

La ricerca e la sperimentazione sui tessili tecnici

Alessandra Zanelli, Dipartimento BEST, Politecnico di Milano, I
zanelli@polimi.it

RICERCA/RESEARCH

Abstract. Il saggio testimonia le attività di ricerca che l'unità di ricerca SPACE (Sperimentazione nel Progetto di Architettura e Ciclo di vita dei sistemi Edilizi) del Politecnico di Milano ha intrapreso intorno alla tematica dell'architettura tessile. Il saggio descrive le principali ricerche che impegnano il gruppo, traguardando le linee strategiche dell'Ateneo e dell'Unione europea: dalla ricerca di base, alla ricerca applicata fino alla sperimentazione progettuale. Infine propone una riflessione sull'impatto della ricerca tecnologica nel progetto e sulla capacità del tecnologo di contribuire ai percorsi progettuali con 'immaginazione costruttiva' e con 'competenze non-routine', stimolando la cooperazione tra specialismi e il raggiungimento di obiettivi tramite metodiche non confliggenti.

Parole chiave: Ricerca, Tecnologia, Creatività, Progetto, Tessili tecnici

La ricerca sui tessili tecnici al Politecnico di Milano

Il presente saggio prende spunto dal racconto di esperienze recenti di ricerca universitaria vissute in prima persona, per riflettere sui cambiamenti in atto nel fare ricerca e nel fare progettuale e per interrogarsi sulle opportunità che alla disciplina della Tecnologia dell'Architettura vengono offerte nel quadro evolutivo della società attuale.

L'esperienza che verrà ripercorsa è il frutto di un piccolo gruppo di persone che opera all'interno dell'unità di ricerca SPACE (Sperimentazione nel Progetto di Architettura e Ciclo di vita dei sistemi Edilizi) del dipartimento di Scienza e Tecnologie per l'Ambiente Costruito del Politecnico di Milano e che si sta via via specializzando attorno al tema dell'architettura tessile.

Tale esperienza, così focalizzata su un campo specifico di materiali e di processi, può rappresentare un punto di osservazione sulle dinamiche tra progetto e tecnologia, laddove l'attività progettuale si frammenta e si specializza sempre più, distinguendosi in progettazione architettonica, strutturale, ambientale, tecnologica, quanto più la tecnologia pervade ogni gesto trasformativo operato dagli individui e della società.

Research and experimentation with technical textiles

Abstract. This paper outlines the work being done by the Politecnico di Milano's SPACE (Experimental process for architecture and life cycle of building products) research unit on the theme of textile architecture. It describes the major research done by the unit, giving a glimpse of the strategies put in place by the university and the European Union for pure research, applied research and even experimental design. The essay also presents some thoughts on the impact of technological research on a project and on the ability of technologist to contribute to the design process with 'constructive imagination' and with 'non-routine skills', encouraging cooperation between specialized areas and the achievement of goals using non-conflicting methods.

Key words: Research, Technology, Creativity, Project, Technical textiles

Introduction: research into technical textiles at Politecnico di Milano

This essay, drawing on my first-hand experience of recent university research, explores some changes underway in how research and design are undertaken and seeks to understand what new paths are opening up in the building technology field in today's society.

I will look at the work of a small group at the SPACE research unit (Experimental process for architecture and life cycle of building products), which falls under Politecnico di Milano's Building Environment Science & Technology (BEST) department and which is increasingly looking at textile architecture.

This unit's work focuses on a specific field of materials and processes and provides an opportunity to observe the interplay between project and technology at a time when design is becoming increasingly fragmented and specialised, being

Il nodo e la rete Due azioni hanno rappresentato il volano dell'operatività molteplice con cui il gruppo di ricerca SPACE è attualmente impegnato ad approfondire il tema delle costruzioni tessili e, più in generale, dell'avanzamento tecnologico nei vari ambiti di applicazione dei tessili tecnici.

La prima di tipo immateriale, occorsa nel 2008: la creazione di un cluster di ricerca multidisciplinare sui tessili innovativi, denominato CLUSTex, finalizzato allo scambio di conoscenze tra i ricercatori e gli esperti di tessili presenti al Politecnico di Milano, nei settori della tecnologia dell'architettura, del design, dell'ingegneria strutturale, dell'ingegneria meccanica e della chimica della materia.

La seconda di tipo concreto, di prossima inaugurazione a ottobre: la creazione di un laboratorio di sperimentazione dei tessili tecnici, Textiles' HUB (Heuristic Understanding in Buildings), luogo specializzato a testare le potenzialità di applicazione dei tessili tecnici nelle costruzioni, interconnesso a una rete locale e transnazionale di interesse e di sperimentazione dei tessili impiegabili negli svariati settori industriali.

Cluster e HUB sui tessili tecnici rappresentano un nodo di connessione virtuale e fisico tra gli operatori della ricerca scientifica, i produttori di tessuti (tecnici e non) e la rete di progettisti e confezionatori di strutture tessili per l'architettura. Sono anche il luogo privilegiato in cui far dialogare le molteplici progettualità inerenti i sistemi costruttivi di matrice tessile, con l'obiettivo di arrivare allo sviluppo di nuovi prodotti e/o sistemi, partendo dalla caratterizzazione dei materiali, dallo studio dei processi con cui vengono realizzati e dalla valutazione delle possibilità di trasferimento da altri ambiti applicativi all'edilizia. Se il cluster è concepito come luogo di esercizio dell'*epistème*, della conoscenza proposizionale, l'HUB è il luogo della comprensione euristica che arriva allo sviluppo di un'abilità attraverso percorsi di prove ed errori e mediante l'indagine sul campo di procedure codificate e la libera prefigurazione di nuove modalità operative. In altri termini si può anche dire che l'HUB è il luogo del fare non finalizzato e dello sperimentare abilità non ancora focalizzate (nodo dell'esercizio della *techné*), che fonda le sue basi di conoscenza proposizionale sul cluster (nodo

divided into architectonic, structural, environmental and technological design as technology becomes ever more a part of any transformation brought about by an individual or society.

