-scale and cross-disciplinary approaches to the development of the province of Mantua. The field of action chosen is in fact the city of Mantua, from 2008 included in the World Heritage List by UNESCO and in 2016 selected as Capital of Culture, and that for the inseparable integration between its cultural, environmental and landscape quality has been an ideal case-study. In this context, the research team led by Elena Mussinelli has long developed a complex network of applied research activities aimed at

tale, quali gli Eco-distretti, l'Accessibilità ambientale, l'Edilizia Sociale, ecc., mentre "Projects and Strategies" presenta una serie di interessanti esperienze di ricerca progettuale finalizzate alla sperimentazione di approcci multiscalari e transdisciplinari per lo sviluppo del territorio mantovano. L'ambito di azione prescelto è costituito infatti dalla città di Mantova, dal 2008 inserita nella lista dei patrimoni dell'umanità dell'UNESCO e nel 2016 selezionata dal MIBACT come Capitale Italiana della Cultura, e che proprio per l'inseparabile integrazione tra le sue qualità culturali, ambientali e paesaggistiche ha costituito un ideale caso-studio applicativo. In tale contesto il gruppo di ricerca coordinato da Elena Mussinelli ha da tempo sviluppato un articolato insieme di attività di ricerca applicata finalizzate alla valorizzazione delle risorse locali, in un'ottica di sostenibilità dello sviluppo e di promozione economica e fruitiva delle peculiarità del contesto territoriale mantovano. Si tratta di un complesso di iniziative che nella maggioranza dei casi finiscono per coinvolgere un ampio quadro di operatori pubblici e privati, che partecipano a vario titolo ad un sistema a rete capace di costituire un motore di nuove forme di sviluppo locale entro forme, assetti e geografie variabili del territorio.

Il racconto di tali esperienze, che interessano ampie zone dei quartieri Valletta Valsecchi e Te Brunetti, così come il tratto ferroviario Mantova-Monselice, mette in evidenza l'importanza di una dimensione strategica degli interventi, attraverso l'integrazione sinergica di ruoli e competenze strettamente connessa allo sviluppo di modalità innovative di informazione e di formazione per accrescere la consapevolezza delle azioni di trasformazione del territorio, per definire processi decisionali quanto più possibile consensuali, per accrescere la socialità, nonché il senso di

identità e di appartenenza ai luoghi da parte della cittadinanza. In tale quadro ritorna forte il tema del "prendersi cura", presente anche nel titolo della prefazione al volume: riconoscere cioè nel progetto di architettura una essenza ecologicamente, culturalmente e socialmente relazionale, terapeutica, capace di soddisfare prima di tutto il requisito dello "star bene", di manifestare relazioni e preservarle, rapportandosi all'ambiente e al tessuto delle preesistenze secondo una modalità diversa da quella che tende a negare l'altro da sé. Le proposte progettuali presenti nel volume sono concepite infatti come specchio attivo della società, che non riflettono solo identità territoriali, ma contribuiscono attivamente a formarle, offrendo spazi favorevoli alla condivisione, alla coesione e alla solidarietà.

Sergio Russo Ermolli

the enhancement of local resources, in a perspective of sustainable development and of economic and fruitive promotion of the Mantua context features. A complex of initiatives that in most cases involve a broad framework of public and private operators, participating in various ways to a network system that can be an engine of new forms of local development within variables structures and geographies of the territory.

The account of these experiences, including large areas of Valletta Valsecchi and Te Brunetti quarters, as well as the Mantova-Monselice railway line, highlights the importance of a strategic dimension of the interventions, through the synergistic integration of roles and responsibilities strictly related to the development of innovative methods of information and training to raise awareness of the transformation actions, to define decision-making

as much as possible consensual, to increase sociability and sense of identity and belonging to the places from the citizens. In this context comes back strong the theme of "taking care", also the title of the preface to the volume: recognizing in architectural design an essence ecologically, culturally and socially relational, therapeutic, able to satisfy first the requirement of "well-being", to express relations and preserve them, relating to the environment and to the preexisting heritage according to a different mode from that which tends to negate the other from itself. Design proposals are in fact conceived as an active mirror of society, that not only reflects local identity, but contribute actively to form them, offering space favorable to sharing, to cohesion and to solidarity.

