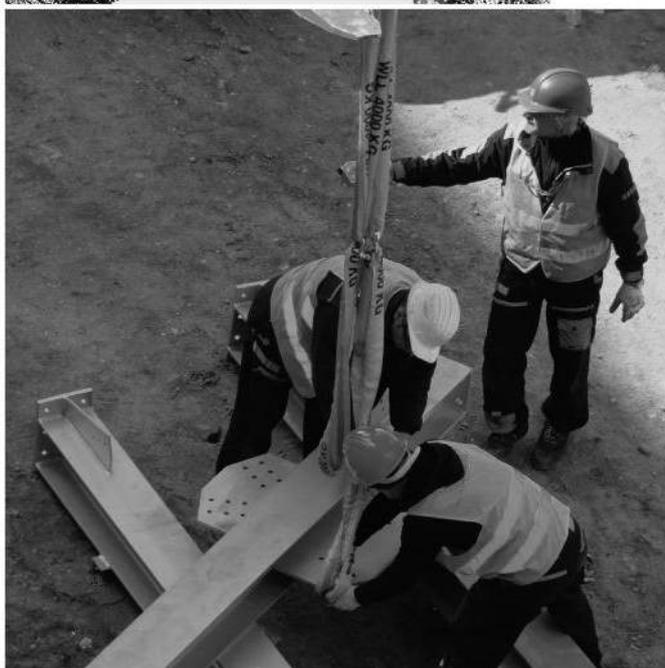
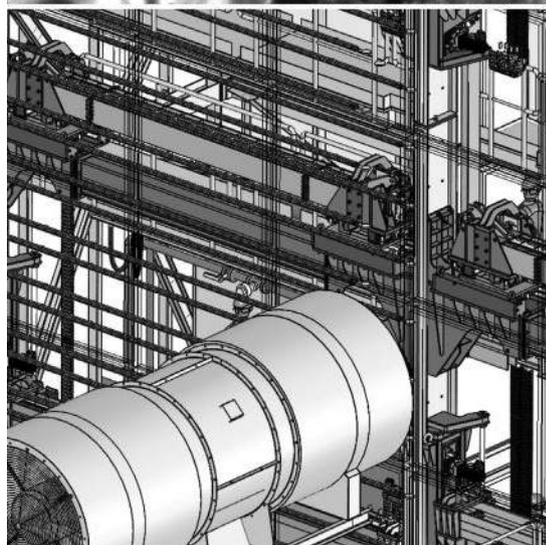
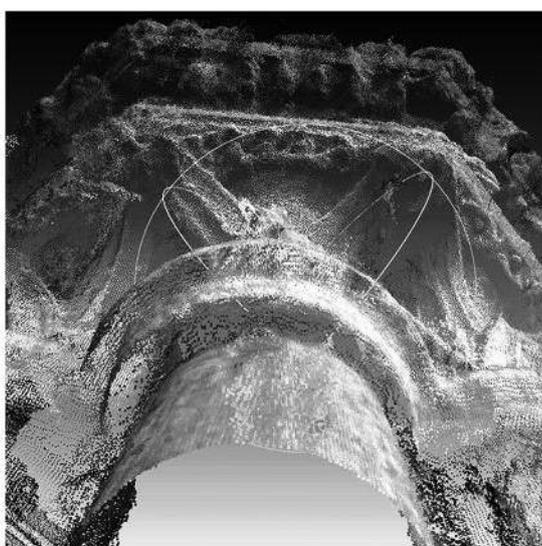
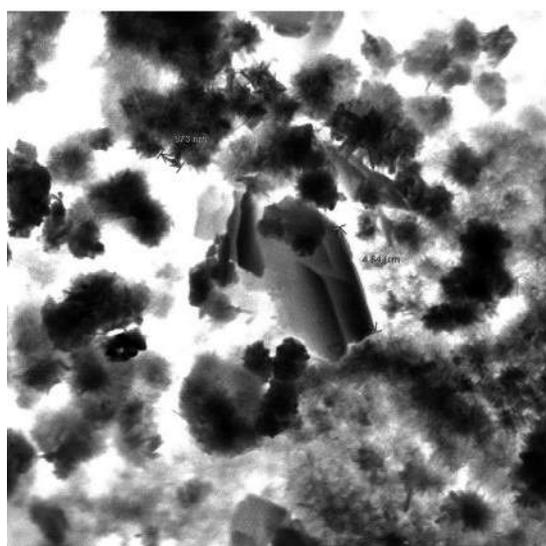


Massimo Lauria - Corrado Trombetta

# Building Future Lab

Ricerca sperimentale per la Sostenibilità nel Settore delle Costruzioni  
*Experimental Research for Sustainability in the Building Sector*



politecnica

  
MAGGIOLI  
EDITORE

*“Il miglior modo per predire il futuro è inventarlo”*  
(Alan Curtis Kay, 1971)

*“Il futuro è molto aperto, e dipende da noi, da noi tutti. Dipende da ciò che voi e io e molti altri uomini fanno e faranno, oggi, domani e dopodomani. E quello che noi facciamo e faremo dipende a sua volta dal nostro pensiero e dai nostri desideri, dalle nostre speranze e dai nostri timori. Dipende da come vediamo il mondo e da come valutiamo le possibilità del futuro che sono aperte”*  
(Karl Popper, 1992)

© Copyright 2016 by Maggioli S.p.A.

**Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.**  
Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2008

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8  
Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595  
[www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it)  
e-mail: [clienti.editore@maggioli.it](mailto:clienti.editore@maggioli.it)

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione  
e di adattamento, totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Finito di stampare nel mese di gennaio 2016  
nello stabilimento Maggioli S.p.A.  
Santarcangelo di Romagna



PON/QSN/R&C 2007-2013, Regioni Convergenza. Asse I: Sostegno ai mutamenti strutturali - Obiettivo operativo 4.1.1.4. Potenziamento delle strutture e delle dotazioni scientifiche e tecnologiche. Azione: Rafforzamento Strutturale. Avviso n. 254/Ric del 18 maggio 2011

La presente pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto PONa3\_00309 *Building Future Lab Laboratorio di Ricerca Operativa Permanente*, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria, Dipartimento dArTe.  
È priva di prezzo di copertina ed è distribuita gratuitamente dall'editore.

Massimo Lauria, Corrado Trombetta  
*(a cura di/edited by)*

# **Building Future Lab**

*Ricerca sperimentale per la Sostenibilità  
nel Settore delle Costruzioni*

*Experimental Research for Sustainability  
in the Building Sector*

  
MAGGIOLI  
EDITORE

Il testo restituisce contributi teorici e approfondimenti sperimentali sviluppati nell'ambito del Master di II livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni* finanziato nell'ambito del progetto PONa3\_00309 *Building Future Lab Laboratorio di Ricerca Operativa Permanente*. Dipartimento dArTe, Architettura e Territorio, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

Il testo è stato sottoposto alla procedura di valutazione e accettazione del doppio referaggio anonimo (*double-blind peer review*), in conformità con i procedimenti e i criteri definiti per la pubblicazione nella Collana.

#### **Comitato Tecnico Scientifico**

*Massimo Lauria*, Direttore del Master di II livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni*

*Corrado Trombetta*, Responsabile scientifico del *Building Future Lab Laboratorio di Ricerca Operativa Permanente*

*Felice Arena*, membro del Comitato Tecnico Scientifico e del Comitato di Gestione

*Francesca Fatta*, membro del Comitato Tecnico Scientifico e del Comitato di Gestione

*Maria Teresa Lucarelli*, membro del Comitato Tecnico Scientifico e del Comitato di Gestione

*Matilde Pietrafesa*, membro del Comitato Tecnico Scientifico e del Comitato di Gestione

*Laura Thermes*, membro del Comitato Tecnico Scientifico e del Comitato di Gestione

#### **Responsabili di Sezione del Bulding Future Lab**

*Francesco Pastura*, Responsabile della Sezione LabMat&Com

*Martino Milardi*, Responsabile della Sezione TestLab TestRoom TestCell

*Francesca Fatta*, *Franco Prampolini*, Responsabili della Sezione DiMoRa&Co

*Matilde Pietrafesa*, Responsabile della Sezione Test Mobile

*Adolfo Santini*, Responsabile della Sezione Test Dinamica

*Felice Arena*, Responsabile della Sezione Test Water

*Marco Mannino*, Responsabile della Sezione Laboratorio Cognitivo

#### **Docenti del Master**

*Ottavio Amaro*, *Ernesto Antonini*, *Maica Apa*, *Felice Arena*, *Francesco Bagnato*, *Angelo Barillà*,  *Davide Battaglia*, *Federico Butera*, *Michele Buzzerio*, *Stefano Cali*, *Massimiliano Campi*, *Andrea Campioli*, *Paolo Cannavò*, *Antonio Capuzzi*, *Giuseppe Carallo*, *Fabrizio Cattaneo*, *Raffaele Catuogno*, *Giuseppe Chidichimo*, *Paolo Clini*, *Luigi Conte*, *Vincenzo Corrado*, *Marina Crea*, *Luciano Cupelloni*, *Alberto De Capua*, *Livio De Santoli*, *Maurizio Diano*, *Gian Piero Donin*, *Gianpiero Evola*, *Giuseppe Fera*, *Alberto Ferlenga*, *Vincenzo Fiamma*, *Patrizia Frontera*, *Francesca Giglio*, *Rosario Giuffrè*, *Alessandra Gruppi*, *Domenico Ielasi*, *Francesco Lagonigro*, *Antonino Latino*, *Massimo Lauria*, *Arcangelo Lo Iacono*, *Mario Losasso*, *Odine Manfroni*, *Marco Mannino*, *Luigi Marletta*, *Martino Milardi*, *Carlo Moccia*, *Francesca Moraci*, *Consuelo Nava*, *Gianfranco Neri*, *Antonino Nucara*, *Francesco Nucera*, *Michele Paleari*, *Fabio Palmeri*, *Alessandro Pandolfo*, *Claudio Panichi*, *Adriano Paoletta*, *Mariacarmela Passarelli*, *Francesco Pastura*, *Domenico Pensabene*, *Maria Annuziata Pignataro*, *Angelica Pirrello*, *Fabio Remondino*, *Francesco Rizzi*, *Gianfranco Rizzo*, *Ettore Rocca*, *Giuseppe Rodà*, *Alessandro Rogora*, *Alessandra Romolo*, *Domenico Rositano*, *Massimo Rossetti*, *Fabrizio Rossi Prodi*, *Alfonso Russi*, *Francesca Saffioti*, *Enzo Scandurra*, *Luciano Scarpino*, *Sergio Sculco*, *Valentina Surace*, *Tommaso Terenzio*, *Laura Thermes*, *Fabrizio Tucci*, *Federico Verderosa*, *Danilo Vespier*, *Alessandro Villari*, *Franco Zagari*

#### **Struttura scientifico-didattica**

*Maria Azzalin*, coordinatore didattico e responsabile segreteria scientifica

*Maurizio Gagliano*, *Deborah Pennestri*, tutor d'aula

*Domenico Spataro*, webmaster

#### **Allievi del Master**

*Maria Gabriella Caridi*, *Giuseppina Cassalia*, *Fabrizio Ciappina*, *Alessandro De Luca*, *Giovanna Falzone*, *Alessandra Focà*, *Giandomenico Foti*, *Antonino Greco*, *Alessandro Iacono*, *Konstatina Koutlaki*, *Alessia Latella*, *Mariateresa Mandaglio*, *Andrea Manti*, *Laura Marino*, *Biondino Mercuri*, *Francesco Messina*, *Pietro Mina*, *Cherubina Modaffari*, *Alessandro Richichi*, *Chiara Scali*, *Gaetano Scarcella*, *Santa Spanò*, *Claudia Ventura*

#### **Personale tecnico-amministrativo**

*Rachele Sergi*, *Antonia Crucitti*, *Daniela Streva*, *Carmela Mordà*, *Anna Di Stefano*, *Stefania Ielo*, *Angela Tramontana*, *Giovanni Gattuso*, *Francesco Mazzacuva*

# Indice

<b>Edifici futuri, edifici presenti</b> .....	Pag.	11
<b>Future buildings, existing buildings</b> <i>Gianfranco Neri</i>		
<b>1. Un progetto per la sostenibilità. Il Building Future Lab. Testing avanzato, sperimentazioni, servizi per il territorio</b> .....	»	17
<b>A sustainability project. The Building Future Lab. Advanced Testing, experimentation and local services</b> (a cura di/edited by <i>Corrado Trombetta</i> )		
1.1 Il testing avanzato nelle costruzioni e il progetto del Building Future Lab.....	»	19
Advanced testing on buildings and the Building Future Lab project <i>Corrado Trombetta</i>		
1.2 Sostenibilità edilizia ed aspetti sperimentali .....	»	23
Building sustainability and experimental aspects <i>Maria Teresa Lucarelli</i>		
1.3 La “cultura dei laboratori” e la ricerca sperimentale per le costruzioni .....	»	27
“Lab culture” and experimental research in construction <i>Mario Losasso</i>		
<b>2. La formazione per la ricerca sperimentale</b> .....	»	33
<b>Education for research</b> (a cura di/edited by <i>Massimo Lauria</i> )		
2.1 Nuovi scenari, nuove sfide, nuove competenze .....	»	35
New scenarios, new challenges, new expertise <i>Massimo Lauria</i>		
2.2 La formazione tra ricerca e didattica .....	»	41
Education between research and didactics <i>Maria Azzalin</i>		
2.3 Riferimenti terminologici essenziali .....	»	46
Essential terminology <i>Deborah Pennestri</i>		
<b>3. La sostenibilità. Contributi sul tema</b> .....	»	49
<b>Sustainability. Contributions to the topic</b> (a cura di/edited by <i>Massimo Lauria</i> )		
3.1 Cambiamento climatico e sfide per il settore delle costruzioni.....	»	51
Climate change and challenges to the building sector <i>Federico Butera</i>		
3.1.1 La sostenibilità in edilizia: definizioni.....	»	55
Sustainability in the building sector: definitions <i>Adriano Paolella</i>		
3.1.2 La famiglia degli ossimori .....	»	59
The family of oxymorons <i>Rosario Giuffrè</i>		
3.1.3 Riflessioni sui “limiti dello sviluppo” .....	»	63
Considerations on the “limits of development” <i>Alberto De Capua</i>		
3.1.4 Edifici sostenibili come “fabbriche utili” di città-laboratorio .....	»	66
Sustainable buildings as “useful factories” of laboratory-cities <i>Consuelo Nava</i>		
3.1.5 Quadro normativo sulla sostenibilità e sull’efficienza energetica in edilizia.....	»	69
The legal framework for sustainability and energy efficiency in the building sector <i>Vincenzo Corrado</i>		
3.2 Sulla sostenibilità. Note in ordine sparso .....	»	74
On sustainability. A few thoughts <i>Franco Zagari</i>		
3.2.1 Paesaggio: bello e sostenibile... ..	»	80
Landscapes: beautiful and sustainable... <i>Gian Piero Donin</i>		
3.2.2 Paesaggi infrastrutturali.....	»	83
Landscape infrastructure <i>Alberto Ferlenga</i>		

3.2.3	Paesaggi urbani contemporanei, ovvero la città al tempo della crisi.....	Pag. 86
	Contemporary urban landscapes, cities at a time of crisis	
	<i>Ottavio Amaro</i>	
3.3	I presupposti della sostenibilità urbana .....	» 89
	The prerequisites for urban sustainability	
	<i>Enzo Scandurra</i>	
3.3.1	Strategie smart per la Città (Metropolitana).....	» 92
	Smart Strategies for (Metropolitan) Cities	
	<i>Francesca Moraci, Celestina Ornella Fazio</i>	
3.3.2	La Governance nei programmi di rigenerazione urbana: partecipazione e partenariato.....	» 95
	Governance and urban regeneration: participation and public-private partnership	
	<i>Giuseppe Fera</i>	
3.3.3	Mobilità urbana sostenibile.....	» 98
	Sustainable urban mobility	
	<i>Francesco Bagnato</i>	
3.4	Un'interpretazione della sostenibilità in architettura .....	» 101
	An interpretation of sustainability in architecture	
	<i>Laura Thermes</i>	
3.4.1	L'in-sostenibile assenza della forma.....	» 106
	The un-sustainable absence of form	
	<i>Carlo Moccia</i>	
3.4.2	Conoscere, fare, cambiare .....	» 109
	Knowing, doing, changing	
	<i>Federico Verderosa</i>	
3.4.3	Housing sociale: orizzonti della ricerca .....	» 112
	Social housing: research horizons	
	<i>Fabrizio Rossi Prodi</i>	
3.5	Misurare la sostenibilità ambientale. Applicazioni di Life Cycle Assessment nelle costruzioni .....	» 115
	Measuring environmental sustainability. Applying Life Cycle Assessment to buildings	
	<i>Andrea Campioli, Michele Paleari</i>	
3.5.1	Ottimizzazione ambientale dei processi produttivi: imparare dal settore industriale .....	» 121
	Environmental optimisation of manufacturing processes: learning from the industrial sector	
	<i>Ernesto Antonini</i>	
3.5.2	Il consumo energetico dei materiali da costruzione dalla produzione alla dismissione.....	» 124
	Energy consumption of building materials from production to disposal	
	<i>Massimo Rossetti</i>	
3.5.3	Materialità innovata e Slow Tech: tecnologie materiche a basso impatto energetico e ambientale .....	» 128
	Innovated materials and Slow Tech: low energy and environmental impact technologies of matter	
	<i>Francesca Giglio</i>	
<b>4.</b>	<b>Ricerca sperimentale e processi progettuali in edilizia.....</b>	<b>» 131</b>
	<b>Experimental research and design processes in the building sector</b>	
	(a cura di/edited by <i>Corrado Trombetta</i> )	
4.1	Sostenibilità alias riqualificazione. Progetto e sperimentazione.....	» 133
	Sustainability alias regeneration. Design and experimentation	
	<i>Luciano Cupelloni</i>	
4.1.1	Ricerca sperimentale per il progetto dell'Housing sociale bioclimatico .....	» 137
	Experimental research for designing bio-climatic social Housing	
	<i>Fabrizio Tucci</i>	
4.1.2	"Le Albere" Trento.....	» 142
	"Le Albere" Trento	
	<i>Daniilo Vespier</i>	
4.1.3	La Tensegrity del Museo Nazionale di Reggio Calabria .....	» 145
	Tensegrity at the National Museum in Reggio Calabria	
	<i>Odine Manfroni</i>	
4.1.4	Costruire alternativo: l'esperienza dei Moduli STONE, SusTainable ONE .....	» 149
	Alternative buildings: the experience of STONE modules, SusTainable ONE	
	<i>Alessandro Rogora, Claudia Poggi</i>	
4.2	Efficienza energetica in edilizia: come trasformare il potenziale in un driver di sviluppo .....	» 152
	Energy efficiency in the building sector: how to turn its potential into a driver of development	
	<i>Livio De Santoli</i>	
4.2.1	Green design del sistema edificio-impianto.....	» 157
	Green design of building/system units	
	<i>Luigi Marletta</i>	