Hub and network

Two initiatives have driven the multiple activities that SPACE is now involved in as it seeks to explore textile constructions and, more generally, technological advancement in areas where technical textiles are used. The first, put in place in 2008, could be described as intangible since it involved the creation of a multidisciplinary research cluster for innovative textiles. Known as CLUSTex, it was created to encourage exchange among the researchers and textiles experts at Politecnico di Milano in the fields of architecture, design, structural engineering, mechanical engineering

and materials chemistry.

The second was far more concrete and is due to be inaugurated in October. Called Textiles' HUB (Heuristic Understanding in Buildings), it is a research laboratory specialising in testing potential uses of technical textiles in buildings. The lab is linked to a local and international network of other parties and laboratories involved in testing textiles in a range of industries.

The cluster and HUB are virtual and physical meeting points for scientific researchers, fabric manufacturers (technical and normal) and the network of designers and suppliers of membrane structures for buildings. They are also ideal places for discussion among the various parties involved in planning building systems based on textiles. The objective is to help with the development of new products and/

or systems through the characterisation of materials, the study of the manufacturing processes employed and an assessment of the possibility of applying products/systems from other building sectors.

One could say the cluster is based on the concept of *epistème* or procedural knowledge, while HUB is about a heuristic approach where something is achieved through trial and error and through in-the-field investigation of coded procedures and the free organisation of new ways of operating. In other words, HUB is where things are done without a specific target and where possibilities are tested without a set focus (the site for practising *techné*). Its knowledge is drawn from the cluster (site of the *epistème*), with its goal being to find new and more effective ways of 'doing' (*praxis*). The results can then be used by building-sector companies.

dell'esercizio dell'*epistème*) con l'intento di scoprire nuovi e più efficaci 'modi di fare' (*praxis*) da promuovere poi tra i diversi operatori del settore delle costruzioni.

Entrambi i nodi sono iper-specializzati sul tema dei tessili tecnici laddove la rete di connessione multidisciplinare, locale e globale, rappresenta la linfa vitale non solo per attivare nuovi progetti di ricerca, ma anche per approfondire e scambiare le conoscenze acquisite e le sperimentazioni di volta in volta condotte.

Va altresì sottolineato che, in un contesto europeo che vede la presenza di molteplici laboratori di ricerca sui tessili impegnati a sperimentare procedure che possano descrivere i futuri standard dell'operatività nel campo delle costruzioni tessili da codificare in sede di Eurocodice¹, la presenza di un centro attrezzato in questo senso anche all'interno del Politecnico di Milano dà forza e sostegno agli operatori italiani del settore che possono essere supportati nella messa a punto di una serie di indicatori calibrati sulla realtà produttiva, climatica e ambientale italiana, da portare alla discussione in vista dell'imminente normalizzazione delle procedure di progettazione, costruzione e manutenzione delle strutture tessili.

La leadership della tecnologia in una ricerca di base: punti di forza e di debolezza

Entrambe le iniziative descritte nel precedente paragrafo vedono la Tecnologia dell'Architettura come disciplina promotrice e guida del pool di competenze coinvolte, forse proprio in virtù del suo statuto debole e poco specializzato se confrontato con le branche dell'ingegneria e della chimica, ma per questo maggiormente disponibile ad addentrarsi in terreni non propri, a dialogare e cooperare in assenza di procedure già codificate, potendo contare però anche su una più nitida visione dell'obiettivo da raggiungere, essendo esso relativo all'avanzamento del settore delle costruzioni.

Un'analoga centralità ha ricoperto la disciplina della Tecnologia dell'Architettura in una ricerca di base multidisciplinare che ha come obiettivo la realizzazione di una cella fotovoltaica organica su substrato fluoropolimerico². In questo caso proprio lo studio dei processi di fabbricazione industriale di due tecnologie oggi in fasi di sviluppo: la terza generazione di celle fotovoltaiche e la tecnologia degli involucri trasparenti in cuscini pneumatici

Both the cluster and HUB are highly focused on technical textiles and the multidisciplinary network, both local and global, is essential not only for getting new research projects going, but also for in-depth examination and for sharing any information acquired and any experimentation done. Moreover, given that Europe has numerous textile research labs that test procedures that might become the future Eurocode standards used for textile structures¹, having a centre at Politecnico di Milano will aid Italian companies in this sector. Indeed, it can support them in developing a set of indicators based on the Italian manufacturing system, climate and environment. These indicators can then be used in the debate for the upcoming standardisation of the procedures for planning, building and maintaining textile structures.

The leadership of technology in pure research: strengths and weaknesses

In both of the initiatives in point 2, building technology is leading the way and guiding the skill sets involved. Perhaps this is because this area is so fragile and lacking in specialisation, compared to branches of engineering and chemistry, that it is more willing to enter new terrain, and to discuss and cooperate before procedures have been codified. It also has a clearer vision of the goal, since this relates to advancing the building sector. Building technology played an equally central role in a multidisciplinary pure research project designed to create a photovoltaic organic cell on a fluoropolymeric substrate². Here, by studying the industrial processes used to manufacture two technologies currently in development - third generation photovoltaic cells and