Sergio Russo Ermolli

Massimo Perriccioli (a cura di)
RE-Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale
CLEAN, Napoli, 2015

La definizione non univoca e per certi versi astratta di Social Housing, se da un lato ne ha favorito un uso eterogeneo, in alcuni casi improprio o strumentale, dall'altro ne ha evidenziato il carattere innovativo e multidisciplinare. La letteratura sull'abitare sociale prodotta nell'ultimo decennio concorda nel riconoscere al Social Housing il merito di aver riportato il tema della "casa" al centro del dibattito architettonico, nel quale troppo spesso era stato relegato ai soli aspetti immobiliari ed economici, tralasciando quelli progettuali, sociali, ambientali, urbanistici e tecnologici. I numerosi studi, le (poche) realizzazioni e gli aggiornamenti normativi degli ultimi anni sono accomunati dalla ricerca di metodi, modelli e strumenti, processuali e progettuali, in grado di cogliere la sfida posta dal Social Housing, fornire cioè una risposta alla crescente domanda di abitazioni di qualità a costi contenuti. L'edilizia sociale si è dovuta confrontare con un contesto fortemente problematico, in cui gli effetti della crisi economica degli ultimi anni hanno confermato e aggravato la criticità della questione abitativa, ormai una vera emergenza che vede coinvolte fasce di utenza sempre più ampie e diversificate. D'altra parte le risposte e gli strumenti finanziari finora elaborati dai Governi e dalle Pubbliche Amministrazioni, più adatti a periodi di crescita economica piuttosto che di crisi, non sembrano aver prodotto i risultati attesi, né sul numero effettivo di alloggi realizzati, né sull'auspicato rilancio economico del settore delle costruzioni che i piani di Housing Sociale avrebbero dovuto favorire. Tali criticità non han-

Massimo Perriccioli (a cura di)
RE-Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale
CLEAN, Napoli, 2015

The not unique (and somehow abstract) definition of Social Housing, if on one hand has facilitated a wide use of the term, sometimes improper or instrumental, on the other hand has highlighted its innovative and multi-disciplinary nature. Literature produced in the last decade agrees to recognize to the Social Housing discipline the credited with having brought the theme of "housing" in the middle of architectural debate, even if it had been too often relegated to the mere real estate theme and to the economic aspects, leaving out issues related to design, social aspects, environmental, urban and technological features.

The many studies, the (few) achievements and the regulatory updates registered in recent years have in common the search for methods, models and tools, procedural and design, able to meet the challenge posed by Social Housing, which is to provide effective response to the growing demand for quality housing at low cost. Social housing has to be confronted with a highly challenging environment, in which the effects of the economic crisis of recent years have confirmed and aggravated the the issue of housing as critical, a true emergency that involves user groups increasingly broad and diverse. On the other hand the answers and the financial instruments previously developed by Governments and Public Administrations (better suited to periods of economic growth rather than a crisis), do not seem to have produced the expected results, nor on the actual number of completed housing, nor on the expect-

no tuttavia impedito l'aggiornamento e l'evoluzione della filiera produttiva. La necessità di garantire costi e tempi di realizzazione contenuti ha spinto difatti le imprese a sviluppare e impiegare sistemi costruttivi innovativi, orientati verso la prefabbricazione. La riflessione sullo stato della ricerca sul Social Housing proposta dal volume "RE-Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale", appare, dunque, necessaria e urgente per avviare una discussione sui risultati finora raggiunti e tracciare possibili scenari evolutivi. Il libro curato da Massimo Perriccioli vuole rispondere a questa esigenza con lo sguardo della Tecnologia dell'Architettura e della Progettazione Ambientale, in virtù della visione sistemica e aperta di quelle discipline, e della loro propensione al confronto dialogico con altri saperi e competenze. Il testo, che rappresenta la prima formalizzazione dei risultati raggiunti dal cluster "Social Housing" costituito in seno alla Società Italiana di Tecnologia dell'Architettura (SITdA), di cui Perriccioli è coordinatore dal 2012, mira a evidenziare "la rete di contesti, esiti e obiettivi delle ricerche degli ultimi anni sul tema del Social Housing [...] in vista di nuove forme di sperimentazione e di operatività a livello locale e nazionale".