4.2.2	Verde pensile ed isolamento termico. Un'esperienza di ricerca applicata..... Green roofs and thermal insulation. An applied research experience <i>Alfonso Russi</i>	Pag. 160
4.2.3	Componenti innovativi per l'edilizia sostenibile: evidenze sperimentali..... Innovative components for sustainable buildings: experimental evidence <i>Patrizia Ferrante, Maria La Gennusa, Gianfranco Rizzo, Giancarlo Sorrentino</i>	» 162
4.2.4	Le fibre di ginestra: ricerca applicata e sviluppo sperimentale..... Spanish broom fibre: applied research and experimental development <i>Giuseppe Chidichimo</i>	» 165
4.3	Metodi e strumenti per il rilievo e la rappresentazione..... Surveying and representation methods and instruments <i>Francesca Fatta</i>	» 168
4.3.1	Innovazione nel processo di conoscenza per il rilevamento e la rappresentazione dei siti archeologici..... Innovation in the learning process for archeological site surveys and representation <i>Massimiliano Campi</i>	» 171
4.3.2	Sensori e mems: applicazioni per il rilievo del costruito..... Sensors and mems: applications for surveying the built environment <i>Raffaele Catuogno</i>	» 175
4.3.3	Il rilievo e la comunicazione del costruito per la sostenibilità e la tutela del patrimonio storico architettonico..... Surveying and communicating the built environment for sustainability and protection of the historical architectural heritage <i>Paolo Clini</i>	» 178
<b>5.</b>	<b>Management della ricerca sperimentale.....</b> <b>Managing experimental research</b> (a cura di/edited by <i>Corrado Trombetta</i> )	» 181
5.1	Una filosofia manageriale per la sperimentazione e il testing innovativo..... A managerial approach to experimentation and innovative testing <i>Paolo Cannavò</i>	» 183
5.1.1	Sistemi di gestione per la qualità..... Quality management systems <i>Fabio Palmeri</i>	» 188
5.1.2	L'accreditamento e il ruolo dei Laboratori accreditati..... Accreditation and the role of accredited Laboratories <i>Francesco Rizzi, Roberta Giorio</i>	» 191
5.1.3	Il ruolo del broker tecnologico nel processo di creazione del valore..... The role of technological brokers in the process of creating value <i>Mariacarmela Passarelli</i>	» 193
5.1.4	Dall'idea di R&S al Project Design..... From an R&D idea to Project Design <i>Domenico Ielasi</i>	» 195
5.1.5	Dall'idea innovativa all'impresa..... From innovative ideas to enterprises <i>Angelica Pirrello</i>	» 198
<b>6.</b>	<b>Esperienze di ricerca sul tema.....</b> <b>Research experiences in this field</b> (a cura di/edited by <i>Massimo Lauria</i> )	» 201
6.1	Overview..... Overview <i>Massimo Lauria</i>	» 203
6.2	La Sezione LabMat&Com del BFL..... The LabMat&Com section of the BFL <i>Francesco Pastura</i>	» 208
6.2.1	Percorsi di ricerca tra innovazione e tradizione. Materia e materiali per l'architettura..... Research pathways between innovation and tradition. Matter and materials for architecture <i>Giovanna Falzone</i>	» 211
6.2.2	Caratterizzazione materiale per i materiali da costruzione. La microscopia elettronica a scansione..... Building materials characterization. Scanning electron microscopy <i>Maria Gabriella Caridi</i>	» 215
6.2.3	Caratterizzazione materiale per i materiali da costruzione. La diffrazione a raggi X..... Building materials characterization. X-ray diffraction <i>Cherubina Modaffari</i>	» 219

6.3	Strumenti e protocolli per il testing avanzato nelle attività di ricerca. TestLab TestRoom TestCell.....	Pag. 223
	Instruments and protocols for advanced testing in research activities. TestLab TestRoom TestCell <i>Martino Milardi</i>	
6.3.1	Sistemi di gestione per la qualità e certificazione UNI EN ISO 9001 .....	» 226
	Quality management systems and UNI EN ISO 9001 certification <i>Mariateresa Mandaglio</i>	
6.3.2	Procedure e tecniche di accreditamento dei Laboratori di prova: la Norma ISO/IEC 17025.....	» 230
	Accreditation procedures and testing laboratory techniques: the ISO/IEC 17025 standard <i>Alessandra Focà</i>	
6.3.3	Processi normati di verifica e controllo dei sottosistemi ambientale e tecnologico dell'organismo edilizio .....	» 234
	Regulated processes to verify and monitor the environmental and technological sub-systems of buildings <i>Konstatina Koutlaki</i>	
6.3.4	Processi normati di verifica per la determinazione delle caratteristiche termiche dei materiali.....	» 238
	Regulated verification processes to determine the thermal characteristics of materials <i>Santa Spanò</i>	
6.4	Test DiMoRa&Co. Rilievo e modellazione multiscala per la catalogazione e la comunicazione dell'architettura .....	» 242
	Test DiMoRa&Co. Surveying and multi-scale modelling for architectural cataloguing and communication <i>Franco Prampolini</i>	
6.4.1	Strategie di gestione, comunicazione e controllo delle attività di ricerca e sviluppo del Test DiMoRa&Co .....	» 246
	Management, communication and control strategies for research and development activities of the DiMoRa&Co <i>Chiara Scali</i>	
6.4.2	Strategie di funzionamento e applicazione delle attività di ricerca e sviluppo del Test DiMoRa&Co .....	» 250
	Operating strategies and implementation of research and development activities of the DiMoRa&Co Test <i>Andrea Manti</i>	
6.4.3	Tecniche laser scanner per il rilievo dei beni culturali.....	» 254
	Laser scanning techniques for surveying cultural heritage environments <i>Pietro Mina</i>	
6.5	Test Mobile. Sostenibilità ambientale e smart city.....	» 258
	Test Mobile. Environmental sustainability and smart cities <i>Matilde Pietrafesa</i>	
6.5.1	Fonti rinnovabili in edilizia.....	» 262
	Renewable sources in the building sector <i>Laura Marino</i>	
6.5.2	Verso il Nearly Zero Energy Building.....	» 266
	Towards Nearly Zero Energy Buildings <i>Biondino Mercuri</i>	
6.5.3	Mobilità urbana sostenibile.....	» 270
	Sustainable urban mobility <i>Antonino Greco</i>	
6.6	Test Dinamica.....	» 275
	The Dinamica test <i>Adolfo Santini</i>	
6.6.1	Ricerca e sviluppo nel settore della dinamica delle strutture in legno. Benchmarking Analysis.....	» 277
	Research and development in the sector of timber structure dynamics. Benchmarking Analysis <i>Giuseppina Cassalia</i>	
6.6.2	Il legno e le tipologie costruttive .....	» 281
	Timber and construction types <i>Alessandro Iacono</i>	
6.6.3	Il prodotto legno come materiale per uso strutturale .....	» 285
	Timber products as materials for structural uses <i>Alessia Latella</i>	
6.7	Test Water: approcci avanzati per la realizzazione in mare di isole offshore galleggianti .....	» 289
	Water Test: advanced methods for the realisation of floating sea-based off-shore islands <i>Felice Arena, Carlo Ruzzo, Alessandra Romolo, Vincenzo Fiamma, Giovanni Malara, Giuseppe Barbaro</i>	
6.7.1	Programmazione europea: i fondi europei per l'ambiente.....	» 292
	European programming: european funds for the environment <i>Claudia Ventura</i>	
6.7.2	Invaso di Tarsia: caratterizzazione e modellazione del bacino idrografico .....	» 295
	The Tarsia reservoir: characterisation and modelling of the hydrographical basin <i>Alessandro Richichi</i>	
6.7.3	Invaso di Tarsia: studio e modello idrologico .....	» 299
	The Tarsia reservoir: hydrological study and model <i>Giandomenico Foti</i>	

6.8 Il Laboratorio Cognitivo. Per la ricerca su una forma sostenibile .....	Pag. 303
The Cognitive Laboratory. For research on a sustainable form	
<i>Marco Mannino</i>	
6.8.1 Paesaggio e territorio .....	» 306
Landscape and territory	
<i>Fabrizio Ciappina</i>	
6.8.2 Orizzonti di ricerca e scenari urbani per la città contemporanea.....	» 311
Research horizons and urban scenarios for contemporary cities	
<i>Gaetano Scarcella</i>	
6.8.3 Questioni architettoniche e linguaggio dell'energia .....	» 316
Architectural issues and the language of energy	
<i>Francesco Messina</i>	
6.8.4 Riflessioni sui "nuovi" orizzonti di ricerca.....	» 321
Considerations on the "new" research horizons	
<i>Alessandro De Luca</i>	
6.9 Strategie di sviluppo del Building Future Lab .....	» 326
Building Future Lab development strategies	
<i>Corrado Trombetta</i>	



## Edifici futuri, edifici presenti

*Se non si ha una domanda, ci sono troppe cose a cui prestare attenzione.*

David Hockney

*È più semplice prepararsi al futuro se si comincia a immaginarlo.*

Jorgen Randers

Questo volume, ricco di prestigiosi contributi scientifici e ambizioso negli obiettivi teorici e operativi che si prefigge, è il risultato di un intenso e appassionato lavoro di ricerca. I tre anni, in cui esso si è svolto, coincidono quasi per intero con i primi anni di vita del Dipartimento di Architettura e Territorio - dArTe, che ne ha condiviso il percorso, gli entusiasmi, la tensione teoretica, le controversie disciplinari e metodologiche che si sono via via inevitabilmente poste. Un'esperienza che, mentre ora chiude la fase di perfezionamento scientifico e di alta formazione che costituiva uno dei suoi mandati principali, apre verso esiti importanti e originali.

Un Comitato Tecnico autorevole, composto da docenti e studiosi provenienti da vari dipartimenti dell'Ateneo reggino, sotto la responsabilità scientifica di Corrado Trombetta condivisa, per ciò che concerne la formazione, operativamente e organizzativamente dalla particolare tensione/attenzione pedagogica di Massimo Lauria – entrambi sono anche i curatori di questo libro – ha dato luogo a un'esperienza di lavoro inedita sia per i temi e le modalità di svolgimento, sia molto incoraggiante per le prospettive scientifiche, sia, infine, per le ricadute sulla nostra Università e per il territorio in cui essa è inserita.

La torre in acciaio per il *Testing Avanzato* – composta dal TestLab, dal TestRoom e dal TestCell, “una tecnologia in cui si opererà con strumentazioni all'avanguardia, con sistemi mutuati dal mondo aerospaziale e aeronautico, per la verifica delle prestazioni dinamiche, la simulazione e il monitoraggio dei comportamenti reali dei sistemi tecnologici” – edificio che ora si staglia sul lato ovest della Cittadella universitaria, è l'immagine metaforica e reale dell'appartenenza e dell'acquisizione di questa esperienza al patrimonio intero della *Mediterranea* e della comunità insediata.

Dicevo poc'anzi della struttura complessa di questo volume e delle finalità della ricerca – per la cui esatta cognizione rimando alle introduzioni dello stesso Trombetta e Lauria – la cui caratteristica principale è costituita da una consapevole e costante intenzionalità multidisciplinare che rende particolarmente attuali le traiettorie conoscitive che sottopone al lettore sul tema della città, dell'architettura e del paesaggio, a partire, più specificamente, dalla loro declinazione *mediterranea*.

Traiettorie che l'urgenza delle tematiche sociali ed economiche che delineano il rapporto con la comunità insediata e il mercato, che saranno i prossimi reali e severi interlocutori del BFL, spingono i contributi presenti nel libro a punti di vista articolati. Punti di vista talora contrastanti nelle premesse e negli esiti da proporre e da perseguire, attenendo a esperienze culturali, accademiche e professionali che stanno ricercando un terreno comune di interlocuzione realmente multidisciplinare e integrata della conoscenza, che certo non si esaurisce col semplice accostamento di contributi diversi su un medesimo problema.

Questo, dal punto di vista di chi scrive, è uno dei primi importanti risultati di questo libro, che peraltro affronta doviziosamente una serie di problemati-

che – come la valutazione e la verifica dei comportamenti energetici relativi a sistemi strutturali e costruttivi, su materiali e componenti edilizi (in fase progettuale o relativi alla loro vita reale, in condizioni *normali* o estreme) – di grande attualità nel dibattito architettonico contemporaneo.

Quindi, si può senz'altro dire che se l'avvio di questa straordinaria *macchina* per il *Testing Avanzato*, cioè di sperimentazione e verifica applicata a parti significative di un edificio volta a valutare nel tempo dell'esistenza reale di una costruzione, la sua sostenibilità energetica e ambientale, è un fatto atteso e ormai concreto e operante, nondimeno l'esperienza complessiva, che si è evoluta nel corso di questi ultimi tre anni, lascia positivamente aperte alcune questioni su cui continuare a ispezionare.

Questioni cruciali, che continuano a porre interrogativi urgenti che, a partire dalla formazione dell'architetto, investono il processo edilizio nella sua complessità: dalla struttura produttiva all'organizzazione del cantiere, dalla gestione e manutenzione dell'edificio alla consapevolezza di un mestiere e di un'organizzazione professionale certamente in grave difficoltà in questa fase storica del nostro Paese.

E, questo, è un altro aspetto importante del presente volume, che fa forza della sua componente *evolutiva* (sperimentale) e problematica per rilanciare temi – come quello della sostenibilità energetica e del rapporto tra ricerca, formazione e contesto sociale ed economico – che, proprio mentre la loro planetaria diffusione trasforma in consuetudini linguistiche, la loro incessante iterazione sembra progressivamente svuotare di senso, depotenziandoli sul piano dei comportamenti reali che da essi si attendono e che di fatto confermano l'adagio hegeliano, secondo il quale: “*ciò che è risaputo ci è in quanto tale sconosciuto*”.

Sul rapporto tra Università e società, su quanto l'una debba *adattarsi* all'altra, ritengo ancora insuperata la visione di “*complementarità e antagonismo fra le due missioni*” fornita da Edgar Morin qualche anno or sono, una condizione di reciproco adattamento in cui “*l'una rinvia all'altra*” poiché “*non si tratta di modernizzare la cultura: si tratta di creare una cultura per la modernità*”. E tuttavia ciò non basta, secondo il *socio-filosofo* francese: “*C'è innanzitutto una pressione sovra-adattativa che spinge a conformare l'insegnamento e la ricerca alle domande economiche, tecniche, amministrative del momento, a conformarsi agli ultimi metodi, alle ultime ricette di mercato, a ridurre l'educazione generalista, a marginalizzare la cultura umanistica. Ora, nella vita e nella storia, il sovra-adattamento alle condizioni date è stato non un segno di vitalità, ma annuncio di senescenza e di morte, con relativo impoverimento della sostanza inventiva e creatrice*”.

Ritenevo troppo importante questo concetto per restituirlo in forma semplificata, e chi legge mi perdoni per aver riportato una citazione così lunga. Che però, se così comprensivo, mi perdonerà anche l'altra che seguirà – relativa a un modo di intendere la sostenibilità che sfugge da mode linguistiche o banali accorgimenti *tecnici* che hanno dimostrato, per la loro miopia strategica, una reale ininfluenza sui preoccupanti processi di trasformazione in atto nel pianeta, sia sul piano dello sfruttamento delle risorse energetiche non rinnovabili, sia su quello degli effetti climatici ad esso conseguenti.

Soltanto pochi anni dopo il 1987, quando il termine *sostenibilità*, per effetto della nota definizione comparsa nel celeberrimo *Rapporto Brundtland*, iniziò il suo successo linguistico, un gruppo di tre insigni scienziati diede alle stampe un poderoso studio dal significativo titolo *Oltre i limiti dello sviluppo*, un volume anch'esso destinato a una risonanza editoriale a scala planetaria.

Questo libro, che è ancora fondamentale per coloro che intendono affrontare seriamente i passaggi essenziali sul presente e il futuro del pianeta, ha avuto tra l'altro, da allora, il pregio di indicare quanto l'economia e le altre discipline scientifiche e umanistiche potessero contribuire a costruire un futuro sostenibile.

Esso si concludeva inaspettatamente con un semplice e scarno elenco di cose da tentare, che appariva persino disarmante al confronto delle sofisticate analisi, dei complessi modelli matematici e delle articolate simulazioni sui quali infine si sosteneva: *“Noi non sappiamo che cosa sarà sufficiente [perché la rivoluzione della sostenibilità possa compiersi]; ma vorremmo concludere menzionando cinque strumenti che ci sono stati d'aiuto: non come i modi per operare in vista della sostenibilità, ma come alcuni modi che a noi sono stati utili. Siamo un po' esitanti a discuterne, perché non siamo esperti del loro uso, e perché essi richiedono il ricorso a parole che non escono facilmente dalle bocche (o dai word processors) degli scienziati, e che sono ritenute troppo 'soft' per essere prese sul serio nel cinico contesto pubblico. Eccole, queste parole: immaginazione, collegamento, sincerità, apertura ad apprendere, amore. Già soltanto usare più spesso parole come queste con franchezza e senza ripieghi nei flussi di informazione potrebbe agevolare la transizione verso una società sostenibile”*.

Il libro di Donella e Dennis Meadows, redatto con Jorgen Randers, già presente nel '72 nella stesura del primo *Rapporto* del Club di Roma, indicava con estrema precisione *“le tre aree nelle quali è soprattutto urgente un nuovo modo di pensare”*. Queste erano nell'ordine: *Povertà, Disoccupazione, Bisogni non materiali non soddisfatti*. Vale quindi la pena in questo contesto – e tanto basti a costituire un riferimento certo nella ridda delle interpretazioni e dei punti di vista – rammentare soltanto l'ultima delle aree che venivano prese in considerazione *“La gente non ha un reale bisogno di automobili sempre più grandi; ha invece un grande bisogno di considerazione. No ha bisogno di armadi pieni di vestiti; ha bisogno di sentirsi attraente, di stimoli, varietà e bellezza. La gente non ha bisogno di fonti elettroniche di distrazione permanente; ha bisogno di fare qualcosa di interessante; e così via. Ha bisogno di identità, comunanza, stile, riconoscimento, amore, gioia. Cercare di rispondere a tali bisogni con oggetti materiali significa dare il via ad appetiti insaziabili per soluzioni false a problemi veri e mai risolti. Il vuoto psicologico che ne deriva è una delle principali forze che muovono il desiderio di crescita materiale. Una società capace di riconoscere e specificare i propri bisogni non materiali, trovando vie non materiali per soddisfarli, richiederebbe flussi di materiali e di energia molto più ridotti, e darebbe livelli molto più alti di realizzazione umana”*.