ETFE (EthyleneTetraFluoroEthylene) transparent pneumatic foil cushions - and that are seen, in their sectors, as being the most economic and environmentally friendly solutions, it was possible to see that the relative laminating techniques were compatible and to work out how they could be integrated. The technologists saw the possibility to introduce into the dye-sensitized solar cell production line the 'corona ring treatment' typically used for the aluminium powder printing that increases the amount of light blocked by otherwise transparent ETFE foil. Thus, they turned to chemists and physicists specialising in macromolecules to commence testing on a new type of organic cell. It was possible to focus on a shared goal because of the industrial potential of the idea and the possibility of widespread use of the resultant building

di ETFE (poliEtilTetraFluoroEtilene), e considerate ciascuna nel proprio ambito la soluzione più economica e a ridotto impatto ambientale, ha consentito ai tecnologi di notare la compatibilità tra le relative tecniche di laminazione e di prefigurarne l'integrazione. Intuendo le possibilità di trasferire nella filiera di produzione delle celle a colorante organico quel 'trattamento a corona' con cui tipicamente vengono realizzate le serigrafie in polvere di alluminio che rendono ombreggianti i film trasparenti di ETFE, i tecnologi hanno cercato il supporto di fisici ed esperti nella chimica delle macromolecole per avviare la sperimentazione di un nuovo tipo di cella organica. La focalizzazione di obiettivi condivisibili è stata possibile proprio prefigurando le possibilità di sviluppo industriale di tale idea e le potenzialità di applicazione diffusa del nuovo componente edilizio che ne sarebbe derivato, considerando che le uniche linee di produzione di celle organiche oggi attive sfruttano un polimero trasparente meno performante e durevole, il PET, come substrato per la laminazione delle celle stesse.

Alcune peculiarità contraddistinguono i percorsi di ricerca di base da quelli più finalizzati delle ricerche applicate. Innanzitutto lo sforzo di comprensione reciproca che ha consentito l'avvio del progetto e l'assegnazione del budget deve essere costante nel tempo, laddove ogni percorso di ricerca di base che sia davvero tale, si imbatte necessariamente in colli di bottiglia che portano il team a riorientare gli obiettivi in corsa. Questa necessità di riorientamento dei risultati fa sì che ciascuno per il proprio settore di conoscenza debba fare ricorso in modo intenso e continuativo alle proprie capacità proiettive. In questo tipo di processo iterativo e per certi versi creativo, il tecnologo riesce a svolgere un ruolo guida, tanto più è sviluppata in lui la volontà di approfondire e comprendere i problemi che altri settori di ricerca coinvolti si trovano via via ad affrontare.

Le mille opportunità della ricerca applicata

Dal 2010 l'European Research Council (ERC) introduce il campo *Lightweight construction, textile technology all'interno del settore strategico denominato PE8: Products and process engineering (product design, process design and control, construction methods, civil engineering, energy systems, material engineering)* sancendo

material, especially since, today, the only organic cell production lines use a less high-performing and durable transparent polymer, PET, as the substrate for laminating the cells. Certain features differentiate this pure research from more goal-focused applied research. First, the attempt to foster mutual understanding, which was the basis for initiating the project and determining the budget, needs to remain consistent over time since genuine pure research necessarily comes up against bottlenecks that force research teams to re-determine goals along the way. This need to reorient results means that each team member must, in his/her own area of expertise, continually and substantially use his/her ability to predict. In this type of iterative and somewhat creative process, a technologist can play an increasingly important guiding role the more he/

she seeks to understand and examine in depth the problems that other team members, in their sectors, encounter.

Thousands of opportunities for applied research

In 2010, the European Research Council (ERC) added *Lightweight construction, textile technology to the strategic sector known as PE8: Products and process engineering (product design, process design and control, construction methods, civil engineering, energy systems, material engineering)*. This allowed technical fabrics to be included in most of the research calls for proposal in the VII framework programme to revamp the building sector and construction processes. The paragraphs below look at three different types of projects that were put in place precisely because of the ERC's framework goals. The SPACE research

group is involved in these projects in varying ways. European interest in lightweight textile structures is clearly evinced by the explicit reference to possible uses of advanced textiles in the coordinated calls for proposals on the cross-cutting themes of nanotechnologies (NMP) and the energy efficiency of buildings (E2B), where new lightweight building solutions are examined as potential replacements for the current accepted options that only seek energy efficiency through mass. More specifically, in the 7FP - Cooperation Work Programme 2001 - Theme 4, the EU has created a cross-thematic coordinated call between E2B (Energy-efficient Buildings) and NMP (Nanosciences, nanotechnologies, Materials and new Production technologies). There are also two other really interesting calls for proposals: *EeB-NMP.2011-1*

così l'ingresso del tessile tecnico nella gran parte delle call di ricerca del VII programma quadro inerenti il rinnovamento del comparto edilizio e dei processi di costruzione.

Qui di seguito si citano tre diversi tipi di progetti che scaturiscono proprio da tali intenzioni programmatiche dell'ERC. Si tratta di tipologie differenti di progetti che vedono il gruppo di ricerca SPACE coinvolto a diverso titolo.

Una prova evidente dell'interesse europeo sullo sviluppo delle costruzioni leggere a base tessile è rappresentato dalla comparsa di un esplicito riferimento alla possibilità di applicazione di materiali tessili avanzati nelle call coordinate su temi trasversali alle nanotecnologie (NMP) e all'efficienza energetica degli edifici (E2B) laddove nuove soluzioni costruttive basate sulla leggerezza del sistema vengono valutate come alternative possibili a quelle proprie dello stato dell'arte che prevede il raggiungimento dell'efficienza energetica solo tramite la massa. In particolare nel programma 7FP - *Cooperation Work Programme 2001 - Theme 4, l'Unione Europea delinea assi trasversali di ricerca (Cross-thematic Coordinated Call) tra E2B (Energy-efficient Buildings) e NMP (Nanosciences, nanotechnologies, Materials and new Production technologies). Di grande interesse risultano le due call: EeB-NMP.2011-1 Materials for new energy efficient building components with reduced embodied energy; EeB.NMP.2011-3 Energy saving technologies for buildings envelope retrofitting*, attraverso le quali si promuove lo studio e la sperimentazione di nuove soluzioni tecnico-costruttive che superino lo stato dell'arte e la consueta applicazione di materiali tradizionali per ottenere l'efficienza energetica promuovendo, da un lato, la sperimentazione di isolanti innovativi e, dall'altro, la messa a punto di sistemi a funzionalità integrata e prefabbricabili, capaci di superare il consolidato modo di procedere per addizione di materiali, trascurando le sinergie tra le parti e le valutazioni del loro ciclo di vita all'interno dell'edificio di cui sono parte.