ed economic revival of the construction industry that the investment on Social Housing should have promoted. These difficulties did not prevent the upgrade and innovation of the production chain. The need to ensure reduced costs and production times has in fact pushed companies to develop and employ innovative construction systems, oriented towards the prefabrication. The thinking on the state of research on social housing proposed by the volume "RE-Cycling Social Housing. Searches for sustainable social regeneration residential construction", appears, therefore, necessary and urgent by the aim of initiating a discussion on both the results achieved until now and the possible scenarios. The book edited by Massimo Perriccioli wants to meet this need with the glance of the Technology Architecture and Environmental Design, by virtue of the systemic and open vision that



featured those disciplines, and their propensity to dialogic confrontation with other knowledge and skills. The text, which is the first formalization of the results achieved by the cluster "Social Housing" within the Italian Society of Architectural Technology (SITdA), coordinated by Perriccioli since 2012, aims at highlighting "the network of contexts, outcomes and objectives of the research on the subject of Social Housing in recent years [...] aiming at new forms of experimentation and operation at local and national level". Indeed, the activities of the cluster "Social Housing" are in continuity with the tradition of the studies on residential construction conducted since the 70s in the field of the architectural technology, which have made up the scientific and methodological reference by which address the issue of new ways of live at different levels and scales. A change provided by the deep

L'attività del cluster "Social Housing" si pone difatti in continuità con la tradizione degli studi sull'edilizia residenziale condotti fin dagli anni '70 dall'area tecnologica, che costituiscono il riferimento scientifico e metodologico con cui affrontare il tema dei nuovi modi di abitare ai diversi livelli e scale di intervento. Un mutamento ascrivibile alla trasformazione radicale del contesto culturale e urbano, che vede la casa arricchirsi di nuove valenze sociali, di nuovi usi e di nuove relazioni ambientali, prestazionali e funzionali.

Tale condizione è argomentata criticamente nell'introduzione dal curatore attraverso l'individuazione delle principali tematiche dell'abitare sociale, riferibili all'ormai inesausta questione della crescita della domanda abitativa, alla necessità di elaborare strumenti processuali e modelli gestionali innovativi che garantiscano la sostenibilità finanziaria degli interventi, all'ottimizzazione delle risorse energetiche e materiali, nonché alla governance dei processi di rigenerazione architettonica. Questi temi definiscono il perimetro all'interno del quale si declinano i diversi contributi raccolti nella sezione "RICERCHE" del volume.

Il lavoro riflette l'avvenuta strutturazione di una "rete lunga" di ricercatori che, pur nell'eterogeneità della dimensione locale in cui è svolta l'attività di ricerca, "inquadrano la questione dell'abitare sociale all'interno di una visione rigenerativa dei sistemi residenziali della città esistente, in grado di avviare processi di riqualificazione urbana, edilizia, ambientale e sociale di quartieri di edilizia pubblica e di aree e manufatti degradati o dismessi".

I contributi dei diversi autori condividono un orizzonte critico di ampio respiro che copre esaustivamente le molteplici traiettorie secondo cui la tematica del Social Housing si è sviluppata. Alle ricerche si affiancano la presentazione e l'analisi di quattro casi di studio nazionali, esemplari dal punto di vista degli strumenti,

transformation of the cultural and urban context, which sees the topic of housing enriched with new social values, new uses and new environmental reports, performance and functions.