Le prospettive che attendono il *Building Future Lab* sono particolarmente incoraggianti perché, da un lato, l'aspetto scientifico e applicativo delle ricerche che dovrà compiere lo legano a risposte circoscritte e immediate mentre, dall'altro, l'attivazione del Laboratorio Cognitivo e lo sviluppo delle applicazioni delle strumentazioni di lettura e di interpretazione dell'esistente, costituiranno l'ambito dal quale riversare quell'incremento di conoscenza che la società attende da una struttura universitaria.

Tenere insieme queste due componenti sarà decisivo per il BFL, non soltanto perché sarà l'occasione di formare tecnici locali altamente professionalizzati – in un contesto che pone l'urgenza indifferibile di un ripensamento complessivo del sistema urbano, infrastrutturale e abitativo – ma perché il suo lavoro applicativo e teorico avrà significative ripercussioni nel quadro della ricerca del dArTe e nelle relazioni tra questo e la didattica.

Ad esso, oltre che fornire risposte inderogabili e circoscritte, verrà richiesto di svolgere il compito fondamentale che la società richiede alle strutture che producono conoscenza, vale a dire la *formulazione di domande esatte e ben poste*, poiché *“Se non si ha una domanda, ci sono troppe cose a cui prestare attenzione”*.

Gianfranco Neri

Professore Ordinario di Composizione Architettonica e Urbana.  
Direttore del Dipartimento di Architettura e Territorio, dArTe,  
Università *Mediterranea* di Reggio Calabria

## Future buildings, existing buildings

*If you do not have a question, there are too many things to pay attention to.*

David Hockney

*It is easier to be ready for the future if you start imagining it.*

Jorgen Randers

This book, with its many impressive scientific contributions and ambitious theoretical and practical aims, is the result of intense and passionate research work. It was written over a period of three years which coincided almost exactly with the early years of the Dipartimento di Architettura e Territorio – dArTe that shared the same enthusiasm, theoretical tensions and methodological and disciplinary disputes that inevitably emerged. An experience that, as it completes its scientific specialization and advanced education phase – one of its main mandates – is now opening up to new important and original outcomes.

The authoritative Technical Committee comprised of professors and scholars from various departments of the University of Reggio Calabria, under Corrado Trombetta's scientific leadership, shared with Massimo Lauria for the operational and organizational aspects and in terms of pedagogical approach and focus – both are editors of this book – has produced an unprecedented work in terms of the selection of topics and method of analysis, the encouragement it provides in terms of scientific perspectives and, lastly, its positive impact on our university and the greater local community to which it belongs.

A steel tower for *Advanced testing* – comprised of the TestLab, TestRoom and TestCell, “a technology operated with advanced equipment, systems borrowed from the aerospace and aviation sectors for dynamic performance assessment and to simulate and monitor the actual behaviour of technological systems” – now stands on the west side of the University campus, presenting a metaphorical image of this experience that is now a part of the Mediterranean and local community's patrimony.

I have already mentioned the complex structure of this volume and its research goals – for a better understanding kindly refer to the forewords by Trombetta and Lauria that fully illustrate the ongoing and conscious choice of a multidisciplinary approach that makes the pathway towards knowledge of the city, the architecture and the landscape especially relevant to the readers, more specifically in relation to their Mediterranean character.

Such pathways are associated with the urgency of the social and economic issues that define the relationship with the settled community and the market – which will be the BFL's future real and uncompromising interlocutors –, have lead the papers included in the book to present different and, at times, conflicting points of view regarding the assumptions and outcomes to be proposed and pursued. This diversity is the result of the cultural, academic and professional experiences of those who seek a truly multidisciplinary approach and a common ground for dialogue and exchanges, so as to produce the integrated knowledge that cannot be achieved by simply grouping together different papers on the same subject.

Personally, I believe this is one of the book's most important achievements given that it also tackles a number of issues that are topical in the contemporary architectural debate, such as the in-depth assessment and verification of the

energy behaviour of structural and building systems, materials and building components (during the design stage or in their real life, under normal or extreme conditions).

Hence, it is fair to say that while the anticipated use of this extraordinary *machine* for *Advanced Testing*, which involves testing and evaluation procedures applied to significant parts of a building for real-time assessment of its life-cycle, energy and environmental sustainability, can now be said to be a fact, the overall experience developed during the past three years does leave some open questions on which to continue our research and study.

These are crucial issues that continue to pose urgent questions – starting with the training of architects, that involve the building process in all its complexity: from manufacturing plants to building yard organization, from building management and maintenance to the awareness that this profession and professional organization are facing serious difficulties in our country's current historical phase.

And this is another important aspect of the book, which exploits its *evolutionary* (experimental) character and complexity to revive issues such as energy sustainability and the relationship between research, training and the social and economic contexts. Such matters are taking on a global character and becoming language conventions, but the fact of their incessant iterations appears to be gradually depriving them of all meaning and practical effect. This seems to confirm the Hegelian adage according to which: “*the familiar, precisely because it is familiar, remains unknown.*”

As to the relationship between universities and society – i.e. the extent to which the one should adapt to the other – I believe that the notion of “*complementarity and antagonism between the two missions*” presented by Edgar Morin a few years ago is still unequalled, a condition of mutual adaptation where “*one refers to the other*” because “*it is not just a question of modernising culture; it is also a question of bringing culture to modernity*”. And yet, according to the French social scientist and philosopher, this is not enough: “*First, there is an over-adaptive pressure which urges to conform teaching and research to the economic, technical, administrative demands existing at the time, to comply with the latest methods, with the latest receipts on the market, to reduce general teaching, to marginalize the humanized culture. Now, always in life and in history, the over-adaptation to certain conditions has not been a sign of vitality but announces senescence and death, due to the loss of inventive and creative substance*”.

I felt that this concept is too important and so cannot be presented in a simplified form and the reader will forgive me for citing such a long quote. But, if the reader is so understanding, he will also forgive another quote that will follow and that refers to an understanding of sustainability that avoids language fads or the trivial technical artifices that have proven, because of their strategic short-sightedness, to lack real influence on the worrying transformation processes that are taking place in the world and involve the exploitation of non-renewable energy sources and its consequent impact on climate.

Only a few years after 1987, when the term *sustainability* first became widely used as a result of the well-known definition given in the famous *Brundtland Report*, a group of three eminent scientists published a weighty study significantly entitled *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*, a book which has been influential on a planetary scale.

This book, which is still essential for anyone wishing to seriously address issues that are fundamental to the planet's present and future, has since then had the merit of indicating how economics as well as science and the humanities can contribute to building a sustainable future.

The book ends, unexpectedly, with a simple and scanty list of things that should be attempted that appears even disarming compared to the

sophisticated analyses, complex mathematical models and simulations it contains. Indeed it claims: *“We do not know what is needed [for the revolution of sustainability to be accomplished]; but we would like to conclude by mentioning five instruments that have been helpful: not in terms of working towards sustainability, but in terms of what has been helpful to us. We are somewhat reluctant to discuss them because we are not experts in their use, and because they require the use of words that do not come easily to scientists (or word processors), and they are considered too ‘soft’ to be taken seriously in the cynical public arena. Here they are, these words: imagination, connection, sincerity, openness to learning, love. Simply by using words such as these more frequently, openly and without fear within the flow of information we could facilitate the transition to a sustainable society”*.

The book by Dennis and Donella Meadows, written with Jorgen Randers who had been involved in 1972 in the drafting of the first report of the Club of Rome, indicated very specifically *“the three areas where a new a new way of thinking is especially urgent”*. These were in the order: *Poverty, Unemployment, Unmet non-material needs*. It is therefore worthwhile in this context – and it can be considered a reliable reference in the welter of interpretations and points of view – to remember only the last of the areas that were being considered: *“People do not have a real need for increasingly large cars; they have instead a great need for consideration. People do not need closets full of clothes; they need to feel attractive, they need stimuli, variety and beauty. People do not need electronic sources of permanent distraction; they need to do something interesting; and so on. They need identity, community, style, recognition, love, joy. Trying to meet such needs with material objects means giving way to insatiable appetites for false solutions to real problems that are never solved. The resulting psychological vacuum is one of the major forces feeding the desire for material growth. A Society capable of recognizing and identifying non-material needs, of finding non-material ways of meeting them, would require far less flows of materials and energy and would promote much higher levels of human fulfilment”*.

The prospects that await the *Building Future Lab* are particularly encouraging because, on the one hand, the scientific and practical aspects of the research it is required to carry out will need local and immediate answers while, on the other hand, the activation of the Cognitive Laboratory and the development of data collection and interpretation instruments for existing buildings will provide a framework for the transfer of the enhanced knowledge that society expects from a university.

It will be essential for the BFL to hold together these two elements, not only because there will be an opportunity to train local highly skilled technicians, in a context where there is an urgent need for an overall rethinking of urban, infrastructure and housing systems – a matter that can no longer be postponed – but also because its theoretical and applied work will have significant implications on dArTe research work and on its relationship with the educational environment.

The Department will be required to provide urgent and circumscribed answers and will also have to address the core task of knowledge producing centres: namely it must ask the *right, clearly defined questions*, because *“If you do not have a question, there are too many things to pay attention to”*.

*Gianfranco Neri*

Professor of Architecture and Urban Design.  
Director of the Department of Architecture and the Territory, dArTe,  
University *Mediterranea* of Reggio Calabria

- 1. Un progetto per la sostenibilità.  
Il Building Future Lab. Testing avanzato,  
sperimentazioni, servizi per il territorio**  
*A sustainability project.*  
*The Building Future Lab. Advanced Testing,  
experimentation and local services*  
(a cura di/edited by Corrado Trombetta)



(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 1.1 Il testing avanzato nelle costruzioni e il progetto del Building Future Lab

### Advanced testing on buildings and the Building Future Lab project

di Corrado Trombetta (\*)

#### ABSTRACT

*Attraverso l'Avviso PON n. 254/Ric./2011, Progetti di Potenzamento Strutturale, è stato finanziato per 8,6 M€, il progetto BFL - Building Future Lab dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria. Il BFL parte dal presupposto che l'edificio del Futuro debba superare il tradizionale metodo di trasferimento delle esperienze costruttive al fine di realizzare l'affermazione di tecnologie e competenze basate sul Testing Avanzato.*

*Il BFL, muovendo da una mappatura delle risorse conoscitive e produttive del territorio, intende definire criteri di analisi dei nuovi profili sociali che vanno a fruire dell'ambiente costruito, individuando le soluzioni architettoniche/tipologiche/costruttive che meglio esprimono la risposta alle caratteristiche microclimatiche del contesto.*

*Through PON (Program Opportunity Notice) n. 254/Ric./2011, Projects for Structural Enhancement, the Mediterranean University of Reggio Calabria's BFL project – the Building Future Lab – has received funds for 8.6 M€. The BFL's basic assumption is that building the Future must go beyond traditional methods based on the transfer of building experience in order to implement technologies and skills based on Advanced Testing.*

*Using the mapping of local cognitive and productive resources as a starting point, the BFL intends to define criteria for analysing the new social profiles that make use of the built environment, identifying architectural/type/building solutions that can best provide answers for the context's micro-climatic features.*

Da oltre un trentennio, il mondo accademico registra un nuovo fenomeno nei processi costruttivi. Le costruzioni, siano esse realizzate su processi vernacolari che realizzate attraverso processi progettuali, non consentono di trasmettere conoscenza dei risultati, in termini prestazionali, ai posteri, come avevano fatto in passato. La catena che attraverso quello che alcuni sintetizzano con la frase: *"Buono lo rifaccio. Non buono non lo faccio più"* si è interrotta. La rapidità con cui si produce e realizza innovazione non consente di valutare e verificare le prestazioni dell'edificio.

Come dire: il nonno non riesce più a trasmettere al nipote le informazioni per costruire una nuova casa, perché tra *il nonno ed il nipote l'innovazione ha scavato un solco insormontabile*. Ogni certezza crolla sotto i colpi di nuove soluzioni tecnologiche che costringono gli attori del processo a individuare nuovi canali tecnico-informativi e, soprattutto, certificativi-assicurativi.

In questo quadro, il sistema di testing e di certificazione viene messo in crisi come altri; le certificazioni di singole parti dell'edificio, materiali e componenti, o delle singole prestazioni, come quelle energetiche, appaiono superate da nuove soluzioni, appunto innovative, ma valutabili con altri processi.

Il testing cosiddetto *avanzato* è un'ipotesi che punta al superamento di questo problema presupponendo che le prove prestazionali devono risalire il processo produttivo, appunto *avanzando* nella risalita del processo; da un Testing prestazionale finale, come collaudo e validazione delle prestazioni, ad un Testing anticipato che risale il processo fino a posizionarsi nella fase della progettazione.

Un'ipotesi questa, posta a fondamento del progetto *Building Future Lab*, che ci ha consentito di progettare e realizzare alcune grandi attrezzature che mettono a sistema il compendio di prove oggi codificate attraverso le norme per il settore delle costruzioni, delineando così un nostro contributo all'*edificio del Futuro*.

*L'edificio del Futuro* passa, a modo di vedere di tutte le componenti che hanno fornito competenze al Laboratorio *Building Future Lab*, dall'opportunità di superare il tradizionale metodo di trasferimento delle esperienze costruttive al fine di realizzare un trasferimento di tecnologie e competenze basato sul Testing. La proposta rappresenta, quindi, un'occasione d'integrazione di competenze e specificità del mondo della ricerca, per offrire una gamma di servizi strategici, per la definizione, promozione e diffusione di modelli comportamentali consapevoli delle nuove istanze che investono i territori del progetto dello spazio antropico e non. In uno scenario caratterizzato da una rapida e dinamica evoluzione della struttura sociale e della popolazione dei Paesi del bacino Mediterraneo, si prospettano un mutamento dei profili di utenza e un rinnovamento dei quadri esigenziali, soprattutto per il contenimento dei consumi energetici, stimolando un'evoluzione della costruzione locale.



Ciò determina la necessità di prevedere nuovi modelli di fruizione degli spazi abitativi e non, quali contesti di applicazione delle innovazioni tipologiche e tecnologiche, al fine di supportare le nuove istanze sociali e culturali e di rispondere ai fattori di competitività nel mercato immobiliare e delle costruzioni, soprattutto per il patrimonio edilizio esistente, che in Italia presenta tutte le caratteristiche ambientali e specificità microclimatiche della fascia mediterranea. Questo deve anche portare ad una auspicabile rivisitazione delle logiche nord europee nel settore della ricerca sulle costruzioni e sui problemi energetici e ambientali. Deve stimolare una capacità politica di cooperare sui temi dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile, per una evoluzione della costruzione regionale, puntando ad una procedura di certificazione degli edifici nuovi o esistenti, che dovrà essere semplice nella sua applicazione, replicabile, trasparente per tutti gli operatori coinvolti e comprensibile agli utenti, così da incidere sul mercato.

Il Sistema Aperto del Laboratorio rappresenta una base comune di conoscenze che vuole diventare procedura per la diffusione di modelli adeguati alle esigenze di sostenibilità culturale, sociale ed energetico-ambientale; una piattaforma condivisa, accessibile e aggiornabile, che genera un catalogo di prodotti adattabile a realtà e contesti diversificati. Si tratta di un approccio integrato che consente di mediare le esigenze di innovazione delle aziende e di stimolare un'azione congiunta tra queste, le pubbliche amministrazioni, i centri di ricerca e i professionisti del settore edilizio.

Negli ultimi anni è cresciuta l'attenzione verso prodotti e tecnologie del settore delle costruzioni che riducano i consumi energetici e conseguentemente l'impatto sull'ambiente da parte degli edifici. In tale contesto le imprese per essere competitive devono fornire tecnologie innovative compatibili con l'ambiente ed efficienti energeticamente, le amministrazioni pubbliche devono promuovere strategie e azioni che dimostrino una concreta attenzione verso l'ambiente, i prescrittori (ingegneri, architetti e progettisti, urbanisti, consulenti tecnici, sviluppatori di software) devono influenzare il mercato dei prodotti e dei servizi ambientalmente compatibili ed energeticamente efficienti nel settore dell'edilizia.

Una forte specificità climatica mediterranea, con il problema del comfort estivo, del consumo delle risorse idriche e delle risorse naturali, richiede soluzioni specifiche e calibrate sulle regioni costiere, ma genera anche la ricerca di nuove forme di economia legate ai consumi energetici. Le caratteristiche climatiche proprie dei Paesi costieri sono riassumibili in inverni miti e soleggiati, estati con punte di calore elevato: questo porta ad una diversa concezione dell'abitare, come testimoniato dalle tradizioni architettoniche del passato, ricche di potenzialità e di interessanti contaminazioni culturali. Tuttavia, la globalizzazione del settore delle costruzioni e la delega totale del comfort interno all'impiantistica hanno determinato, nell'ultimo secolo, la realizzazione sempre più pervasiva di edifici omologati e poco relazionati al loro contesto climatico, culturale e materiale.





Il processo di modificazione del settore delle costruzioni porta sempre più ad indagare, le ricadute ed i diversi aspetti dell'innovazione materiale e tecnologica in edilizia: da quelli adattivi – attraverso l'uso di nuovi materiali e paradigmi costruttivi trasferiti da altri settori – a quelli incrementali – su materiali tradizionali con prestazioni plusvalenti, per giungere, infine, alle innovazioni radicali di processi e tecniche costruttive, a forte carattere sperimentale.

La considerazione di tale fattore, nel suo complesso, ha comportato e comporta una profonda modificazione nell'articolazione delle conoscenze tecniche rivolte al progetto e ad i suoi caratteri, che, inevitabilmente, guardano oggi con interesse alle nuove istanze di efficienza, efficacia ambientale, risparmio energetico, durabilità, ecc.

La strutturazione, diffusione ed utilizzazione di tali conoscenze costituisce una adeguata risposta al crescente bisogno di specifiche informazioni specialistiche, le quali, non sempre sono deducibili dall'attuale contesto informativo. In tal senso, per esempio, è facile constatare come, attualmente, sia ancora carente ed inadeguata la gestione di informazioni sulla compatibilità ambientale dei prodotti edilizi, oppure, quanto ancora grande sia nello stesso ambito la difficoltà a formulare criteri validi di controllo di potenziali requisiti. La possibilità di vagliare, infatti, le ampie articolazioni delle potenzialità dei nuovi materiali e componenti ed il loro uso, ha costituito, in questi ultimi anni, un significativo campo di ricerca, tuttora in via di sperimentazione. Un campo di indagine ancora caratterizzato dal manifestarsi di ampie problematiche irrisolte, tra le quali, l'organizzazione ed il controllo di conoscenze specialistiche troppo poco diffuse. La necessità del superamento di un tale limite, impone, quindi, la strutturazione di specifici percorsi di ricerca applicata che mirino alla ridefinizione di un complesso panorama di conoscenze in grado di coniugare conoscenze relative alla nuova materialità, con i processi e le strategie di trasformazione, prefigurando le prestazioni ambientali del prodotto/edificio e delle sue componenti materiali.