Il Dipartimento BEST ha ottenuto il finanziamento per il 2012-2015 nell'ambito della *EeB.NMP.2011-3 con un progetto denominato EASEE - Envelope Approach to improve Sustainability and Energy efficiency in Existing multi-storey multi-owner residential buildings* e l'unità di ricerca SPACE è coinvolta nella

Materials for new energy efficient building components with reduced embodied energy; and EeB.NMP.2011-3 Energy saving technologies for buildings envelope retrofitting. These encourage research and experimentation with new technical building solutions that go beyond the current accepted practices and standard applications of traditional materials to achieve energy efficiency. The calls also promote experimentation with innovative insulating products and the finalisation of integrated, prefabricated solutions that move away from the traditional approach of adding together materials and that neglect the synergies between elements and an assessment of their lifecycles in the buildings they are part of. The BEST Department received financing for 2012-2015 from *EeB.NMP.2011-3* with a project called *EASEE - Envelope Approach to improve*

Sustainability and Energy efficiency in Existing multi-storey multi-owner residential buildings. SPACE is involved in developing and testing the performance of innovative internal retrofit solutions that use a technical fabric as a structural support and surface finishing that is combined with high-performance thin insulation products. This is integrated with wall-heating, lighting and data transfer systems using a concept called multi-sensory wallpaper. Another collaborative project, entitled *S(P)EEDKITS - Rapid deployable kits as seeds for self-recovery*, received funding (2012-2015) under the security theme (FP7-SEC-2011-1). Here, SPACE is guiding the Politecnico's team and coordinating the work on system design: modularity & packaging. The goal is to design rapid response kits using textile technology. It also draws

messa a punto e nella sperimentazione delle prestazioni di soluzioni innovative di retrofit interno, basate sull'impiego di un tessile tecnico come supporto strutturale e finitura superficiale da accoppiarsi con isolanti sottili ad alte prestazioni e da integrarsi con dispositivi di riscaldamento a parete, illuminazione e trasferimento dati, secondo un concetto di tappezzeria multi-sensoriale.

Un altro tipo di *collaborative project*, relativo al tema Sicurezza (FP7-SEC-2011-1) ha procurato il finanziamento (2012-2015) al progetto *S(P)EEDKITS - Rapid deployable kits as seeds for self-recover*. In questo caso il gruppo di ricerca SPACE guida il team del Politecnico e coordina il lavoro relativamente al *System design: modularity & packaging*, con l'idea di sviluppare unità di prima emergenza basate sulla tecnologia tessile e concepite a partire dallo studio di nuove forme minime, ottenibili mediante l'impiego dei più avanzati strumenti di disegno parametrico che rendono oggi possibile la verifica di forme minime già esplorate dalla matematica ma non verificate dall'analisi strutturale né sul piano delle potenzialità formali e di aggregazione multipla, perché impossibili da realizzare mediante la tradizionale tecnica di simulazione delle bolle saponose (Emmer, 2008).

Infine il gruppo SPACE sta consolidando i rapporti di collaborazione con aziende operanti sul territorio, in particolare con CENTROCOT, Centro cotoniero di Varese, alla ricerca di un finanziamento sul tema dell'eco-innovazione. In questo caso l'approccio del *life cycle design* diventa il cardine dell'operatività del gruppo di lavoro e lo strumento attraverso il quale valutare in anticipo la fattibilità dell'idea di sviluppo industriale di un prodotto edilizio basato sul riciclo di materiali tessili provenienti dalla filiera.

Da questo sintetico quadro delle collaborazioni in atto, appare chiaro che le opportunità di ricerca applicata sono numerose e multiformi. Nel primo e nel secondo caso descritto si tratta di *Collaborative project - Large scale integration project* attraverso il quale l'unione europea considera premiale la realizzazione di dimostratori nei diversi paesi membri coinvolti nel progetto, incentivando il lavoro integrato di università e aziende operanti sui singoli ambiti territoriali. Il terzo tipo di progetto è del tipo

on new work into minimal forms, which can be created using the most advanced parametric design tools, that makes it possible to test forms that have already been hypothesised mathematically, but never structurally analysed nor assessed in terms of possible forms or modular potential since it is impossible to create these shapes using traditional soap-bubble simulations (Emmer, 2008). Finally, SPACE is furthering cooperation with local companies, especially CENTROCOT (Cotton Centre in Varese), to seek funding for eco-innovation. Here, lifecycle design is central to the group's work and is the tool needed to undertake feasibility studies into the industrial development of a building product created by recycling textile materials produced along the supply chain. This brief summary of the group's

activities should make it clear that the opportunities for applied research are manifold. The first and second examples are collaborative projects (large scale integration projects) where the EU places great importance on the creation of demonstrators in the member countries involved, rewarding efforts where universities and companies in the same area work together. The third project type is CIP-EIP ECO-INNOVATION³. The collaborative projects give the university the opportunity to carry out real experimental research as part of the project goals, but it is the CIP programmes that really make it possible to guide the introduction of new products and technologies onto the market. In this case, experimental research is the starting point that is shared with companies willing to develop an idea that a specific research

