

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"<sup>1</sup>, 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"<sup>2</sup>, 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 Banham<sup>3</sup> 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"<sup>1</sup>, 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”<sup>4</sup>, 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 Banham<sup>3</sup> 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 Fitch<sup>5</sup> 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”<sup>4</sup> 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.).

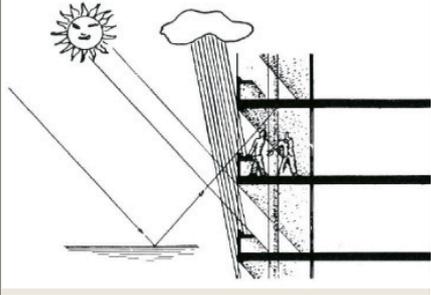
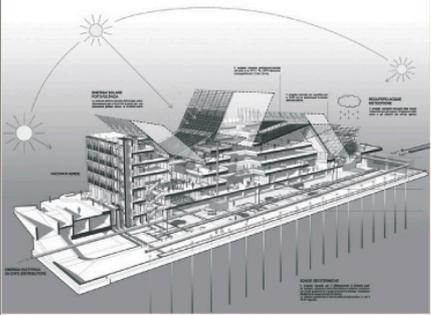
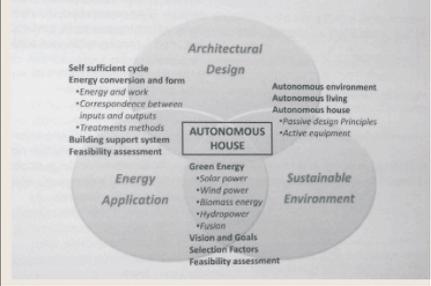
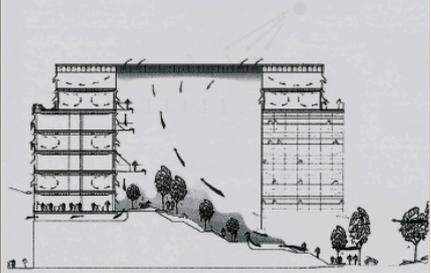
Il raggiungimento dell'obiettivo di realizzazione di edifici ad "energia quasi zero", passa pertanto attraverso la definizione di un nuovo modello energetico caratterizzato dalla mutua interazione delle caratteristiche peculiari dei paradigmi energetico-ambientali declinati, in maniera tale da sopperire 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
<b>Conservative</b>		<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:  <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Paxton">https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Paxton</a></p>
<b>Selective</b>		<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>
<b>Regenerative</b>		<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:  <a href="http://www.promozioneacciaio.it/cms/it5832-muse-museo-delle-scienze-di-trento.asp#prettyPhoto[disegni]/5/">http://www.promozioneacciaio.it/cms/it5832-muse-museo-delle-scienze-di-trento.asp#prettyPhoto[disegni]/5/</a></p>
<b>Adaptive</b>		<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>
<b>Bioclimatic</b>		<p>Offices and Housing, Postdamer Platz, Berlin (1992); Richard Rogers Partnership</p> <p>Diagram of bioclimatic</p> <p>From: Herzog, T., Kaiser, N., &amp; 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

dizioni 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
<b>Conservativa</b>	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
<b>Selettiva</b>	Sistemi di parete ventilata e microventilata Sistemi di copertura ventilata e microventilata Sistemi di protezione e controllo solare esterni (fissi e mobili) Sistemi vetriati a riflessione della luce (sistemi vetriati 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)
<b>Rigenerativa</b>	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	
<b>Adattiva</b>	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.)
<b>Bioclimatica</b>	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 laws<sup>6</sup>, 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 legislative<sup>6</sup>, 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 thermohygrometric 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

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> The epistemological concept of "ecosource" is a term coined within the anthropological culture and transposed here by the author.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> The term is taken from the text "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna" (Italian translation of "The Architecture of the Well-Tempered Environ-

#### NOTE

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Il concetto epistemologico di "Ecofonte" è stato coniato nell'ambito dalla cultura antropologica e qui trasposto dall'autore.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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...»

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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 ... »

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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*.