Non c'è dubbio che tali cambiamenti di tipo culturale, quindi esistenziali, sull'uso razionale e compatibile delle risorse, aprono nuove frontiere e possibili nuovi traguardi nel campo delle trasformazioni della città e dell'edificio.

Sostenibilità, rigenerazione, risparmio energetico, sicurezza, rappresentano categorie che pongono evidenti questioni sul piano del controllo dell'espansione della città, dell'organizzazione spaziale e di tutti i processi di antropizzazione del territorio. Ciò si traduce in nuove potenzialità per il progetto architettonico e urbano, come ricerca di nuove configurazioni spaziali ed estetiche. Si tratta di prefigurare uno spazio di servizio per la sperimentazione e la verifica di strumenti d'intervento tecnico-progettuali validi sia per la riqualificazione e riprogettazione dei tessuti edilizi degradati, da rimettere in un sistema produttivo qualitativamente accettabile, che per la proposizione di nuovi modelli insediativi.

I Paesi che si affacciano sul Bacino del Mar Mediterraneo, rappresentano, nella loro varietà e nel loro insieme, uno dei più ricchi Patrimoni Ambientali e Culturali del Pianeta. Sommatoria di variegate risorse rappresentate dalla particolarità dei Paesaggi delle differenti realtà antropiche e naturali; dai differenti contesti socio-culturali e dai differenti patrimoni culturali di tipo tecnico-materico; da un ampio patrimonio architettonico ed urbano.

Rimodellare, dunque, la cultura delle prassi della trasformazione dello spazio costruito e non, per più ordini di motivazioni, è un passo dovuto ed una occasione che una significativa Comunità Scientifica, quale la *Mediterranea* rappresenta per i luoghi nei quali è insediata, deve compiere.

Muoversi secondo tale orientamento, significa prendere atto dell'attuale problematicità della rischiosa affermazione di una cultura del Globale che fonda, ancora, sulla reiterazione di uno starato modello di sviluppo, strutturato da crescite incontrollate e trasformazioni ambientali prive di regole.



Contro questa cultura, che potremmo definire della *Permanenza*, negli ultimi decenni si è assistito allo sviluppo di una cultura promotrice di una, ormai, ineludibile, quanto obbligata, inversione di tendenza, la quale, per contro, guarda alla formalizzazione e diffusione di una più attuale cultura della *consapevolezza*.

Una cultura, cioè, che guarda al riconoscimento della necessaria assunzione di una diversificata ideologia della crescita e dello sviluppo, in grado di soddisfare le esigenze del presente, senza compromettere le possibilità delle generazioni future di soddisfare le proprie – come indicato nel rapporto conclusivo della Commissione delle Nazioni Unite per l'Ambiente e lo Sviluppo, del 1987, presieduta dal primo ministro Norvegese Brundtland.

La proposta per l'intervento e per il potenziamento delle dotazioni di una infrastruttura scientifico-tecnologica da realizzarsi presso la sede dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria, finanziato per 8,6 M€ attraverso l'Avviso PON n. 254/Ric. del 2011, vuol rappresentare, quindi, una occasione di integrazione di competenze e specificità scientifiche e curriculari presenti all'interno dell'Ateneo, per offrire una gamma di modelli comportamentali informati dalle molteplici nuove istanze che attualmente investono i territori del progetto dello spazio antropico e non. Dalla formulazione dei processi costruttivi sostenibili, al controllo della qualità edilizia; dalla rigenerazione e riqualificazione urbana alle problematiche del rischio ambientale; dall'efficienza energetica all'adeguato uso delle risorse, dalla modellazione di processi di riconversione produttiva all'uso, la promozione e la proposizione di nuovi materiali, prodotti, componenti, sistemi e tecniche innovate, fondate sull'utilizzo delle risorse materiali locali.

Il progetto, proponendo le avanguardie tecnologiche, si articola in 8 sezioni per 5 obiettivi operativi. Le sezioni operative sono fortemente relazionate e prevedono test dinamici relativi alla sostenibilità energetica e ambientale; prove su materiali e componenti, attraverso il LabMat&Com, di sottosistemi costruttivi attraverso il TestLab, il TestRoom e il TestCell, di sistemi morfologici attraverso DiMoRa&Co, sistemi strutturali attraverso il Test Dinamica e, negli edifici in uso attraverso il Test Mobile; edifici in condizioni estreme, ovvero con fondazioni su acqua, saranno testati attraverso il Test Water; completa il quadro un Laboratorio Cognitivo per la definizione delle commesse per l'innovazione del progetto. L'analisi e la valutazione della sostenibilità dell'innovazione saranno effettuate in un'ottica di ciclo di vita, secondo i tre aspetti ai quali si riconduce oggi la problematica della sostenibilità: ambiente, contesto sociale-storico-culturale e risorse economiche.

In tale direzione il progetto intende muoversi coerentemente con il quadro UE. Il centro della proposta è la fase di Testing Avanzato delle soluzioni oggetto di indagine, attraverso l'uso del compendio di macchine composto dal TestLab, dal TestRoom e dal TestCell, una tecnologia in cui si opererà con strumentazioni all'avanguardia, con sistemi mutuati dal mondo aerospaziale e aeronautico, per la verifica delle prestazioni dinamiche, la simulazione e il monitoraggio dei comportamenti reali dei sistemi tecnologici. Si tratta di un grande portale di oltre 16 metri di lato, su cui testare porzioni di involucro edilizio innovative, con contemporanei riscontri e test nella Room e nella Cell. Di recente è stato completato l'assemblaggio, da parte della società Rexroth del Gruppo Robert Bosch, del MokeUp nel TestLab che sarà operativo, con il resto del BFL, a partire dal 2016.

Il BFL si candida a diventare Certificatore Accreditato per i Consumi Energetici e per la Sostenibilità Ambientale con caratteristiche innovative ed a costi contenuti; un significativo programma di formazione degli addetti ha consentito di completare il quadro di un progetto ambizioso, ma concreto e che sarà riversato in un'azienda SpinOff accompagnata nella definizione concettuale di nuovi prodotti e componenti.



(\*) Biologa, Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

## 1.2 Sostenibilità edilizia ed aspetti sperimentali Building sustainability and experimental aspects

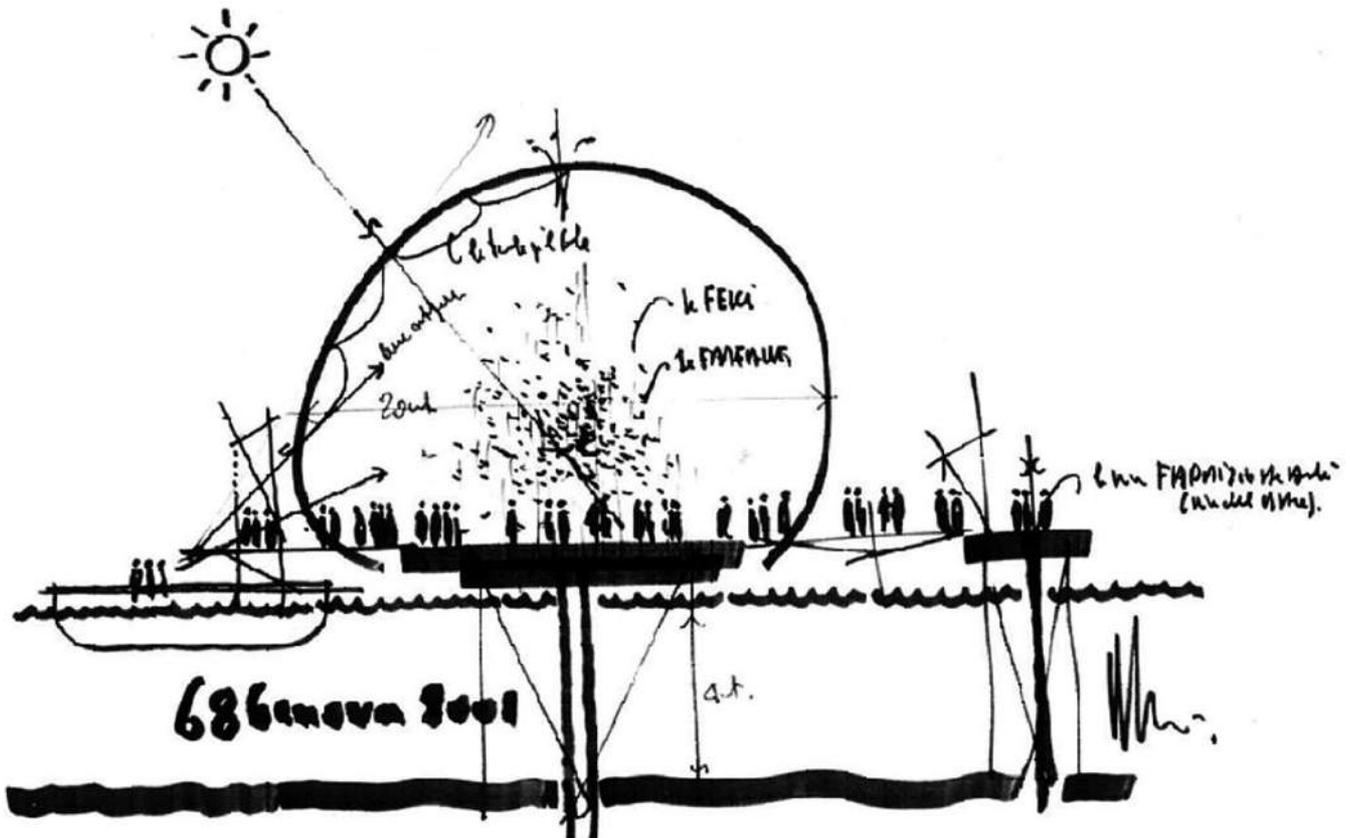
di Maria Teresa Lucarelli (\*)

### ABSTRACT

*Il settore delle costruzioni si consolida, oggi, come uno dei maggiori produttori di CO<sub>2</sub> sia per l'uso/abuso delle risorse nelle industrie di produzione, sia per il trasporto dei prodotti, sia anche, e non secondariamente, per lo scarso rendimento energetico del patrimonio edilizio esistente. L'approccio sostenibile rappresenta una significativa opportunità di rilancio, attuabile attraverso il controllo dei molteplici fattori che consentano una diversa qualità dell'abitare e che contestualmente riducano l'impatto sull'ambiente. In questo percorso, fondamentale è la ricerca sperimentale che, coadiuvata da quella strumentale, deve puntare sull'innovazione e sul trasferimento tecnologico oltre che sull'integrazione di attività e competenze rivolte al controllo dell'edificio nel suo complesso.*

*It has again been confirmed that the building sector is one of the main emitters of CO<sub>2</sub> associated with the use/abuse of manufacturing resources and product transportation as well as – no secondary matter – with the limited energy output of existing buildings. A sustainable approach will, therefore, constitute a great opportunity for a renewal, to be achieved by monitoring the many factors that can ensure better quality in the way we live while, at the same time, reducing the environmental impact. Experimental research is essential to this process and, with the aid of instrumental research, it needs to focus on innovation and technological transfers as well as on integrating activities and competences for whole building management.*

Schizzo Bolla Tecnologica Espositiva di  
Renzo Piano, Genova, 2001



A partire dalla fine degli anni Ottanta <sup>(1)</sup>, il termine *sostenibilità* è divenuto parte integrante del pensiero comune, abusato tuttavia al punto da aver quasi perso, nel tempo, il reale peso e la necessaria efficacia.

È comunque indubbio che lo si debba considerare un requisito fondamentale per lo sviluppo della società contemporanea: non c'è infatti azione a cui non si attribuisca l'espressione sostenibile; non c'è condizione della quotidianità che non richiami alla sostenibilità; non c'è soprattutto settore del fare, produttivo e non, che non veda nel termine sostenibile l'obiettivo a cui tendere, quasi a voler esorcizzare eventi e situazioni che in questo millennio ormai sono divenuti fatti tangibili (mancanza di risorse, catastrofi ambientali, cambiamenti del clima, ecc.).

La presa d'atto dei gravi problemi generati da uno sconsiderato uso della natura e delle sue risorse è stata indubbiamente lenta e faticosa; una accettazione non di rado infastidita anche di fronte ad evidenze incontestabili: il rispetto dell'ambiente, infatti, per molto tempo è stato considerato una sorta di zavorra allo sviluppo sebbene i *limiti* dello stesso siano stati sostenuti con forza, già a partire dagli anni '60 <sup>(2)</sup>, da alcuni illustri intellettuali, da qualche tecnico illuminato e pronosticato, dai padri dell'ecologia ma interpretati come una sorta di infausta profezia che sembrava porre un freno al progresso dei Paesi occidentali.

Oggi, dopo i grandi eventi che, a partire dalla Conferenza di Rio de Janeiro nel '92, hanno segnato il percorso della sostenibilità, non è ancora facile comprendere quali siano i limiti allo sviluppo, o supposto tale, che si vogliono raggiungere perché gli interessi economici dei Paesi industrializzati e/o in forte crescita stanno con evidenza disattendendone gli assunti. Nelle numerose Conferenze mondiali che negli anni si sono succedute, la negoziazione per la riduzione dei gas serra tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo non si è consolidata: si auspica che nel prossimo incontro sui cambiamenti climatici che si è svolto a Parigi nel 2015 si possa arrivare ad un Protocollo che abbia un valore legalmente vincolante a livello globale, a partire dal 2020.

I problemi generati dai cambiamenti climatici, associati alla consistente riduzione delle risorse naturali, sono, dunque, discussi e sotto osservazione da tempo e, sebbene i risultati delle azioni condotte dai Governi non siano esaustive, è indubbio che il riscaldamento globale sia largamente correlato all'incremento delle emissioni dei gas serra derivanti da attività umane.

Tra queste, quelle derivate dal settore delle costruzioni sono ritenute causa di una elevata produzione di CO<sub>2</sub> sia per l'uso/abuso delle risorse nelle industrie di produzione sia per il trasporto dei prodotti per la costruzione sia, e non secondariamente, per lo scarso rendimento energetico degli edifici, almeno in area europea.

Il settore, dunque, a livello mondiale assume direttamente o indirettamente grande rilievo in termini ambientali: si consideri che, in Europa, ad esso si attribuisce oltre il 45% del consumo energetico, il 50% dell'inquinamento atmosferico, il 50% del consumo delle risorse naturali ed un 50% di produzione di rifiuti. Ne deriva, tuttavia, una grande opportunità che deve impegnare il mondo delle costruzioni ad un rinnovamento, attento all'innovazione sia di prodotto che di processo, alla ricerca e, non ultimo, alla sperimentazione intesa soprattutto come volontà di adattarsi alle condizioni del contesto sociale, economico ed ambientale; in sostanza l'adesione al concetto del "*pensare globalmente e agire localmente*".

Va quindi rafforzato l'approccio qualitativo alle costruzioni legato agli aspetti realizzativi, alla soddisfazione dell'utenza, alla salubrità e comfort ambientale che insieme all'efficienza energetica ed al risparmio delle risorse naturali rappresentano alcuni dei numerosi temi su cui il settore dell'edilizia deve appunto confrontarsi e rinnovarsi.



Fonte: <http://www.aniem.it/2014/03/le-nuove-citta-investimento-sostenibile-in-edilizia-metodi-di-riqualificazione-e-sostituzione-edilizia-2/>

<sup>(1)</sup> Ci si riferisce al rapporto *Our Common future*, presentato dall'allora Ministro norvegese Gro Harlem Brundtland, durante la World Commission on Environmental Development (WCED) dell'ONU, '87.

<sup>(2)</sup> Si fa riferimento in particolare al libro *Primavera silenziosa* scritto nel 1962 dalla zoologa Rachel Carson e considerato da molti ecologici e filosofi dell'ambiente uno dei più importanti libri di denuncia della sconsiderata attività dell'uomo nei confronti della natura.

Tra i tanti autorevoli autori che hanno affrontato, negli ultimi quaranta anni, tematiche complesse come quelle legate al rapporto tra uomo ed ambiente, sotto varie angolazioni, Barry Commoner, che ne *Il cerchio da chiudere*, Garzanti Ed., 1972, ebbe la capacità di cogliere in pieno le responsabilità di una società consumistica e di una sconsiderata politica economica; tematiche che dopo quarant'anni sono ancora di grande attualità.

È pur vero che un concreto coinvolgimento del settore dell'edilizia verso l'approccio sostenibile appare in questo momento assai complesso causa la grave crisi economica che lo ha investito: dai dati ricavati dalla relazione dell'Osservatorio congiunturale dell'ANCE <sup>(3)</sup>, si evidenzia per il 2014 una ulteriore flessione del 2,5 degli investimenti, portando la perdita complessiva al 37%, considerando il periodo dal 2008 ad oggi. Una crisi anche per il 2015 che lo scenario tendenziale prevede porterà ulteriori contrazioni con cali conseguenti degli investimenti; un panorama davvero sconcertante che certo non favorisce i necessari cambiamenti di mentalità.

Le difficoltà di rinnovamento nel mondo delle costruzioni sono spesso legate ad una certa arretratezza culturale delle piccole e medie imprese ed alla resistenza ad accettare trasformazioni, talvolta onerose, che si riflettono inevitabilmente sulla riorganizzazione e gestione del comparto. Oneri tuttavia che andrebbero considerati come un vero e proprio investimento a lungo termine, con sicuri vantaggi e ritorni economici.

Un deterrente al cambiamento è sicuramente legato al tema energetico ed in particolare al miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici, come richiesto dalla Direttiva 2002/91/CE, nota come Direttiva EPBD *Energy Performance of Building Directive*, sostituita dalla Direttiva 2010/31/CE sulla prestazione energetica <sup>(4)</sup>; fatto, questo, che può trovare nella riqualificazione del patrimonio edilizio, sia pubblico che privato, una potenzialità di rilancio del settore. La riqualificazione dell'esistente, che rappresenta ormai il 34% degli investimenti, è infatti l'unico comparto che sembra mostrare una discreta tenuta, favorendo tra l'altro proporzionalmente la riduzione delle emissioni di gas serra.

Sulla riqualificazione l'Europa prevede fino al 2050 una cospicua percentuale di finanziamenti (circa 80% di quelli dedicati all'edilizia), se pur con la logica dell'approccio integrato che non si rivolga solo al singolo oggetto ma al sistema ed al contesto.

Nel nostro Paese, quindi, la bassa qualità energetica del parco edilizio apre un nuovo scenario per il mondo delle costruzioni che deve essere comunque in grado di intervenire con tecnologie e materiali avanzanti, con modalità innovative ma anche con qualità delle imprese e professionalità delle maestranze.

La sostenibilità in edilizia tuttavia non si esaurisce con l'efficientamento energetico, sebbene questo richieda il considerare l'edificio nel suo complesso – dai materiali, ai componenti, alle tecniche costruttive, ecc. – osservandolo nel tempo e nell'uso.