CIP-EIP ECO-INNOVATION³. Se nel caso del *collaborative project* è possibile per l'università fare concretamente ricerca sperimentale a ridosso degli obiettivi del progetto, i programmi CIP sono veri e propri strumenti per pilotare l'introduzione sul mercato di nuovi prodotti o tecnologie. In questo caso la ricerca sperimentale costituisce il punto di partenza da condividere con aziende disposte a sviluppare l'idea sperimentata da un determinato centro di ricerca. Se nel primo caso i dimostratori sono un ottimo punto di arrivo, nel secondo caso costituiscono la base da cui partire e la prova della fattibilità del progetto di sviluppo industriale. Risulta pertanto evidente che i ricercatori che vogliono partecipare attivamente alle opportunità di supporto economico rese disponibili dall'unione europea debbono organizzarsi in nuclei locali di lavoro molto caratterizzati su un ambito tematico e visibili all'interno di una rete di conoscenze e di competenze che deve essere alimentata e consolidata ben prima della partecipazione ai bandi di volta in volta disponibili. Solo il riconoscimento del nucleo di competenze e la visibilità del collegamento a una rete più ampia può infatti rendere fattivo il contatto e la partecipazione.

La tecnologia nella sperimentazione progettuale

A volte le *expertises* del ricercatore universitario possono essere messe al servizio di una specifica occasione progettuale. Laddove ciò avviene, il pericolo incombente è che il dominio della *praxis* travalichi l'ambito della *poiesis*⁴ e l'intelligenza pratica venga messa a completa disposizione di un preciso fine, arrivando così a limitare quella creatività tecnica sulla quale si dovrebbe a mio parere fondare la ricerca universitaria nel settore della Tecnologia dell'Architettura. Nei migliori dei casi, invece, la sperimentazione progettuale condotta dal gruppo universitario può essere organizzata in parallelo ad una operatività esterna – quella sì assoggettata a procedure e vincolata dal contenimento dei costi – allo scopo di testare nuove possibilità applicative di prodotti in commercio o di verificare le performance di nuovi materiali o di un mix di materiali attraverso la realizzazione di specifici dimostratori, approdando a due esiti interessanti sia per il gruppo di ricerca che per i portatori di interesse esterni. Quando per esempio l'investitore esterno è un ente pubblico,

centre has worked on. In collaborative projects, demonstrators can be seen as a good finishing line, but in the other type, they are the basis from which to start and to prove the feasibility of an industrial development project. Thus, it is no surprise that researchers seeking financial support from the EU need to organise themselves into local centres that focus on a specific theme and that are clearly part of a network of skills and know how. Furthermore, such centres need to be properly established well before taking part in any applications for funding made available at any given time. Merely having a recognised skills centre and being visibly a part of a larger network can ensure effective contact and participation.

Technology in experimental design

On occasion, the expertise of a university researcher can be made available for a specific project. In such cases, the danger is that *praxis* overwhelms *poiesis*⁵ and so practical intelligence might be used solely to achieve a specific end, which would restrict that technical creativity that, I believe, should be the basis for university research in the building technology sector. In the best cases, experimental design by a university group can be done in parallel with an external operation - that is subject to procedures and cost constraints - in order to test new product applications on the market or to verify the performance of new materials/ combinations of materials through the creation of specific demonstrators, resulting in interesting outcomes for the research group and the external stakeholders.

è possibile che il gruppo di ricerca possa offrire supporto nelle decisioni inerenti la scelta di una certa soluzione tecnico-costruttiva o possa delineare strade alternative con cui ottenere le prestazioni attese⁵.

Quando l'investitore esterno è invece privato, il gruppo di ricerca può proficuamente considerare il problema concreto per il quale l'azienda è tenuta a dare risposte immediate come un'occasione di sperimentazione a più largo raggio, contando su tempistiche più dilatate e meno pressanti. In altri termini il gruppo di ricerca fornisce all'azienda una serie di informazioni tipiche di una ricerca pre-progettuale che nei tempi corti della pratica professionale non è più possibile affrontare, se non all'interno dei più grandi team di progettazione multidisciplinare (Arup, Arep, Buro Happold, RPBW, ecc.). Questo particolare contributo che potremmo definire come «servizio di ricerca e sviluppo» che l'università può offrire alle aziende, ovviamente è attivabile solo sulla base di rapporti di comprovata fiducia tra le parti e anche di autorevolezza del gruppo di ricerca sul un determinato tema⁶. In entrambi i casi il gruppo di ricerca si trova a collaborare con operatori di vario tipo del settore edilizio da una posizione autonoma, che lo rende autonomo e libero nella formulazione degli esiti della ricerca, conferendogli inoltre il ruolo di mediatore dialogante con tutte le altre parti interessate.

Proprio la capacità proiettiva tipica del progettista tecnico e la creatività del tecnologo sempre sensibile a intercettare innovazione, fanno di queste occasioni una seria opportunità di ricerca sperimentale, non in tono minore, potendo costituire anche la materia da cui ripartire per dare forma a nuove proposte di progetti collaborativi a livello europeo.

Conclusioni

In un mondo dove la pervasività della tecnica è evidente e dove, per contro, solo un'infinitesima parte delle trasformazioni che riguardano l'ambiente costruito e la società è filtrata dall'operatività dell'architetto⁷, anche l'ambito di pertinenza della Tecnologia dell'Architettura si trasforma, mossa da spinte di generalità di tipo diverso. Un moto di curiosità per così dire centrifugo spinge la tecnologia a travalicare i confini disciplinari e a conoscere statuti e mutuare procedure di altre branche del

For example, if the external investor is a public entity, the research group might be able to provide advice on decisions regarding a specific technical building solution or to indicate alternative ways to achieve the desired performance⁵. If the external investor is a private body, the research group can gainfully consider the company's specific problem as part of more far-sighted experimentation, where the timeframe is longer and less urgent. This means the research group provides the company with the typical 'pre-project' research as there is no time for an actual project because of the pressing nature of the business world, unless the project forms part of one of the major multidisciplinary design teams (Arup, Arep, Buro Happold, RPBW, etc.). Of course, for a university to offer such a «research and development service» is it necessary for established mutual trust

to exist between the parties and the research unit also needs to have proven leadership in a given area⁶.