The Author argues about such a critical condition in the introduction of the book, working through the identification of the main themes that now featuring social housing, mostly referring to the (still unanswered) questions on the growth of housing demand, on the need to develop procedural tools and innovative management models that ensure sustainability financial interventions, on optimizing energy resources and materials, and on the governance of architectural regeneration processes. These themes define the cultural perimeter of the different contributions the book are declined and collected within the "SEARCHES" section of the volume. The work reflects the successful structuring of a "long-net" of researchers

who, despite the heterogeneity of the local dimension in which the research is carried out, "frame the issue of social housing within a regenerative vision residential systems of the existing city, able to initiate urban regeneration, construction, environmental and social areas and public housing areas and artifacts degraded or abandoned". The contributions of the different co-Authors share a critical, broad horizon covering exhaustively the multiple trajectories developed in the framework of the Social Housing issue. Research are enriched with the presentation of four national case-studies, analysed from the point of view of the tools, processes and models put in place for the construction of social housing projects in recent years.

Research and projects are linked each other by issues referring to ecological conditions, energy and environmental, social and technological topics, which

dei processi e dei modelli messi in campo per la realizzazione di interventi di Housing sociale negli ultimi anni.

Le ricerche e i progetti sono accomunati da presupposti di carattere ecologico, energetico-ambientale, sociale e tecnologico, che consentono di tracciare le principali linee metodologiche e strategiche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale, attraverso interventi di densificazione edilizia e riduzione del consumo di suolo, di retrofit energetico e tecnologico, di miglioramento del comfort ambientale degli spazi abitativi e di relazione. Tali strategie riferiscono a requisiti di adattabilità, flessibilità e reversibilità, e si inquadrano in modelli processuali che tengono necessariamente conto di un ripensamento degli strumenti economico-finanziari che regolano le relazioni tra soggetti pubblici e privati.

Nel volume, a corredo delle ricerche e dei progetti, vengono proposti tredici concetti chiave (KEYWORDS), che tracciano sia una mappa di riferimento alla comprensione delle ricerche effettuate, sia un manifesto aperto di analisi prospettica.

Il testo non costituisce un punto di arrivo ma, come emerge chiaramente dalle intenzioni degli autori, piuttosto un osservatorio, un "luogo di discussione" in cui confrontare i diversi apporti metodologici, operativi e sperimentali portati dell'area tecnologica. La posizione chiara degli autori muove dalla consapevolezza che gli scenari evolutivi della ricerca sull'abitare sociale passi obbligatoriamente per processi innovativi di rigenerazione urbana e architettonica dello spazio abitativo, e che per superare i problemi contingenti "i vincoli economici, tecnico-normativi ed energetico-ambientali dovranno essere considerati come elementi di stimolo per sperimentare nuove procedure operative e produrre innovazioni sul piano sociale, spaziale, funzionale e figurativo".

Michele Conteduca

allow to trace the main methodological path and to identify the strategies for achieving the sustainable building regeneration of the social-residential housing, operating through the densification building interventions and of soil loss reduction, through energy retrofits and technology upgrade, through the improvement of environmental comfort of the living spaces and of the relationships. These strategies relate to requirements of adaptability, flexibility and reversibility, and are part of procedural models which necessarily have to take into account a rethinking of economic and financial instruments that govern the relationship between public and private entities.

These thes are supported by thirteen key concepts (section KEYWORDS of the book) illustrating researchs and projects in the field of social housing, thus tracing a sort of map of references by which understands the research

results, also opening posters for prospective analysis.

As it is clear from the authors' intentions, the book is not a point of arrival, but rather an observatory, a "place for discussion" in which comparing different methodological contributions cominh from the technology area in terms of operational and experimental upgrading.

The clear position of the co-Authors is based on the awareness that the evolutionary scenarios of social research on housing has mandatory gone through innovative processes of urban regeneration and of architecture of the living space, so that to overcome the current problems, "the economic, technical and regulatory energetico- environment must be seen as a stimulus elements to experiment with new operating procedures and produce innovations in social, spatial, functional and figurative"

Michele Conteduca