Sostenibilità in edilizia significa soprattutto controllare molteplici fattori che consentono una diversa qualità dell'abitare e che contestualmente riducano l'impatto sull'ambiente, progettando e costruendo edifici con attenzione alle risorse, al territorio, al contesto di riferimento, ai materiali e quindi all'energia; fattori che, ormai da vent'anni, i diversi e noti sistemi di certificazione ambientale, quali ITACA, Casa Clima, LEED, ecc., considerano fondamentali per una definizione di edificio sostenibile.

La sostenibilità in edilizia significa quindi ripensare e rinnovare le attuali prassi che conducono alla realizzazione del progetto, oltre che del processo: da qui nasce una attenzione alla sperimentazione che, negli anni, *l'architettura* ha fatto propria con eccellenti risultati, non solo formali ma anche tecnologici ed ambientali. Una sperimentazione che nel tempo si è allargata diventando parte integrante del pensiero creativo, con attenzione al ciclo di vita dell'edificio, alla qualità dei singoli materiali e del loro assemblaggio fino alla cantierizzazione e alla sua realizzazione.

Non altrettanta efficacia si è avuta, per le ragioni espresse, in quello che genericamente si definisce il mondo delle costruzioni, i cui rinnovamenti sono lenti e scarsamente acquisiti.

<sup>(3)</sup> Si rimanda, per un approfondimento della importante disamina sul settore, al Documento Ance, *Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni*, Direzione Affari economici e Centro studi, dicembre 2014.

<sup>(4)</sup> Con la Direttiva 2010/31/UE, recepita nel nostro Paese dal d.l. n. 63 del 2013, viene introdotto il concetto di edificio di NZEB (*Nearly Zero Energy Building*). Per arrivare alla progettazione e realizzazione di edifici ad energia quasi zero è necessario ridurre la dipendenza energetica dalle fonti non rinnovabili ed aumentare la *performance* energetica dei sistemi costruttivi per garantire elevate prestazioni energetiche.

Ciò richiede un incremento della sperimentazione, in particolare su sistemi tecnologici di facciata.

Fa eccezione il mondo della produzione edilizia che ha già da tempo iniziato un percorso attento all'innovazione attraverso il trasferimento tecnologico da altri settori, quale, ad esempio, quello aerospaziale.

Per quello che riguarda i materiali, la ricerca e la sperimentazione si stanno rafforzando soprattutto sulla filiera dei manufatti in metallo, plastiche, vetro e legno data l'efficacia della risposta alla domanda di sostenibilità; ma anche sui materiali naturali e riciclati si stanno sperimentando nuove soluzioni sostenibili che si caratterizzano per i bassi costi ambientali ed interessanti risvolti economici legati alla loro produzione <sup>(5)</sup>.

Più complessa appare l'innovazione delle tecnologie costruttive: pur ritenuta indispensabile per ridurre i costi e soddisfare i requisiti di sostenibilità degli interventi, deve confrontarsi con un molteplicità di problemi tra cui il già citato cambiamento di mentalità che, associandosi alle inadeguatezze nella preparazione tecnica degli attori del processo e alla mancanza di interlocuzione tra il mondo della produzione, progettisti ed imprese, ne rallenta il percorso <sup>(6)</sup>. Oltre a queste considerazioni che mirano a far emergere l'importanza della ricerca sperimentale per l'innovazione ed il trasferimento tecnologico nel settore dell'edilizia, è bene sottolineare l'importanza della ricerca strumentale che ne sta alla base; ricerca che nel nostro Paese purtroppo si avvale di non molti Centri, se pur di alto profilo, in genere privati, che sono a supporto soprattutto del mondo della produzione.

L'esperienza che il progetto del Laboratorio *Building Future Lab*, BFL propone si colloca nel particolare ambito della ricerca applicata relativo al *testing avanzato*. Testing che, attraverso i vari laboratori in cui il BFL è suddiviso, consente di sperimentare, nonché certificare, nuovi approcci e sistemi tecnici per l'edificio sostenibile del futuro.

In particolare le tre sezioni TestLab, TestCell e TestRoom – centrali a tutta la struttura laboratoriale – sono progettati con l'obiettivo: l'uno, di testare le reali risposte prestazionali delle facciate secondo le normative internazionali più specifiche; l'altro di verificare, secondo gli stessi requisiti normativi o approcci in regola d'arte, chiusure verticali, orizzontali, coperture, serramenti, materiali edili, ecc.; altro ancora, di ricreare a fini sperimentali secondo processi protocollari, le condizioni termiche, termo-igrometriche, luminose, nonché quelle riferibili ai parametri di Indoor Air Quality ed ai flussi che si relazionano con l'involucro edilizio.

Una considerazione che dà forza al BFL: del *prodotto edificio* non è facile valutare la sostenibilità, intesa come input ed output di materia ed energia, stante il fatto che le componenti impegnate sono molteplici e tutte da valutare singolarmente; ognuna di esse costituisce una sorta di stratificazione, ciascuna con una sua diversità materica, un proprio ciclo di vita, con tempi di usura e di dismissione differenziati.

Per questo il BFL rappresenta una occasione di ricerca e sperimentazione integrata di attività e competenze rivolte al controllo della qualità complessiva dell'edificio, in un'ottica innovata e soprattutto sostenibile.



Saragozza (Spagna), Francisco Mangado, Padiglione spagnolo per l'expo di Saragozza

<sup>(5)</sup> Un esempio interessante: l'Hy-Fi ed è una torre circolare realizzata interamente con mattoni biologici ottenuti da steli di pannocchie e radici vive, progettato dall'architetto David Benjamin dello studio The Living di Brooklyn e presentato con grande successo al MoMa di New York nel 2014.

<sup>(6)</sup> Rapporto dell'osservatorio congiunto Fillea CGIL-Legambiente su Innovazione e sostenibilità nel settore dell'edilizia: *Costruire il futuro*, 2012.

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura, Università Federico II di Napoli.

### 1.3 La “cultura dei laboratori” e la ricerca sperimentale per le costruzioni

“Lab culture” and experimental research in construction

di Mario Losasso (\*)

#### ABSTRACT

*La qualità e il controllo dei processi e dei prodotti nel settore delle costruzioni si sviluppano secondo molteplici direttrici e la ricerca sperimentale rappresenta un elemento di grande interesse sul quale attuare alcune riflessioni per una possibile, ma anche necessaria, reinterpretazione.*

*Il campo della ricerca tecnologica può candidarsi ad essere fra i principali ambiti capaci di delineare scenari di concreto sviluppo, sia per i forti legami con i processi produttivi, progettuali e realizzativi, sia per la capacità di trattare gli aspetti sperimentali che, nei momenti di passaggio verso nuovi assetti, rappresentano un elemento di forte proiezione futura.*

*I laboratori si configurano come luoghi in cui possono correlarsi e integrarsi gli avanzamenti delle scoperte scientifiche e delle applicazioni tecnologiche secondo una reciproca alimentazione che mette in circolo le componenti dei diversi saperi.*

*Process and product quality and control in the construction industry is developing along a number of different lines and experimental research is a very interesting area on which to base considerations for a possible, but also necessary, re-interpretation.*

*Technological research, in particular, may be one of the main contributors to potentially concrete developments thanks to its close links with production, design and implementation processes as well as its ability to handle experimental aspects that, in the move towards new solutions, are useful in terms of projections for the future.*

*Laboratories are established as places where advances brought about by scientific discoveries and new technological applications are correlated and integrated, nourishing each other with elements from different types of knowledge.*

La qualità e il controllo dei processi e dei prodotti nel settore delle costruzioni si sviluppano secondo molteplici direttrici e la ricerca sperimentale rappresenta un elemento di grande interesse sul quale attuare alcune riflessioni per una possibile ma anche necessaria reinterpretazione. La contrazione del mercato delle costruzioni e, quindi, dell'insieme dell'offerta delle opportunità, ha causato profonde difficoltà tra gli operatori del processo edilizio. Tuttavia si è in presenza di un mercato pur sempre ampio che, dentro la crisi, richiede di essere rivisitato e intercettato nelle sue nuove articolazioni e soprattutto attraverso modalità innovative. Il campo della ricerca tecnologica può candidarsi ad essere fra i principali ambiti capaci di delineare scenari di concreto sviluppo, sia per i forti legami con i processi produttivi, progettuali e realizzativi, sia per la capacità di trattare gli aspetti sperimentali che, nei momenti di passaggio verso nuovi assetti, rappresentano un elemento di forte proiezione futura.

In architettura l'approccio sperimentale ha rappresentato una delle modalità più importanti per produrre innovazione, sia nel campo dei prodotti che dei metodi e dei processi, oltre che nei momenti di concezione del progetto, del cantiere e della realizzazione di prototipi. L'approccio sperimentale si fonda su un sapere tecnologico, non tecnicistico e capace di generare creatività, immaginazione, invenzione: una vera e propria risorsa intellettuale.

Processi altamente sperimentali hanno segnato il campo della produzione industriale per l'edilizia, a partire dalle condizioni della sua attuazione fino al rapporto fra i vari operatori. Lo sperimentalismo progettuale ha contribuito a tenere la ricerca tecnologica al centro del dibattito sullo sviluppo dell'architettura in vari periodi della storia, contrassegnando il panorama della modernità e della contemporaneità attraverso una forte caratterizzazione.

Se si riflette sullo sperimentalismo progettuale, tra i maggiori innovatori si rintracciano figure di spicco, operative attraverso simulazioni, prototipi e realizzazioni pilota in laboratori intesi come vere officine dell'architettura. Un'altra componente dei laboratori si è caratterizzata per concepire prodotti, testare proprietà intrinseche e condizioni di esercizio per progettare, verificare, costruire, gestire in maniera innovativa. Per valutare le ricadute sui processi progettuali e realizzativi in campo edilizio, urbano, ambientale e territoriale, i laboratori si arricchiscono oggi di azioni di affiancamento allo sviluppo sperimentale attraverso la modellazione, la prototipazione, le prove su modelli al vero, le verifiche in opera e fuori opera, i test, la diagnostica, il monitoraggio, la verifica prestazionale e la rispondenza al quadro normativo. Si configurano come luoghi in cui possono correlarsi e integrarsi gli avanzamenti delle scoperte scientifiche e delle applicazioni tecnologiche secondo una reciproca alimentazione che mette in circolo i diversi saperi. Il rapporto fra sperimentazione e innovazione, che caratterizza la ricerca tecnologica per il costruire, è associato alla successione degli avanzamenti nella ricerca di base, nella R&S (Ricerca e Sviluppo), nelle innovazioni dei processi di produzione o di prodotto e di quella nel campo dei bisogni. I processi ideativi e sperimentali definiscono dunque le condizioni per l'attuazione produttiva e commerciale di un'innovazione, sviluppata sia in termini radicali che incrementali. Scienza, tecnologia e tecnica costituiscono un'unica risorsa, un sapere unitario benché esse rappresentino forme diverse di conoscenza. Si definisce in tal modo un legame stretto fra ricerca scientifica di base, tecnica e tecnologia. Pur all'interno di una risorsa cognitiva integrata, la conoscenza scientifica mantiene la propria connotazione di sapere astratto senza fini pratico-applicativi, la conoscenza tecnologica finalizza il sapere scientifico per effetti utili impiegando le conoscenze scientifiche, mentre le conoscenze tecniche, focalizzando il sapere scientifico e tecnologico, sono applicate per la produzione nel campo immateriale o materiale (1).

I principali drivers che caratterizzano lo scenario della ricerca contemporanea vedono dunque la centralità della tecnologia nei più rilevanti processi di cambiamento che inducono alla progressiva modifica delle pratiche consolidate per il sostegno alla sempre più accentuata competizione scientifica. La sperimentazione e l'innovazione sono gli elementi cardine per la produzione, la riproduzione e la diffusione della conoscenza, dei sistemi e dei prodotti. L'impegno della ricerca europea vede, fra i temi chiave, le direttrici della sostenibilità, dell'ambiente, dell'energia, dell'economia green e della coesione sociale. La ricerca nei laboratori potrebbe, dunque, introiettare valori di servizio, di strategia, di settorializzazione, ma anche di trasformazione rapida in funzione dell'evoluzione dei processi di conoscenza distribuiti fra la scala globale e quella locale. Pur se indirizzata su ambiti estesi, la ricerca richiede di radicarsi a partire dai contesti in cui le tecnologie si configurano come artefatti complessi che filtrano componenti tecnologiche singole e processi collettivi di complementarità e condivisione delle conoscenze (2).

Nel campo del progetto e della costruzione, l'architettura moderna ha restituito una stagione di sperimentatori, dagli architetti del Bauhaus con Walter Gropius fino a Le Corbusier. Tale identità si è affermata anche attraverso figure di più contenuta evidenza storiografica ma di grande spessore teorico-operativo quali Buckminster Fuller, Paul Rudolph, Konrad Wachsmann, Charles e Ray Eames, Jean Prouvé e tanti altri. Essi hanno praticato e teorizzato un approccio sperimentale quale condizione per sviluppare nuove visioni del mondo al fine di rivoluzionare il campo dell'architettura e della conoscenza. Numerosi sono i principi che sono emersi negli anni a cavallo delle due guerre, spesso operando al di fuori degli schemi convenzionali, basandosi sulla capacità di alimentare il dubbio e l'utopia del cambiamento a partire dalle ipotesi di modelli innovativi per superare una realtà arretrata.



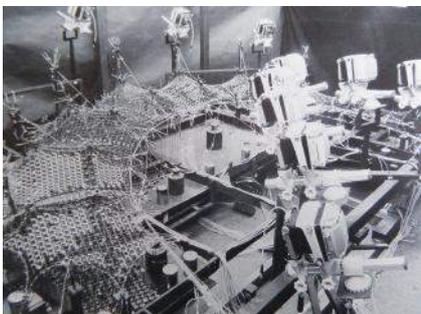
Jean Prouvé, *Campus Vitra, Weil am Rhein (Germania)*. Stazione di servizio prefabbricata e smontabile progettata in serie (progetto: 1953, realizzazione: 2003)



Charles e Ray Eames, Los Angeles. Laboratorio di sperimentazione progettuale

(1) R. Galli, *Innovazione. Le parole della tecnologia*, Ediesse, Roma, 2005.

(2) C. Antonelli, *Prefazione* all'edizione italiana, in: W.B. Arthur, *La natura della tecnologia. Che cos'è e come si evolve*, Codice, Torino, 2011 (pp. XII-XV).



Frei Otto, Stoccarda. Modello delle tensostrutture all'Olympiapark a Monaco di Baviera per le Olimpiadi del 1972

Accanto alla sperimentazione realizzata, si dava slancio alla proposta di avanzate e in alcuni casi utopiche teorie del progetto e dell'abitare, segno della forza ideale di una grande stagione per l'architettura: dalla *machine a habiter* fino all'architettura integrata, dallo *spazio infinito* alla sintesi fra cultura progettuale e cultura industriale. Ma il destino di molti progetti sperimentali è quello di rimanere sulla carta e l'approccio sperimentale degli architetti moderni è stato sempre consapevole di questa condizione, con un impegno condotto fino a un punto in cui – come affermava Fuller – terminato il lavoro, la soluzione alla quale si giungeva doveva essere esteticamente apprezzabile, pena il ricadere in un insuccesso. Si affermavano, così, principi condivisi, come per esempio quello secondo cui si poteva realizzare di più con meno risorse. Principi ancora attuali, finalizzati a sviluppare progetti ampi e consapevoli di dover migliorare le condizioni di vita degli individui.

Nel laboratorio del loro studio, Charles e Ray Eames hanno combinato arte e scienza, design e architettura, processo e prodotto, stile e funzione. Una loro fondata convinzione risiedeva nel fatto che i dettagli creano il prodotto, secondo un procedimento induttivo che conduce il particolare ad essere un protagonista della ricerca. L'approccio era analogo a quello della creatività nella ricerca di base, in quanto non direttamente finalizzata ad applicazioni pratiche. Un esempio emblematico è dato dal processo di sviluppo delle sedie in compensato modellato che faceva affermare a Charles Eames che il *guizzo di genio* che le aveva prodotte era durato 30 anni.

La recente scomparsa di Frei Otto ha rappresentato la perdita di un pioniere dell'approccio sperimentale nei laboratori di ricerca per l'architettura, attuato da lui e dai suoi collaboratori presso l'Istituto per le Strutture leggere (Institut für Leichte Flächentragwerke) all'Università di Stoccarda che aveva fondato nel 1964. Vi è una forte similitudine tra la ricerca di Frei Otto e quella di Buckminster Fuller, interessati entrambi allo sviluppo della modularità come fattore generativo del progetto e delle opere, delle strutture reticolari spaziali, delle tensostrutture, delle strutture pneumatiche <sup>(3)</sup>.

Oggi, molti fra gli sperimentatori contemporanei possono essere confrontati con queste figure. Dalle grandi Società di progettazione – da Arup a Foster + Partners – fino ad atelier come quelli di Renzo Piano Building Workshop o MCA Mario Cucinella Architects, viene restituito un messaggio secondo cui l'innovazione progettuale è fortemente legata alla sperimentazione. La ricerca, attuata con prototipi, modelli, simulazioni, utilizzo di strumentazioni avanzate e integrazione a valle e a monte con fornitori e partner, sperimenta la *digital fabrication*, applica protocolli ed effettua verifiche sulla qualità progettuale. Un caso emblematico è quello di Foster + Partners che, in tempi di crisi, ha potenziato il lavoro *in house* di prototipazione, simulazione, integrazione con partner industriali tendendo al perfezionamento progressivo di prodotti sperimentali.

Le tematiche ambientali sono centrali negli *sperimentatori* contemporanei. Per esempio, alla luce della situazione complessa che si prefigura per il 2050, in cui il 75% della popolazione sarà concentrato nelle aree urbane del pianeta, la Arup affronta lo studio di edifici intelligenti, capaci di prendere decisioni basandosi sul contesto ambientale secondo un principio di similitudine con le strutture viventi. I motori del cambiamento partono dagli studi sull'identificazione dei problemi a cui dare risposta, a partire dalla crescita della popolazione e dell'urbanizzazione, dai cambiamenti climatici e dalla condizione di scarsità delle risorse, fino alla riduzione degli impatti ambientali. La componentistica edilizia sarà progettata per una continua adattabilità e per edifici che saranno produttori di energia, interattivi (in particolare con l'involucro) e integrati con le infrastrutture e le reti tecnologiche.

Pensando al futuro e alla necessità di sperimentare soluzioni in un tempo breve, vengono alla mente le parole di Renzo Piano quando sollecita il diritto a sperimentare, provare, misurarsi con qualsiasi impegno e di rischiare, anche sbagliando per poi, con consapevolezza, effettuare una retromarcia.