In both cases, the research group ends up working with people from different parts of the building industry, but does so autonomously. This ensures it remains independent and free to formulate the research results, thus also becoming the mediator between all the other stakeholders.

It is precisely the ability of the technical designer to look forward and the creativity of the technologist who is always open to innovation that turn such occasions into opportunities for real experimental research. Furthermore, such research might even provide the subject matter on which new proposals for European collaboration projects are built.

sapere. D'altro canto quel moto centripeto che porta la dimensione tecnologica al centro di tutta l'operatività umana offre importanti legittimazioni a che la ricerca di Tecnologia dell'Architettura assuma il ruolo di fulcro di una rete allargata e multidisciplinare di conoscenze, e si proponga essa stessa come metodologia con cui interpretare la realtà attuale e sperimentare nuovi assetti per la società di domani⁸.

Di tale esperienza, così incentrata sullo studio dei tessuti tecnici, cosa è generalizzabile? La prima considerazione che si può trarre riguarda le dinamiche tra nodo e rete ed è di natura strutturale. Il rinnovarsi dei modi e dei canali con cui oggi si creano le opportunità di ricerca universitaria porta profonde modificazioni nelle modalità di intessere relazioni esterne e interne agli atenei e tra studiosi di diversi ambiti scientifici. Tali modificazioni si riflettono poi anche sugli assetti dei gruppi di ricerca monodisciplinari, consolidatisi per anni essenzialmente attorno alla condivisione di metodi e temi di insegnamento più che di contenuti di ricerca. Oggi sembra invece strategico che un gruppo sia depositario di un nucleo circoscritto di conoscenze oppure anche di uno specifico approccio di indagine, tale da essere ben riconoscibile a livello nazionale e internazionale, mentre i progetti di ricerca che di volta in volta si dovranno affrontare diventano il terreno in cui sperimentare la multidisciplinarietà e lo scambio di metodiche all'interno del medesimo ambito disciplinare.

Inoltre da tale esperienza dovrebbe emergere come le competenze cosiddette 'non-routine' (Gaut, 2009), ovvero quell'insieme di creatività e capacità di cooperazione, apertura e coraggio di travalicare le regole e le procedure precodificate che solitamente nutrono i percorsi innovativi – abilità da sempre congeniali al tecnologo e al progettista tecnico – assumono una nuova centralità proprio all'interno di quei percorsi sperimentali e di frontiera che oggi rappresentano la strategia fondamentale con cui le comunità internazionali promuovono il progresso e lo sviluppo sostenibile su scala planetaria.

Al tecnologo dell'architettura, così come al progettista tecnico, dotati di quella capacità proiettiva e di quell'immaginazione costruttiva⁹ che da sempre consentono loro di sviscerare,

Conclusions

In a world where technology is clearly ubiquitous and where, by contrast, only a small part of the changes to the built environment and society is filtered through architects⁷, the field of building technology is also changing, driven by a range of general forces. One could say that a sort of centrifugal curiosity drives technology beyond the borders between disciplines, to learn about different ways of doing things and borrow procedures from other branches of knowledge. Conversely, the tendency of technology to become central to all human action forms the basis for a solid argument for building technology research to act as a filter for a broader, multidisciplinary knowledge network and to provide a methodology for interpreting the world today and testing new organisations for tomorrow's society⁸.

What general remarks can be drawn from research so narrowly focused on technical textiles? First, one can make a structural comment on the dynamics between hub and network. The renewed means and channels now used to create opportunities for university research have resulted in major changes to internal and external relations at universities and between academics in differing scientific fields. These modifications can also be seen in how single-discipline research groups are organised. For years, these were essentially built around sharing methods and teaching themes rather than research contents. Today, the best strategy seems for a group to have a focused skill set or to have a specific approach to investigation, such that the group is recognised nationally and internationally. It is then the research projects, which are undertaken

precorrere e risolvere i problemi inerenti la costruzione dell'architettura, sono offerte nuove opportunità di cooperazione alla modificazione dell'ambiente, alle diverse scale. Con quella creatività propria di chi si cimenta nella *techné* e non solo nell'*epistème*, il tecnologo oggi trova legittimamente il suo spazio di azione in tutti quei percorsi innovativi e in quelle occasioni di avanzamento tecnologico e di progresso sociale che prevedono una forte componente di progettualità: in altre parole collabora a pieno titolo sia alla ricerca scientifica di base che a quella applicata, cooperando con tutte le diverse discipline interessate alla modificazione dell'ambiente costruito.

NOTE

¹ Nel giugno del 2010 l'associazione europea TensiNet si è fatta promotrice di una proposta di Eurocodice CEN/TC250/WG5: *Technical Guidance for the Design of Membrane Structures* che è stata accettata con un tempo di istruttoria complessivo di 30 mesi. Sempre dallo stesso anno è stato attivato all'interno del TensiNet un gruppo di lavoro sul tema «*specifications*» al quale afferiscono almeno due rappresentanti per paese membro, un produttore o confezionatore di tessuti e un professore universitario, con la finalità di discutere tutti gli aspetti che informeranno la normativa comunitaria in materia di strutture a membrana. In questo contesto è stato recentemente lanciato anche un *round robin exercise*, ovvero una procedura di confronto volontario delle apparecchiature di test dei vari laboratori universitari e privati attrezzati alla progettazione, all'analisi strutturale, alla misurazione delle proprietà e alla simulazione fluido-dinamica di sistemi tensostrutturali a membrana. Tale esercizio ha indirettamente coinvolto anche la sede milanese, agli inizi del 2011 ancora non attiva con le proprie attrezzature, e i primi risultati sono disponibili nell'atto del convegno IABSE-IASS Symposium: Beccarelli, Bridgens, Galliot, Stimpfle, Zanelli (Sept. 2011), *Round-robin biaxial testing of architectural coated fabrics*, London.

² Il gruppo di ricerca SPACE coordina per il biennio 2010-2011 una ricerca di base finanziata da Fondazione Cariplo – Bando Materiali avanzati dal titolo: *SOFT (Smart, Organic, Flexible and Translucent) – PV: Creation of a Photovoltaic Organic Cell on Fluoropolymeric Substrate to Integrate into Smart Building Envelopes*, in partnernariato con il dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano e l'Istituto per lo sviluppo delle Macromolecole del CNR. L'acronimo SOFT, oltre a descrive la cella che si intende creare (Smart, Organica, Flessibile, Traslucente) richiama la tecnologia degli involucri in ETFE, comunemente nota come *soft technology*, in virtù della leggerezza e

case by case, that become the ideal field in which to experiment with a multidisciplinary approach and which can involve the exchange of methods within the same discipline.

'Non-routine' skills (Gaut, 2009) can be seen as that combination of creativity and an ability to cooperate, to be open and to have the courage to go beyond the rules and established procedures that usually feed the innovation process. Interestingly, such skills are the hallmarks of technologists and technical designers. In addition, the experiences described in this paper show that such skills are especially central to those experimental and boundary-pushing processes that now make up the international community's fundamental strategy for promoting global progress and sustainable development.

For a building technologist and

a technical designer, an ability to look forward and a constructive imagination⁹ have long enabled them to dissect, work through and resolve the problems of building architectural designs. These people now have new opportunities to cooperate in changing the environment, at various scales. Today, using that creativity that comes not only from *epistème* but also *techné*, a technologist plays a genuine role in all forms of innovation, technological advancement and social progress that require real project planning ability. In other words, a technologist has a proper role in both pure and applied scientific research, working with all the various disciplines involved in altering the built environment.

flessibilità del film fluoro-polimerico impiegato.

³ In base alla Decisione N° 1639/2006/EC che istituisce il programma quadro per la Competitività e l'Innovazione, per eco-innovazione si intende «qualsiasi forma di innovazione volta ad un progresso significativo e durabile verso lo sviluppo sostenibile; attraverso la riduzione degli impatti sull'ambiente o la promozione di un uso più efficiente delle risorse naturali, inclusa l'energia».

⁴ A tal proposito si vedano: Habermas, J. (1971). "Technology and science as "ideology", in *Toward a rational society: student protest, science, and politics*, London, Heinemann Educational Books; Callaos, N. (2008), *The Essence of Engineering and Meta-Engineering: A Work in Progress*, in www.scis.org/Nagib-Calaos; e anche la definizione di innovazione «poiesis intensive» formulata da Piero Bassetti in: http://www.fondazionebassetti.org/it/focus/innovazione_poiesis_intensive/

⁵ È questo il caso del contratto stilato nel 2010 dal dipartimento BEST con il Comune di Nora, finalizzato al «Supporto tecnico scientifico alla progettazione di un sistema innovativo di copertura in tessili tecnici per l'area archeologica delle piccole terme di Nora, Pula (Cagliari) e monitoraggio microclimatico dei due mosaici delle piccole terme nel sito archeologico di Nora; monitoraggio delle prestazioni termometriche del prototipo di copertura per la protezione dei mosaici».

⁶ Un esempio di questo genere è il contratto triennale di ricerca tra l'unità di ricerca SPACE e l'azienda Canobbio, relativamente al tema dei *Materiali tessili avanzati a base fluoropolimerica per applicazioni innovative di involucro e copertura*. Il contratto è un incubatore di proposte tecnico-costruttive che azienda e ricercatori possono sviluppare insieme, partendo di volta in volta da occasioni concrete.

⁷ Nella contemporaneità, «è soprattutto in termini di velocità di comunicazione e di controllo delle informazioni che si giocano le divisioni di potere. In queste condizioni gli architetti non sanno più a che santo votarsi [...]. I politici, i tecnocrati, gli ingegneri producono ormai questo genere di cose rivolgendosi il meno possibile agli uomini di quell'arte che Hegel poneva al primo posto tra tutte le altre» (Guattari, 1989, tr. it. 1996, p. 25).

⁸ «[...] la ricerca di una dimensione tecnologica commisurata alle strutture del mondo attuale, rivolta verso un diverso assetto della società di domani, suggerisce di riassorbire il concetto stesso di tecnologia in quello di metodologia intendendo quest'ultima come un modo di approccio conoscitivo diversificato ai problemi della storia e della natura senza pretesa di stabilire nuove verità e nuovi condizionamenti nei vari campi dell'esperienza umana, dalla scienza all'arte, dall'economia alla politica» (Eduardo Vittoria: cit. in Ricci, 2001, p. 4).

⁹ L'immaginazione costruttiva è descritta da Giovanni Guazzo in questo modo: «dato un certo problema pratico da risolvere, il progettista ne in-

NOTES

¹ In June 2010, the European association TensiNet put forward Eurocode proposal CEN/TC250/WG5: *Technical Guidance for the Design of Membrane Structures*, which was accepted after 30 months. In the same year, a working group at TensiNet also worked on the «specifications». This group included at least two representatives from each member country - a textile manufacturer or producer and a university professor - and was designed to discuss all the aspects relative to future EU law on membrane structures. In this context, a round-robin exercise (i.e. a voluntary comparison of the various test equipment used in the university and private laboratories that are equipped to plan and design, structurally analyse, measure the properties and simulate the fluid dynamics of tensile membrane structures) was recently

commenced. This exercise indirectly involved the Milan site, despite not being fully functional in early 2011, and the initial results are available as part of the conference documentation for the IABSE-IASS Symposium: Beccarelli, Bridgens, Galliot, Stimpfle, Zanelli, Round-robin biaxial testing of architectural coated fabrics, London, Sept. 2011.