<sup>(3)</sup> F. Otto, B. Rasch, *Finding form*, Edition Axel Menges, Fellbach (Germany).

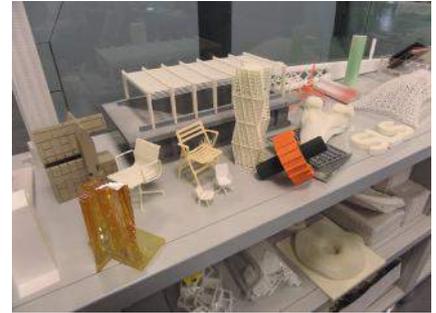
Un architetto esamina mondi possibili e l'architettura è un'affascinante avventura ed esplorazione in tutti i sensi: sociale, scientifico, storico, espressivo (4). Su un altro versante la ricerca progettuale di MCA Mario Cucinella Architects si pone sul piano dell'integrazione fra energia e architettura, in cui la componente della sostenibilità ambientale alimenta le scelte architettoniche.

Altro versante significativo della sperimentazione è quello dei laboratori per la ricerca tecnologica-industriale, che si rapportano prevalentemente con il mondo della produzione edilizia e con applicazioni metaprogettuali piuttosto che con prototipi. Ci si riferisce ai centri studi, alcuni dei quali nati a partire dagli anni del secondo dopoguerra, in cui l'industrializzazione in edilizia prende un rilevante slancio, aprendosi verso le prospettive del *componenting* e della prefabbricazione aperta.

In Italia, nella seconda metà degli anni '50, nascono i primi Centri Studi per la promozione dell'industrializzazione edilizia, ricaduta dell'esperienza del Movimento Moderno finalizzata alla crescita del settore delle costruzioni visto come volano per la ricostruzione post bellica, nonché allo sviluppo urbano nell'espansione economica dei primi anni '60. Ricordiamo fra gli altri, il Centro Studi sull'Abitazione del CNR e il CRAPER - Centro per la Ricerca Applicata ai Problemi dell'Edilizia Residenziale (1955).

Sono anni in cui l'innovazione lascia tracce di grande speranza per il futuro delle costruzioni, con significativi risvolti sul piano della formazione e della ricerca. Nel 1964 nasce l'AIRE - Associazione Italiana per la Promozione degli studi e delle ricerche per l'edilizia, che contribuisce in maniera significativa all'affermazione della nozione sistemica di processo e di normativa prestazionale. In quegli anni, acquista risalto il lavoro svolto da figure come quella di Giuseppe Ciribini, protagonista della grande speranza dell'industrializzazione edilizia e della cultura tecnologica nel campo delle costruzioni. Si delineano le prime consapevolezze fra tecnologia forte (appartenente alla cultura materiale) e tecnologia debole (propria della cultura cognitiva) indotta ad avvalersi di strumenti informatici (5). Affiancano Ciribini in molte componenti dello sperimentalismo progettuale e nella consapevolezza dell'industrializzazione come scommessa per il futuro, figure come Pierluigi Spadolini, Eduardo Vittoria e Marco Zanuso (6). Va ricordata, nel novero delle esperienze dei Laboratori, quella che nasce negli anni '70 e si sviluppa prevalentemente negli anni '80 e '90 in Europa, ma non solo. Si tratta dei cosiddetti Laboratori tipologici, molti dei quali aderenti all'EFA - European Full Scale Models Association, che lavorano secondo esperienze prevalentemente rivolte alla simulazione degli spazi abitabili a varie scale e, in primo luogo, in dimensioni reali (7). Alcuni fanno capo ad enti pubblici, operativi nell'ambito dell'edilizia residenziale e della partecipazione dell'utenza; altri sono invece collegati all'Università. La differenza fra i laboratori si basa anche sulla complessità delle attrezzature e della strumentazione, da quelli tecnologicamente avanzati (Losanna, Vienna) fino a quelli che prevedono adattamenti caso per caso e oggetti costruiti *ad hoc* (Copenaghen). L'importanza di tali esperienze risiede nel valore della simulazione tridimensionale condotta al vero per sperimentare le caratteristiche funzionali, morfologiche e tecniche degli spazi dell'alloggio e dell'organismo abitativo. In Italia, il Ministero dei LL.PP. attraverso il CER - Comitato per l'Edilizia Residenziale negli anni '90 avviò un programma di sperimentazione mediante l'istituzione del Laboratorio Tipologico Nazionale rapportato al controllo del progetto, alla partecipazione dell'utenza, alla normazione attraverso programmi di verifica "al vero" con l'utilizzo di apparecchiature strumentali e modelli (8).

Numerosi sono oggi i Centri di Ricerca in Europa che hanno al loro interno laboratori e dipartimenti sperimentali. Attualmente i Centri operativi negli anni '70-'80, adeguandosi ai tempi, hanno modificato i loro assetti restituendo interessanti modalità di relazione con le più importanti piattaforme europee del mondo delle costruzioni.



*Foster + Partners, Londra. Dipartimenti interni per la prototipazione e la sperimentazione nel campo del design e della componentistica per lo spazio abitabile*

(4) R. Piano, *La responsabilità dell'architetto. Conversazione con Renzo Cassigoli*, Passigli Editore, Firenze-Antella, 2000.

(5) D. Bosia (a cura di), *L'opera di Giuseppe Ciribini*, Franco Angeli, Milano, 2013.

(6) AA.VV., *La concretezza del progetto. 10 allievi ricordano Pierluigi Spadolini a 10 anni dalla scomparsa*, Atti del Convegno, Alinea, Firenze, 2013.

(7) OIKOS Ricerche (a cura di), *Il meccanismo intelligente*, Ministero dei LL.PP., CER-Comitato per l'Edilizia residenziale, Laboratorio Tipologico Nazionale, 1993.

(8) OIKOS Ricerche (a cura di), *Sperimentare la norma*, Ministero dei LL. PP., CER - Comitato per l'Edilizia Residenziale, Laboratorio Tipologico Nazionale, Quaderni 2, 1993.

Fra questi, un esempio emblematico è costituito dal CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, che ha rappresentato per lunghi anni un riferimento per gli approcci sperimentali nel campo delle costruzioni. Il CSTB è un'istituzione pubblico-industriale e commerciale fondata nel 1947 che oggi sviluppa la propria sperimentazione in quattro principali ambiti: la ricerca, la consulenza tecnica, i rapporti di qualità, la diffusione della conoscenza. L'evoluzione delle competenze ha visto nell'ultimo decennio l'allargamento alla valutazione del rischio per la salute e l'ambiente, al controllo dei consumi energetici e alle azioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Il CSTB partecipa alla rete ENBRI (Rete Europea degli Istituti di Ricerca Edilizia) ed è partner chiave di rilevanti programmi di ricerca europei; sono operativi alcuni laboratori in cui si attuano la sperimentazione, i test e la certificazione di sistemi, prodotti, procedure: il LABE - Laboratoire Européen d'Acoustique du Bâtiment, l'ARIA - Etudes et recherches sur la pollution intérieure, il LEPS - Laboratoire d'Essais des Procédés Solaires, il VULCAIN, per la ricerca sulla resistenza al fuoco delle strutture innovative, la PRE3CIE - Plate-forme de Recherche, d'Etude, d'Essais et d'Evaluation des Composants Innovants d'Enveloppe (piattaforma industriale con la valutazione e la certificazione dei prodotti e di ricerca e sviluppo).

Oggi il mercato delle costruzioni è cambiato, come è cambiato quello della ricerca del settore. Nelle Università i Dipartimenti hanno acquisito nuovi ruoli nei quali, per la prima volta, si è chiamati a integrare domanda di formazione e domanda di ricerca. Nel quadro generale emerge tuttavia la problematica di una formazione generalista che richiede di essere irrobustita e affiancata, secondo nuovi modelli, attraverso lo sviluppo di molteplici linee di ricerca più approfondite e meno a-specifiche rispetto ai temi dell'innovazione e della sperimentazione. Ma la crisi delle professionalità in campo ingegneristico e architettonico è dovuta anche a una incapacità interpretativa della crisi economica. Fino al 2009, il settore delle costruzioni ha avuto una forte inerzia che ne ha impedito il tracollo, benché la crisi fosse stata prevista già nel 2006 e ci fossero allarmi antecedenti nel 2000. La lettura attuale e più matura della crisi fa comprendere lo sfalsamento in atto fra domanda e offerta. Si registra infatti una aggregazione numericamente sproporzionata di attori che veicolano competenze tipo *commodity*, possedute cioè da molti soggetti, proprio in quei segmenti di mercato che si stanno restringendo. Un esempio, nel campo del progetto architettonico, è dato dalla contrazione del segmento concorsi di progettazione – in cui sono richieste capacità di sviluppo di concept e di visualizzazione renderizzata – mentre cresce il ricorso all'appalto integrato con offerte migliorative in cui l'apporto di competenze professionalizzanti su temi avanzati – energy saving, miglioramenti prestazionali, costi ridotti a parità di prestazioni, ecc. – risulta sempre maggiore e nel quale sono richieste numerose competenze specialistiche.

Per un Laboratorio, la cultura della sperimentazione è collocata al centro delle proprie attività, nel senso di previsione e lancio nel futuro di un qualcosa prefigurato nel presente. Un obiettivo riguarda i mercati delle costruzioni esterni all'Europa, poiché il lavoro del progettista e del tecnico nel campo delle costruzioni si internazionalizza sempre più. Nel lavoro sul territorio nazionale, e quindi nella sua segmentazione, è necessario comprendere verso quali ambiti spostarsi. L'industria oggi si dematerializza in molte sue componenti, diventa anche industria della conoscenza e quindi i concetti di cultura e operatività industriale vanno fortemente integrati. Un esempio nel campo del design è fornito dalla digital fabrication e dal processo D2C, *designer to consumer*, in cui si sviluppa una produzione locale per un mercato esteso e reso accessibile dall'infrastruttura del web che permette di produrre *on demand* riducendo i costi.

Tali innovazioni subentrano in una fase in cui convivono da anni le tre crisi: quella economica, quella climatica e quella energetica.

In questi anni la politica del rigore ha penalizzato le economie più deboli del vecchio continente, anni in cui l'Italia ha perso la partita della competitività, a differenza degli anni '90 in cui si era vinta quella della riconversione dei distretti industriali che erano riusciti a sostenere l'impatto delle crisi di inizio anni '90.

Il mercato delle costruzioni, secondo il Cresme, si è ri-segmentato: in alcuni campi si è avuta una contrazione del 20-30%, fino a picchi vicini al 60%. La nuova edificazione raggiunge i 22 mld di investimenti, la riqualificazione vale 80m mld di cui 36 mld sono rivolti alle micro-riqualificazioni. Lo scatto in avanti della riqualificazione richiede di ridefinire gli approcci – manutenzione, retrofit, rigenerazione – anche disciplinarmente. Non va sottovalutato il peso del comparto delle fonti rinnovabili che ha un valore di 12,5 mld. Chiunque operi sul mercato della ricerca riferita al mercato delle costruzioni è chiamato a sviluppare, con intuito e documentazioni tangibili, un anticipato posizionamento strategico per trovarsi, quando ci saranno condizioni di ripresa migliori, in una fase avanzata escludendo rischi di *shake out*. Occorre lavorare su processi, prodotti e progetti-prodotto o servizio nelle loro molteplici accezioni, attraverso una filiera del lavoro allargata e diversificata. La focalizzazione non può non tenere conto della “partita” della riqualificazione urbana ed edilizia già iniziata da alcuni anni, come si può evincere dai programmi ambiziosi messi in campo nel Regno Unito con il Green deal per la riqualificazione energetica dei 27 milioni di abitazioni esistenti o in Francia con la legge Grenelle che investe in 800.000 alloggi di proprietà pubblica.

Ai Laboratori è richiesto un livello organizzativo in rete (reti di organismi e istituti) da attuarsi nei termini di sistemi di collaborazione aperti a fornitori, clienti, progettisti, altri enti (*crowdsourcing*). Soluzioni ibride (prodotti e servizi associati in offerte innovative che funzionano meglio insieme e presentano maggiori potenzialità) possono aiutare ad esplorare nuovi campi o ad accrescere la domanda esistente, offrendo un valore superiore a patto di attuare differenziazione, scalabilità, valutazione di mercato e costi, investimento in un brand che promuova un efficace legame tra prodotto e servizio<sup>(9)</sup>. Esiste un mercato su cui agire per organizzarsi e intercettare meglio i finanziamenti seguendo i principali drivers del momento: innovazione tecnologica, ICT, capacità di essere soggetti di regia nel PPP, integrazione fra costruzioni e servizi. Si tratta di campi in cui attivare programmi sperimentali relativi ad ambiti avanzati come le nanotecnologie, l'ingegnerizzazione di processi, l'ambiente e la sicurezza collegati al monitoraggio, all'efficienza energetica e all'impiantistica.

Va in tale linea l'esperienza dell'Università di Napoli Federico II che, in associazione con Unisannio, Regione Campania e numerosi partner industriali, è un soggetto promotore dei Distretti Tecnologici Stress e Databenc (rispettivamente, sul settore delle costruzioni e sui patrimoni culturali), che rappresentano risposte di settore a una domanda esterna in evoluzione. In particolare, i distretti tecnologici rappresentano oggi una evoluzione del modello italiano dei distretti degli anni '90, facendo sistema non solo in base alla prossimità geografica e alle filiere produttive canoniche dei settori industriali, quanto piuttosto rispetto agli obiettivi strategici e alla capacità di interazione fra soggetti provenienti anche da differenti settori produttivi.

I laboratori dovrebbero effettuare investimenti per attrezzature smart ed evolversi per essere di servizio ad altri soggetti, sviluppando massa critica e connessioni in network, elevando il proprio grado di attrattività. Nella nuova logica di distretto si tende a fare sistema escludendo i forti legami di una stessa filiera produttiva, per cui il sistema non si basa più sul trasferimento di tecnologie ma sulla condivisione di conoscenze, determinando un allargamento del mercato. Forte si manifesta l'interesse di aziende *core green*, ma anche di altre che sono definibili *go green*, potenzialmente direzionabili verso processi a basso impatto. Il settore delle costruzioni è in fase di trasformazione ed è determinante comprendere di essere in un campo di mercato in cui studiare la domanda ed intervenire sull'esistente sono ormai le strategie chiave per la base del cambiamento.



CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Parigi. Laboratorio Vulcain. Le grandi attrezzature per la ricerca sulla resistenza al fuoco delle strutture innovative

<sup>(9)</sup> V. Shankar, L.L. Berry e T. Dotzel, *Una guida pratica per combinare prodotto e servizio*, in: AA.VV., *100 grandi idee di management*, Harvard Business Review, Master24, n. 1, 2010.

## **2. La formazione per la ricerca sperimentale**

*Education for research*

(a cura di/edited by Massimo Lauria)



(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università *Medi-terranea* di Reggio Calabria.

## 2.1 Nuovi scenari, nuove sfide, nuove competenze New scenarios, new challenges, new expertise

di Massimo Lauria (\*)

### ABSTRACT

*Lo scenario di riferimento per il settore delle costruzioni appare oggi profondamente mutato rispetto a qualche decennio fa.*

*Progettista, impresa e produzione, abituati ad agire come monadi incapaci di fare rete, sono chiamati a ripensare i propri focus di interesse e le reciproche modalità di interazione.*

*Ne derivano, per i prossimi anni, molteplici sfide strategiche e non più eludibili, da considerare trasversali a tutto il settore e a tutti i protagonisti del processo edilizio.*

*Innovazione, competitività, crescita sostenibile, su tutte.*

*In questo quadro, la formazione universitaria è chiamata a svolgere il ruolo di governo della crescita culturale di un'intera comunità, attraverso la trasmissione di saperi, alla classe dirigente, e di nuove competenze, ai professionisti.*

*The reference scenario for the building sector appears to have undergone profound changes compared to a few decades ago.*

*The architects, enterprises and manufacturers that in the past acted as monads, incapable of establishing networks, are called to re-think their focus and their methods for mutual interaction.*

*As a result, the next few years will bring a number of strategic challenges that can no longer be avoided and will cut across the entire sector affecting all those involved in building processes.*

*They will refer, above all, to innovation, competitiveness and sustainable growth.*

*This being the case, university education is called to play a role in promoting the cultural growth of entire communities by spreading knowledge in the ruling class and new expertise among professionals.*

*“La progettazione, in architettura e in urbanistica, è un attività in forte crisi e per molteplici ragioni, non ultima quella dovuta alla perdita del concetto stesso di architettura come organismo o, meglio, come struttura integrata, nella quale debbono fondersi le varie scale della progettazione e le diverse dimensioni, tecnologica, funzionale ed estetica, le quali ultime sembra cerchino da tempo di isolarsi ognuna in una privatissima strada propria”.*

La riflessione di Ludovico Quaroni, che già intorno alla fine degli anni '70 denunciava e anticipava molte delle attuali criticità del progetto di architettura, si arricchisce oggi di altri dati della contemporaneità, fortemente connessi in primo luogo ai trend delle dinamiche economiche.

Secondo l'Osservatorio congiunturale dell'Ance, nel 2014, il settore delle costruzioni ha vissuto il settimo anno consecutivo di crisi, registrando, a partire dal 2008, una perdita in investimenti del 31,7% (pari a circa 58.800 milioni di euro) e di occupati del 25,9% (pari ad oltre 500.000 unità). Le nuove costruzioni di edilizia abitativa hanno subito una flessione del 58,1%; quelle di edilizia non residenziale del 36,6%; le opere pubbliche del 48%.

La riqualificazione, che ha rappresentato nel 2014 circa il 40% del valore totale degli investimenti in costruzioni, è viceversa l'unico comparto a mostrare un aumento dei livelli produttivi, + 20% nel periodo 2008-2014.

In questo settore, inoltre, secondo un recente studio di Cresme e di Unioncamere <sup>(1)</sup>, nel corso del 2013, si è registrato un bilancio positivo e in controtendenza: + 8% il numero di opportunità; +30% gli importi in gara.

L'Oice – Associazione di categoria che rappresenta le organizzazioni italiane di ingegneria, architettura e consulenza tecnico-economica – dal canto suo, nel rapporto 2014, stima che, puntando sui brand *energia* e *sostenibilità*, nei prossimi anni si registrerà un aumento di un milione di posti di lavoro.

(1) Unioncamere, Cresme, *Il partenariato pubblico privato e l'edilizia sostenibile in Italia nel 2013*.

La società *Navigant Research* (<http://www.navigantresearch.com>) prevede infine che il mercato UE dei prodotti e servizi ad alta efficienza energetica per gli edifici crescerà dagli attuali 41,4 miliardi di euro a 808 miliardi nel 2023.

Ma se si ritornassero a considerare le parole di Quaroni ed il suo richiamo al progetto, la sola lettura di uno scenario economico, sebbene rappresenti uno dei principali parametri attraverso cui comprenderne le dinamiche e anticiparne gli sviluppi futuri, apparirebbe certo insufficiente per impostare una riflessione approfondita sul settore.

Anche ad un osservatore poco attento apparirebbe evidente quanto, negli ultimi anni, il perdurare della crisi del ruolo del progetto e l'andamento del mercato – oramai privato delle molte certezze che ne avevano accompagnato la crescita nel corso degli anni pre-crisi – abbiano contribuito ad una complessiva trasformazione di contesto sociale, culturale e tecnico.

La crescente attenzione per il territorio, l'ambiente e il paesaggio, considerati fattori nevralgici delle opportunità evolutive, ha dettato la necessità di considerare nuove priorità: dalla sostenibilità, in testa a tutte le dichiarazioni programmatiche sullo sviluppo, alle emergenze energetiche generate dai processi di antropizzazione che evidenziano i limiti di una crescita urbana incontrollata; dalla sicurezza sismica a quella idrogeologica, fino alla domanda di riqualificazione e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente.

Tutte questioni che, in Italia, hanno alimentato azioni che indicano nell'interesse sul costruito, sui processi di riqualificazione in generale, e di retrofit energetico in particolare, la strada maestra da seguire <sup>(2)</sup>.

Un cambio di direzione non più opzionale, ma obbligato, se solo si considerassero alcuni dei molti dati in nostro possesso.

Il rapporto curato congiuntamente dall'Ance e dal Cresme sullo *Stato del territorio*, dell'ottobre 2012, descrive la forte esposizione del nostro Paese al rischio naturale. Le aree a elevata vulnerabilità sismica sono circa il 44% della superficie nazionale e interessano il 36% dei comuni. Le aree a elevata criticità idrogeologica rappresentano circa il 10% della superficie italiana e riguardano ben l'89% dei comuni. Nelle aree ad elevato rischio sismico vive il 36% della popolazione e vi insistono circa 5,5 milioni di edifici tra residenziali e non residenziali. Il successivo rapporto del Corpo forestale dello Stato (2014) pone ulteriormente in evidenza quanto l'aumento di fenomeni meteorologici violenti, posti in relazione alla cementificazione, l'urbanizzazione, l'abusivismo edilizio, il disboscamento, la mancata manutenzione dei corsi d'acqua, stia rendendo i suoli più poveri e dunque più esposti al rischio.

Ma, come se nulla fosse, si continua a costruire.

L'*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale* (Ispra), in un recente dossier che ne ha ricostruito l'andamento dal 1956, evidenzia che il consumo di suolo in Italia, nonostante la crisi, procede al ritmo di 8 m<sup>2</sup> al secondo; negli ultimi anni oltre 700 km<sup>2</sup> di territorio sono stati oggetto di trasformazioni antropiche e destinati a nuove infrastrutture ed edifici.

La pericolosità degli eventi naturali è poi amplificata dal pessimo stato di conservazione delle 32 milioni di unità che costituiscono il nostro patrimonio immobiliare di cui, secondo recenti studi Cresme, il 36,6% ha più di 40 anni di vita.

Un parco abitativo a cui, per vulnerabilità sismica, ripetitività tipologico-distributiva e pessime *performance* energetiche, è stato attribuito l'appellativo di "ecomostro". Un'edilizia minore diffusa che in molte circostanze va a conformare comparti urbani connotati da degrado e fatiscenza.

E, in alcuni casi, anche da opere abusive.

È il fenomeno dell'autocostruzione del bisogno di prima casa ma anche dell'illegalità diffusa legata al ciclo del cemento.

In Italia ha raggiunto proporzioni che non hanno confronto in altri Paesi. Fra il 2003 e il 2011, il Cresme ha censito quasi 300 mila costruzioni non autorizzate.

<sup>(2)</sup> *Piano Casa, Piano Città, Piano straordinario di edilizia scolastica, Piani straordinari di efficientamento energetico*, per citarne alcuni.

Altrettanto significativo appare oggi il fenomeno del non finito, spesso sinonimo di abusivismo nel comparto dell'edilizia privata.

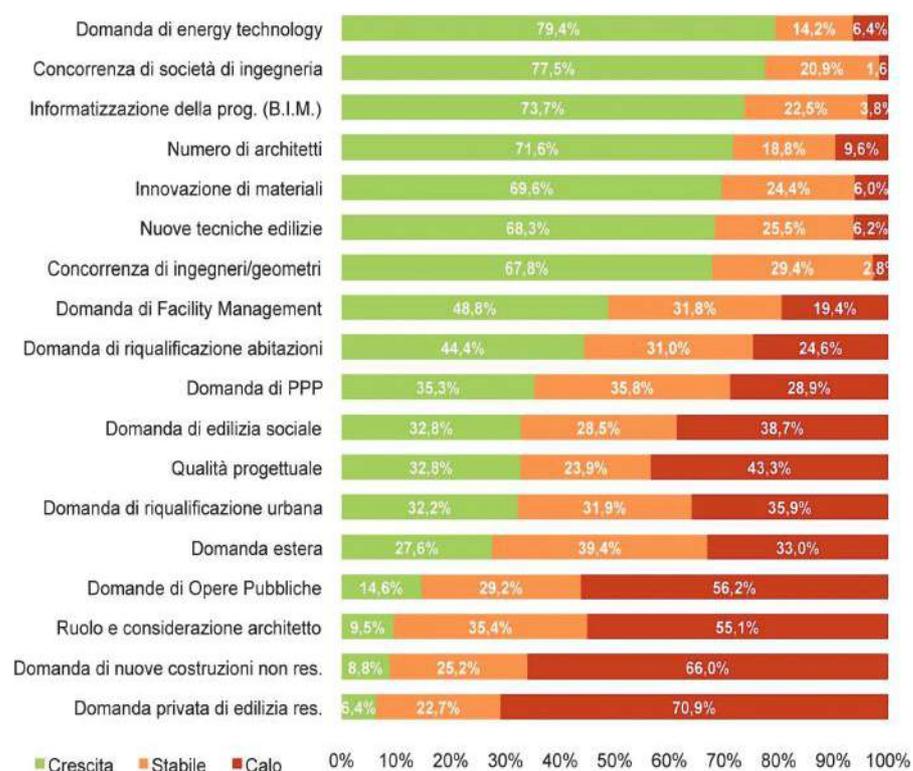
Nel caso di opere pubbliche, configura tuttavia una vera e propria emergenza tanto da indurre il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti a realizzare un Sistema Informativo Monitoraggio Opere Incompiute, SIMOI, (<https://www.serviziopubblici.it/simoi.aspx>) che ne enumera circa 700, con una perdita stimata – sicuramente per difetto – di oltre 4 miliardi di euro e la spiacevole sensazione di confrontarsi con una fotografia ancora piuttosto distante dalla realtà oggettiva.

Lo scenario di riferimento per il settore delle costruzioni appare dunque fortemente mutato, con la conseguente necessaria rivisitazione, oramai essenziale per tutti i suoi operatori, dei propri focus di interesse e delle reciproche modalità di interazione che vedono oggi progettista, impresa e produzione agire come monadi, incapaci di fare rete.

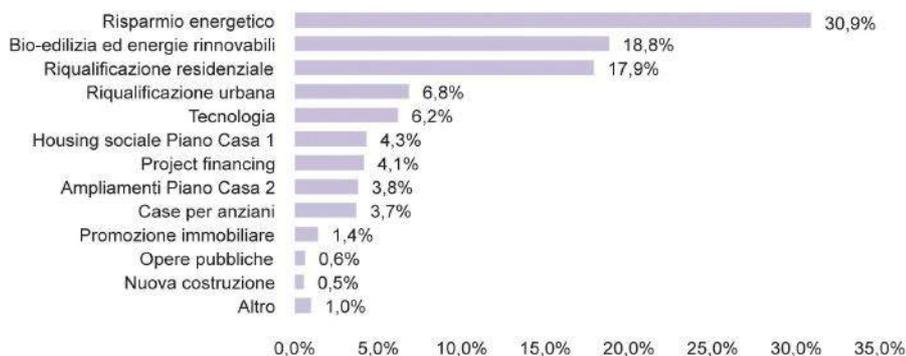
Il progettista, dal canto suo, vive una propria crisi professionale connessa alle trasformazioni indotte del suo operare: si pensi all'introduzione negli studi di architettura della managerialità; alla sempre più marcata tendenza nel considerare le professioni intellettuali come attività di servizio e non di ingegno; al problema delle specializzazioni e delle relative tecniche; all'uso irrinunciabile di strumenti informatici nella progettazione; alla crescita esponenziale del ruolo della produzione all'interno delle fasi realizzative e al contestuale trasferimento ad essa di quota parte del dominio decisionale e di intere fasi di ingegnerizzazione del progetto.

Sembrirebbe profondamente ridotta la sua capacità di incidere.

Eppure nuove opportunità e nuovi sbocchi professionali potrebbero riqualificare la sua azione. Lo conferma l'*Osservatorio Professione Architetto* che il Consiglio Nazionale degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti, Conservatori ha realizzato con il Cresme. Crescono i segmenti connessi ad attività con taglio innovativo: rigenerazione urbana; energy technology; retrofit, progettazioni di fattibilità; project e facility management; sistemi informativi; BIM - Building Information Modeling.



Andamento della domanda di competenze rivolta ai professionisti. Fonte: Osservatorio Professione Architetto, Consiglio Nazionale degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti, Conservatori e CRESME



Settori su cui puntare nei prossimi anni.  
 Fonte: Osservatorio Professione Architetto, Consiglio Nazionale degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti, Conservatori e CRESME

Dagli 11 punti della Direttiva 2005/36/CE all'Agenda della ricerca strategica per il settore delle costruzioni 2030; dai 21 messaggi chiave per il 21° Secolo del Consiglio Nazionale degli Architetti d'Europa del maggio 2004; all'appello degli architetti italiani del 2005 dal titolo "L'architettura italiana attraversa una situazione drammatica", provengono, ormai da un decennio, le spinte verso una revisione del portato culturale, sociale ed etico, ancor prima che tecnico, del suo ruolo all'interno del più generale processo di trasformazione antropica della città e del territorio. Cresce, infine, l'esigenza di una formazione alla coscienza ambientale <sup>(3)</sup>.

Parallelamente emergono rinnovate opportunità e, soprattutto, responsabilità per l'impresa di costruzione.

L'Europa la inquadra tra i principali protagonisti del cambiamento. Il settore delle costruzioni, infatti, produce il 10% del PIL totale dell'Ue e circa 20 milioni di posti di lavoro soprattutto in micro e piccole imprese.

Il nostro Paese sembra porla al centro di un processo di politica tecnica, quale fattore strategico per uscire dalla crisi.

In questo quadro, l'affermazione della *green economy*, quale modello di sviluppo basato sulle economie ecologiche, sta diventando un importante veicolo per incentivare le imprese ad investire in ricerca e produzione di prodotti e servizi verdi.

In Europa il 26% delle PMI ha già operato questa trasformazione, l'Italia, secondo quanto riportato, nel 2014, dagli Stati Generali della Green Economy, è salita al dodicesimo posto per presenza di imprese green attive.

Ugualmente coinvolta in questo processo evolutivo è la produzione.

Un settore in cui l'innovazione tecnologica e i processi di trasferimento ed adattamento di materiali e componenti provenienti da altri settori produttivi più maturi – aeronautico, automobilistico, navale, spaziale, su tutti – ha radicalmente mutato, grazie alle nuove possibilità di manipolarne strutture molecolari e, di conseguenza, i profili prestazionali, la ricerca di nuove configurazioni materico-costruttive basate sull'idea di spostare sempre più avanti il limite del rapporto tra principi architettonici e possibilità tecnologiche.

Generalmente caratterizzati da proprietà ottimizzate rispetto allo specifico impiego previsto, i "nuovi materiali" possono fornire prestazioni variabili, selezionabili e controllabili; modificando le proprie caratteristiche fisico-chimiche in relazione agli stimoli ricevuti, fino ad introdurre nuove proprietà e prestazioni non raggiungibili né considerate in precedenza.

In questa logica, anche gli stessi materiali della tradizione ri-progettati in un'ottica di innovazione (i calcestruzzi ad alte prestazioni, le nuove aggregazioni e configurazioni dei laterizi, ad esempio) sono dunque da considerarsi "nuovi" a tutti gli effetti. A queste famiglie di materiali, per le quali ancora oggi non si sono del tutto compiuti o stabilizzati i passaggi: ricerca – applicazione sperimentale – produzione – divulgazione – applicazione diffusa, il mercato sembra prestare grande attenzione.

<sup>(3)</sup> Secondo i risultati della ricerca, svolta nel corso del triennio 2009/2012, nell'ambito del programma Intelligent Energy Europe (IEE), EDUCATE, Environmental Design in University Curricula and Architectural Training in Europe (<http://www.educate-sustainability.eu/home>), il 97% di professionisti italiani considera prioritario introdurre queste tematiche all'interno dei curricula formativi di I, II e III livello; a fronte tuttavia del solo 31% che esprime nell'attività professionale un'attenzione reale agli impatti indotti sull'ambiente dalle proprie scelte (Svizzera 92%, Germania 70%, USA 67%, Francia 60%).

Anche sulla spinta dell'entrata in vigore, nel 2013, del Regolamento UE n. 305/2011 che, in sostituzione della storica Direttiva 89/106, oltre a fissare condizioni armonizzate per la commercializzazione di prodotti e materiali, ne definisce i principali requisiti per poter liberamente circolare nella Comunità Europea; spingendo nella direzione del risparmio energetico e dell'uso sostenibile delle risorse naturali.

Ne deriva, per i prossimi anni, la declinazione di molteplici sfide strategiche e non più eludibili, da considerare trasversali a tutto il settore e a tutti i protagonisti del processo edilizio.

Sfide sostenute dall'UE con il Programma di Ricerca e Innovazione Horizon 2020, che investirà, per il settennio 2014-2020, circa 70 miliardi di € per incentivare la trasformazione delle nuove conoscenze scientifiche in prodotti e servizi innovativi anche nei settori dell'energia, dei trasporti intelligenti, delle azioni climatiche e dell'efficienza delle risorse.

In Italia, il Programma Nazionale per la Ricerca 2014-16, che introduce il Fondo per la Crescita Sostenibile (FCS), prevede una specifica finalità dedicata alla promozione di progetti di ricerca, sviluppo e innovazione di rilevanza strategica per il rilancio della competitività del sistema produttivo.

Analogamente, a livello locale, il panel del POR Calabria 2014/2020 si pone l'obiettivo di promuovere la competitività delle piccole e medie imprese, sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in tutti i settori e promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi, la tutela dell'ambiente e la valorizzazione delle risorse culturali e ambientali.

La ricerca nel settore delle costruzioni, incentrata su tematiche convergenti, e il riconoscimento della sua centralità, in quanto motore dell'innovazione, della competitività e della crescita sostenibile, appaiono dunque oramai un fatto affermato e condiviso tanto a livello nazionale che europeo.

Ma non sufficiente.

È necessario, coerentemente con gli obiettivi della strategia di Lisbona e degli indirizzi UE 2020 <sup>(4)</sup>, connetterla alla formazione e fare sistema con essa per affermare una società basata sulla conoscenza.

Negli ultimi decenni la Comunità europea ha individuato nell'istruzione e nella formazione professionale di elevata qualità una delle principali strategie per consentirle di competere in maniera efficace nell'economia globalizzata. Con specifico riferimento al settore delle costruzioni, la Comunicazione della Commissione UE sulla *Strategia per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e delle sue imprese*, del luglio 2012, individua, tra gli obiettivi principali, quello di migliorare la base di capitale umano attraverso la promozione di iniziative finalizzate ad adeguare l'istruzione e la formazione professionale alle competenze e alle qualifiche di cui il settore stesso avrà bisogno in futuro: sostenibilità, efficienza delle risorse, requisiti ambientali, regolamentazione e accesso ai mercati, ecc.

In questo quadro, in conformità ai contenuti del processo di Bologna <sup>(5)</sup>, la formazione universitaria è chiamata a svolgere il ruolo fondamentale di governo della crescita culturale di un'intera comunità, attraverso la trasmissione di saperi, alla classe dirigente, e di competenze, ai professionisti dei prossimi anni.

Ma a fronte di tale consapevolezza è altresì vero che si registra una crisi nelle modalità e nei contenuti della formazione dell'architetto, profondamente segnata dall'oramai antico dibattito tra quella di tipo generalista e quella con approcci che guardano agli specialismi.

Il tema della formazione, osserva Rossana Raiteri <sup>(6)</sup>, in una società in continuo mutamento, costituisce, attualmente, un punto cruciale di riflessione. I rapporti con il mondo del lavoro sono sempre più complessi e di difficile definizione e non trovano risposte adeguate soprattutto nelle fasi di alta formazione che al mondo del lavoro sono le più prossime.

<sup>(4)</sup> La nuova strategia UE 2020 rappresenta la prosecuzione del ciclo della strategia di Lisbona, che si è conclusa nel 2010, ed è guidata da fattori di stimolo tematici imperniati su tre priorità: una crescita basata sulla conoscenza come fattore di ricchezza; il coinvolgimento dei cittadini in una società partecipativa; un'economia competitiva, interconnessa e più verde.

<sup>(5)</sup> Il Processo di Bologna è parte fondamentale dell'Agenda di Lisbona per lo sviluppo di una società della conoscenza e mira ad elevare il livello qualitativo della formazione superiore e della ricerca. È un processo di riforma internazionale dei sistemi di istruzione superiore.

<sup>(6)</sup> R. Raiteri, *Progettare progettisti. Un paradigma della formazione contemporanea*, Quodlibet, Macerata, 2014.

In Italia, com'è noto, è oramai avvenuta la trasformazione degli ordinamenti della formazione universitaria (legge 240/2010), ma anche delle sue stesse strutture con il ridisegno del ruolo dei Dipartimenti nella nuova prospettiva di coagulare in un unico soggetto, oltre che il compito tradizionale del "fare ricerca", anche la promozione e la gestione della formazione che fino a ieri atteneva ai corsi di laurea e alle Facoltà.

È diventato allora ancora più evidente quanto debba risultare forte e sentita l'esigenza di coinvolgere, quale priorità, il rapporto tra formazione e ricerca. Il che impone la necessaria integrazione dei primi due livelli di formazione, con il terzo: Dottorato di ricerca e Master.

Ne sono testimonianza i continui richiami alla necessità di una trasformazione stessa delle competenze richieste alla figura del progettista, architetto ricercatore, che consideri la conoscenza come attività centrale dei processi di progettazione, i rapporti con i tanti specialismi coinvolti nella produzione dell'architettura e la condivisione della propria azione con la produzione e con l'impresa, come il campo di sperimentazione privilegiato.