² For 2010-2011, the SPACE research group is coordinating pure research financed by Fondazione Cariplo (Advanced Materials proposals). The title is *SOFT (Smart, Organic, Flexible and Translucent) - PV: Creation of a Photovoltaic Organic Cell on Fluoropolymeric Substrate to Integrate into Smart Building Envelopes*, in partnership with Politecnico di Milano's physics department and the Italian National Research Institute's Institute for Macromolecular Studies (ISMAC). The

acronym SOFT not only describes the cells that are the goal, but also recalls the ETFE coating commonly known as 'soft technology' because of the lightness and flexibility of the fluoropolymer film used.

³ According to Decision no. 1639/2006/EC, establishing a Competitiveness and Innovation Framework Programme, eco-innovation «is any form of innovation aiming at significant and demonstrable progress towards the goal of sustainable development, through reducing impacts on the environment or achieving a more efficient and responsible use of natural resources, including energy».

⁴ For more on this, see: Habermas, J. (1971), "Technology and science as "ideology", in *Toward a rational society: student protest, science, and politics*, London, Heinemann Educational Books; Callaos, N. (2008), *The Essence of Engineering and Meta-Engineering: A Work in Progress*, in: www.scis.org.

dividua la possibile soluzione a partire dai materiali e dagli strumenti che ha a disposizione nell'immediato intorno ambientale; poi, con operazioni mentali rapidissime, adattando gli uni agli altri ed entrambi alla soluzione costruttiva intravista, comincia a "cimentarsi" con quel problema direttamente facendo; ed è proprio nel fare che si rende conto se la soluzione intravista è effettivamente praticabile o meno» (Guazzo, 2003).

REFERENCES

- Callaos, N. (2008), *The Essence of Engineering and Meta-Engineering: A Work in Progress*, disponibile in: www.scis.org/Nagib-Calaos.
- Emmer, M. (2008), *Bolle di sapone. Tra arte e matematica*, Bollati Boringhieri.
- Fabbri, M. e Pastore, D. (Ed.) (1998), *Architettura per il terzo millennio*, Fondazione Adriano Olivetti, Roma.
- Foucault, M. (1966), *Les mots et les choses*, Gallimard, Paris (tr. it. di Panaitescu, E. (1978), *Le parole e le cose. Un'archeologia delle scienze umane*, Rizzoli, Milano).
- Gaut B. (2009), "Creativity and Skill", in Krausz, M., Dutton, D. e Bardsley, K. (2009), *The Idea of Creativity*, BRILL, Leiden-Boston, pp. 84-103.
- Guattari F. (1989), *Cartographies schizoanalytiques*, Paris, Galilée, pp. 291-301 (tr. it. *Cartografia schizoanalitica. L'enuciamento architettonico*, in AA.VV. Guattari, F., *Architettura della sparizione, architettura totale. Spaesamenti metropolitani*, Millepiani, n. 7, Mimesis, Milano, 1996, pp. 25-32).
- Guazzo G. (2003), "I 'molti modi' del pensiero progettuale", in Bertoldini M. e Zanelli A. (Ed) (2003), *Tecnica, progetto e scienze umane*, Libreria Clup, Milano.
- Habermas, J. (1971), "Technology and science as 'ideology'", in *Toward a rational society: student protest, science, and politics*. London: Heinemann Educational Books.
- Ricci, G. (2001), *La logica di Dedalo. Tecnologia, progetto e parole dell'architettura*, Liguori, Napoli.

org/Nagib-Calaos; and the definition of «intensive poiesis» innovation formulated by Piero Bassetti in: http://www.fondazionebassetti.org/it/focus/innovazione_poiesis_intensive/.

⁵ This is the case with the 2010 contract between the BEST department and the Municipality of Nora, which is designed to provide «technical and scientific support for the design of an innovative coverage system using technical textiles for the archaeology site at the small Nora baths in Pula (Caffiari) and the microclimate monitoring of the two mosaics of the two small baths at the Nora archaeology site. It also sets out the monitoring of the thermohygro-metric performance of the coverage for the mosaics».

⁶ The three-year research agreement between SPACE and Canobbio (a company) is an example of this. It covers *Advanced fluoropolymer textiles to be*

used for innovative casing and covering solutions. The agreement is an incubator for technical building proposals that the company and the researchers can develop jointly, working on the basis of a concrete opportunity each time.

⁷ In the contemporary world, «power is played out in terms of the speed of communication and the control of information. In such circumstances architects are at a loss! [...] Politicians, technocrats and engineers now manage such things with the least possible contribution from the men of the art Hegel once placed first among all other arts» (Guattari, 1989, Trans. from the Italian translation 1996, p. 25).

⁸ «[...] the search for a technological dimension that is commensurate with the structures of the world today and geared towards a different organisation of society in the future, points to the idea of the very concept of technology

being absorbed into that of methodology, where the latter is seen as a diverse cognitive approach to historical and natural problems without any intention of establishing new truths and influences on the various fields of human experience, from science to art and from the economy to politics» (Eduardo Vittoria: quoted in Ricci, 2001, p. 4).

⁹ Giovanni Guazzo described constructive imagination as follows: «given a specific practical problem to solve, the designer comes up with a possible solution on the basis of the materials and tools available in the immediate vicinity; then, through mental gymnastics, adapting the one to the other and both to the planned building solution, he or she begins directly to wrestle with the problem; and it is precisely while building that it becomes clear whether the foreseen solution is practical or not» (Guazzo, 2003).