Dinamiche attive che reclamano, per il loro governo, scelte strategiche, culturali e di campo costruite su scenari di politica tecnica in grado di stimolare partenariati pubblico-privato, sostenere collaborazioni con i centri di ricerca di eccellenza nella realizzazione di *spin-off* e *start up*, supportare investimenti in innovazione e competitività, tracciare nuove traiettorie di sviluppo, favorendo le aggregazioni tra soggetti e innalzando, in definitiva, le conoscenze ad un livello tale da generare nuovi cicli economici, e offrire risposte alla domanda del mercato e alle nuove richieste di competenza.

Tutte strategie che presuppongono la necessità di includere, tra le prospettive della ricerca stessa, anche il compito di offrire un sostanziale contributo alla progettazione di percorsi formativi capaci di recepire e interpretare le esigenze di nuove conoscenze e professionalità che vanno emergendo dai cambiamenti – in atto o prevedibili – nel settore delle costruzioni. Tutte strategie che fanno da quadro di riferimento privilegiato per la definizione dei contenuti dell'offerta formativa proposta dal Master di II livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni*.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 2.2 La formazione tra ricerca e didattica Education between research and didactics

di Maria Azzalin (\*)

### ABSTRACT

*Dai cambiamenti in atto in termini di scenari, di sfide da affrontare e di nuove e sempre più adeguate competenze da mettere in gioco per un'Europa sostenibile, emerge l'importanza di un nuovo rapporto tra didattica e ricerca nella formazione universitaria.*

*Una riflessione non scontata e certamente complessa.*

*Occorre connettere la ricerca alla formazione e la formazione alle professionalità perché facciano rete e costruiscano attraverso l'innovazione effettive e concrete opportunità di crescita per il territorio. In questo scenario si inserisce il Master universitario di II livello in Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni attivato nell'ambito del progetto Building Future Lab.*

*Current changes in terms of scenarios of challenges to be faced and of the new and increasingly high skills to be brought into play for a Sustainable Europe clearly highlight the need of a new relationship between didactics and research in university education.*

*A consideration that is not necessarily obvious and is undoubtedly complex.*

*Research needs to be linked to education and education to professionalism so that they may operate together, in a network, and provide real and concrete local opportunities for growth through innovation. It is against this background that the Master course in "Management and development of experimental research for sustainability in the building sector", set up under the Building Future Lab.*

Costruire un'offerta formativa in grado di rispondere non più solo alle esigenze di crescita culturale di una società, di ricerca e innovazione nei diversi settori scientifici, ma anche, e con sempre maggiore incidenza, alle esigenze del mondo del lavoro, è oggi la mission centrale dell'Università. Soprattutto in riferimento all'alta specializzazione e qualificazione della Formazione di terzo livello: Dottorato e Master come chiaramente espresso negli obiettivi della Strategia di Lisbona (1).

Obiettivi centrali, peraltro, anche nella costruzione dell'offerta formativa dei percorsi didattici finalizzati alla laurea, che soprattutto nel mondo del lavoro devono trovare il loro naturale punto di arrivo (2); senza, tuttavia, che siano banalmente finalizzati, come sottolineato da Rossana Raiteri (3), "al raggiungimento di abilità professionali strettamente appiattite sulle richieste del mercato del lavoro", in quanto "due sono i temi inevitabilmente interconnessi: le ricadute della ricerca e delle innovazioni tecnologiche sul 'progettare quotidiano' da una parte e, dall'altra, le conseguenze della ricerca su un approccio innovativo alla didattica del progetto".

Ricerca e Didattica sono senza dubbio l'anima delle attività universitarie, due ambiti ai quali, senza correre il rischio di scadere nell'ovvietà, non si può non affiancare oggi il binomio *sostenibilità e sviluppo*.

Un tema questo che coinvolge, indifferentemente, tutti i settori produttivi ma in particolare il settore edilizio quale maggiore responsabile dei consumi energetici. Condizione per la quale tale binomio superato il semplice significato di soddisfacimento degli obiettivi ambientali, deve divenire principio ispiratore di un "fare progettuale quotidiano" socialmente, culturalmente, economicamente ed eticamente responsabile.

Dai cambiamenti in atto in termini di scenari, di sfide da affrontare e soprattutto di nuove e più adeguate competenze da mettere in gioco, emerge l'importanza di educare alla sostenibilità, e parallelamente, di definire un nuovo nesso tra didattica e ricerca nella formazione universitaria.

(1) La Strategia di Lisbona fonda le sue premesse sull'idea che la conoscenza è la forza propulsiva indispensabile per la crescita della produttività e per garantirsi la competitività in un contesto globale.

(2) Indagine Eurobarometro. Attività del Processo di Bologna. Sito ufficiale <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna>.

(3) R. Raiteri, *Riflessioni sulla formazione di base al progetto: relazioni con le innovazioni della ricerca* in: *TECHNE, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 2, 2011, Firenze University Press, pp. 60-67.

Due ambiti che hanno assunto spesso, entro le mura accademiche, i caratteri di realtà distinte, se non, addirittura di attività opposte sottraenti risorse l'una all'altra.

Una riflessione non scontata e certamente complessa, come documenta la ricca produzione di scritti sul tema <sup>(4)</sup>, efficacemente introdotta nella relazione "Quale rapporto tra didattica e ricerca nella formazione universitaria?" <sup>(5)</sup>. E non solo. Oggi all'Università si chiede, infatti, anche una decisa apertura verso il mondo del lavoro e della produzione, che pone in essere la centralità di un secondo e importante nesso: quello con le "professionalità".

Un cambio di rotta non più differibile, soprattutto se letto alla luce degli attuali processi di trasformazione indotti dalla Riforma dell'Università in Italia (Legge 240/2010), che ne ridisegna tanto la configurazione organizzativa quanto gli ordinamenti della formazione.

La questione centrale, al di là degli aspetti organizzativi ed economici, così come si legge nel Rapporto finale della ricerca condotta su incarico della CRUI <sup>(6)</sup> risiede nella comprensione del valore potenziale che l'unificazione di Facoltà e Dipartimenti nei "nuovi Dipartimenti" può offrire rispetto all'opportunità di gestione sincrona e coordinata dei due ambiti: ricerca e didattica.

Un utile punto di partenza, in questo senso, sembra essere secondo alcuni autori, la teorizzazione di von Humboldt della fine del XVIII sec., rispetto alla quale "nucleo fondante" dell'Università è l'unità tra ricerca e didattica, la natura olistica della conoscenza e la supremazia della ricerca, che dovrebbe ispirare, modellandola, la didattica.

Oggi tale assunto sembra aver acquisito nuovamente, all'interno della riforma universitaria, un carattere di asse portante, superando i limiti della vecchia visione e arricchendosi di una nuova relazione: la sua connessione, come già anticipato, con le professionalità e con il mondo del lavoro. Premessa e opportunità per la definizione di nuovo rapporto anche tra università e territorio, e soprattutto tra ricerca e produzione.

Analogamente anche il mondo della produzione appare ormai pienamente consapevole del ruolo strategico della formazione come volano per lo sviluppo economico globale e per le politiche, in generale, di efficienza energetica <sup>(7)</sup>.

Ulteriore conferma della centralità di questo nuovo approccio arriva dallo stesso Miur attraverso *HIT 2020 Ricerca & Innovazione* <sup>(8)</sup>. Un documento rivolto ad università, imprese ed enti di ricerca nel quale viene riconosciuto all'università il compito di sviluppare capacità progettuali e creatività, in altre parole: innovazione <sup>(9)</sup>.

L'innovazione, come introdotto anche in una relazione sull'alta formazione dottorale <sup>(10)</sup> nasce dalla ricerca, ma, ad essa, si giunge attraverso la *formazione alla ricerca*, la cui sede naturale è di fatto l'Università, alla quale spetta, quindi, il *duplice compito*: di trasferire e sedimentare attraverso la formazione continua i risultati via via raggiunti, e al tempo stesso costruire e offrire una formazione di alta qualità, capace di creare innovazione e di competere a livello globalizzato.

La direzione è chiara.

L'Università è "sul mercato" come qualsiasi altra azienda e ai percorsi di alta formazione viene chiesto di integrare competenze trasferibili e trasversali al fine di rispondere alle esigenze di flessibilità del mondo del lavoro, promuovendo la cosiddetta *smart growth*, la crescita intelligente e la pratica del lavoro di imprenditoria che trova nella definizione del *Vitae Researcher Development framework RDF* <sup>(11)</sup> il suo naturale riferimento. Come emerge chiaramente anche dai dati dell'*European innovation scoreboard* <sup>(12)</sup>.

L'alta formazione si pone, quindi, con sempre maggiore evidenza, come cerniera fra sistema universitario e domanda specialistica del mercato del lavoro. In particolar modo i Master che, per loro stesso statuto, formano figure professionali altamente qualificate e con un'elevata specializzazione agevolando l'ingresso nel mondo del lavoro.

<sup>(4)</sup> M. Healey, *Linking Research and Teaching: A selected bibliography*, 2015. Disponibile nel sito: [www.mickhealey.co.uk/resources](http://www.mickhealey.co.uk/resources).

<sup>(5)</sup> P.G. Rossi, P. Magnoler, M. Marcelli, *Quale rapporto tra didattica e ricerca nella formazione universitaria?*, in AA.VV., *Il futuro della ricerca pedagogica e la sua valutazione*, Armando Editore, Quaderni della rivista Education Sciences & Society, 2011, pp. 529-544.

<sup>(6)</sup> CRUI, 2011 \_ Capano G., Regini M., *Tra Didattica e Ricerca: quale assetto organizzativo per le Università italiane? Le lezioni dell'analisi comparata*, Rapporto finale, CRUI, Roma, gennaio 2011, Rapporto finale della ricerca condotta su incarico della CRUI.

<sup>(7)</sup> Commissione Europea, *Le Politiche dell'Unione Europea. Energia*, 2014. Intervista con Patrick Lambert, Direttore dell'EASME, Agenzia Esecutiva per le Piccole e Medie Imprese.

<sup>(8)</sup> Miur, *HIT 2020 Ricerca & Innovazione*, Horizon 2020 Italia, 2013.

<sup>(9)</sup> Obiettivo del documento *Horizon 2020 Italia – HIT 2020* è incoraggiare e favorire la svolta che il nostro Paese deve urgentemente realizzare nello sviluppo di una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva attraverso la ricerca.

Gli aspetti della ricerca *knowledge driven* e quelli *technology driven*, distinti nel documento comunitario, vengono invece considerati nel documento HIT 2020 aspetti che devono *fluidamente interfacciarsi*.

<sup>(10)</sup> L. Perla, *La formazione dottorale fra ricerca e smart growth. Punteggiatura didattica* in: *Pedagogia oggi*, n. 1, aprile 2014, pp. 165-179. Rivista della Società Italiana di Pedagogia, Siped.

<sup>(11)</sup> *Il Vitae Researcher Development* identifica dodici aree di competenza costituenti il "profilo" del ricercatore del XXI secolo, nel quale avranno un peso crescente le cosiddette *generic skill*: abilità in termini di *problem posing* e *problem solving* e di *decision making*. Con riferimento allo scenario italiano esiste, tuttavia un'evidente difficoltà nel trasformare i risultati della ricerca in innovazioni di processi e di prodotti *socialmente fruibili* (p. 8). Miur, 2013, *HIT 2020 Ricerca & Innovazione*, Horizon 2020 Italia.

<sup>(12)</sup> *L'European Innovation Scoreboard\_EIS* è lo strumento di misura utilizzato dall'UE per stilare la classifica dei Paesi Europei con maggiori capacità espresse di innovazione. Tra gli indicatori statistici considerati vi è anche il numero dei dottori di ricerca.

Così è stato anche per il Master universitario di II livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni* <sup>(13)</sup>, la cui istituzione e relativo avvio rappresenta un esempio importante e concreto delle possibili e proficue relazioni tra *formazione e territorio, ricerca e innovazione, sviluppo e produzione*, come descritte e auspicate nelle riflessioni iniziali e nei richiami alle politiche UE <sup>(14)</sup>.

Il BFL si configura infatti come *Laboratorio* con ruolo di supporto tecnico all'*Osservatorio sulla Sostenibilità delle politiche abitative* della Regione Calabria e come *Ente Certificatore Accreditato per i Consumi Energetici e per la Sostenibilità Ambientale*.

L'attivazione del Master completa il quadro delle azioni relative alla prima fase di sviluppo di questo ambizioso Progetto, avviando il programma di formazione dei potenziali addetti del Laboratorio stesso, con riferimento specifico ai due profili professionali individuati:

- profilo "manager" con competenze nel management, sviluppo e commercializzazione di servizi scientifici e tecnologici;
- profilo "tecnico" con competenze nell'utilizzo delle attrezzature e dei servizi tecnologici per la ricerca applicata e sperimentale su materiali, prodotti e componenti.

Le attività formative sono state articolate in *4 Moduli didattici*: i primi tre, comuni ad entrambi i profili, il quarto specifico per ciascun percorso <sup>(15)</sup>. Seguiti da una fase di *Stage* durante la quale sono state condotte individualmente una o più esperienze formative presso importanti Centri di Ricerca nazionali ed esteri, Laboratori e Aziende del settore <sup>(16)</sup> e da una Prova finale i cui risultati sono riportati in estratto nel capitolo 6. *Esperienze di ricerca sul tema*. Obiettivo formativo generale del Master è stata l'introduzione ad una visione sistemica della sostenibilità nel settore delle costruzioni, insieme all'approfondimento di una serie di questioni che attengono in maniera diretta e specifica l'ambito delle costruzioni quali: *qualità ambientale, involucro edilizio, prodotto innovativo, informazione tecnica*, ecc; per citare solo alcuni dei termini la cui trattazione ha orientato anche la definizione di quadri terminologici e percorsi bibliografici riferiti all'offerta formativa del Master, riportati nei contributi a seguire. Partendo da questa premessa è stata definita l'articolazione generale del percorso formativo, in sinergia sia con le finalità operative del BFL, che con i temi indicati dalla *Strategic Research Agenda\_SRA* per la ricerca e l'innovazione nel settore delle Costruzioni elaborata dall'*European Construction Technology Platform\_ECTP*.

Particolare attenzione è stata posta nella definizione delle competenze da acquisire, in ordine alla capacità di dialogare in modo complementare con le diverse competenze tecnico-progettuali e specialistiche coinvolte nell'attuale *iter* del processo edilizio; alle procedure di verifica delle diverse fasi della ricerca applicata nel campo del Testing, Modelling e Prototyping avanzati; al controllo sperimentale dei livelli di prestazione di materiali e componenti in uso e in laboratorio; nonché all'innovazione e al trasferimento tecnologico. Inoltre con riferimento specifico al settore del Management particolare attenzione è stata rivolta all'acquisizione delle competenze relative all'analisi delle dinamiche del mercato e alla pianificazione degli investimenti; alla gestione delle risorse umane; al marketing e alla regolamentazione nazionale ed europea di settore.

L'articolazione del percorso formativo del Master parte dunque dalla relazione *sostenibilità-ambito delle costruzioni*, sviluppandone via via nei Moduli alcuni degli aspetti essenziali.

Nel *Modulo 1. La Sostenibilità nel Settore delle Costruzioni*, il tema della sostenibilità viene declinato alle diverse scale: da quella del paesaggio, a quella dell'ambiente urbano, da quella edilizia, a quella materiale, introducendo a chiusura la definizione del quadro normativo di riferimento.

<sup>(13)</sup> Sede: Dipartimento di Architettura e Territorio, dArTe, dell'Università *Mediterranea Durata del Master*: 1500 ore, 60 CFU. *Obiettivi formativi*: Formare figure professionali, manager e tecnici da inserire nel BF.

<sup>(14)</sup> La rinnovata Strategia di Lisbona prevede un programma di azione il *Lisbon Action Plan* le cui tre priorità sono chiaramente in sinergia con gli obiettivi di avvio e sviluppo del BFL.

<sup>(15)</sup> • Modulo 1 *La sostenibilità nel settore delle costruzioni*  
• Modulo 2 *Qualità e controllo nel settore delle costruzioni*  
• Modulo 3 *Il Building Future Lab*  
• Modulo 4a e 4b *Ricerca industriale*.

<sup>(16)</sup> *Centri di ricerca*  
ICOMOS - International Council on Monuments and Sites, Napoli  
ITAE\_CNR - Istituto di tecnologie avanzate per l'energia "Nicola Giordano", Messina  
ITB Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, Poland  
IVALSA\_CNR - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree, Trento.  
*Laboratori e Società*  
BOSCH Rexroth spa, Gallarate (Va)  
SCHÜCO International s.r.l., Padova  
SECCO Lab, Preganziol (TV)

Una declinazione, quella introdotta nel Modulo 1, efficace e ripercorsa in parte attraverso i contributi proposti nel capitolo 3. *La sostenibilità. Contributi sul tema.*

Un secondo aspetto essenziale della relazione *sostenibilità-ambito delle costruzioni* è rappresentato dall'impatto di quest'ultimo sull'ambiente che si traduce come è noto in termini di consumo delle risorse, di occupazione e trasformazione del suolo, ecc.

Aspetto affrontato nel *Modulo 2. Qualità e controllo nel settore delle costruzioni. Ricerca sperimentale vs processi progettuali/realizzativi*, nel quale sono state introdotte le questioni dell'efficienza energetica degli edifici; della sostenibilità dei materiali da costruzione; del ciclo di vita, della conoscenza e quindi della trasformazione del patrimonio costruito insieme al quadro normativo e all'impianto delle direttive europee di settore.

Poiché il Master, come già detto, costituisce di per sé la fase di formazione dei potenziali addetti del *Building Future Lab*, il *Modulo 3. Il Building Future Lab* ha rappresentato "il cuore operativo" di questa formazione, il momento di *trait d'union* tra la fase di formazione generale e la fase di acquisizione delle conoscenze direttamente connesse all'operatività del BFL<sup>(17)</sup>. Si sono svolti una serie di cicli di seminari formativi di presentazione delle singole Sezioni del BFL e di introduzione alle relative pratiche di laboratorio con la descrizione delle modalità di utilizzo delle strumentazioni acquisite e/o in fase di acquisizione, svolti direttamente presso le rispettive Sezioni.

Ai primi tre moduli del Master, comuni, come si è detto, ad entrambi i percorsi formativi, è seguito il *Modulo 4. Ricerca Industriale* specifico per ciascuno dei due profili. Nel Modulo 4a\_Profilo tecnico si sono svolti seminari rivolti all'approfondimento degli aspetti operativi nelle fasi di Testing, Modelling e Prototyping. Parallelamente nel Modulo 4b\_Profilo manager sono stati proposti seminari relativi al management di Servizi Scientifici e Tecnologici; insieme ad una serie di seminari comuni sulle procedure di accreditamento di un laboratorio e le relative criticità.

L'articolazione dell'offerta formativa è stata caratterizzata da attività didattiche eterogenee alle quali sono state affiancate lectio magistralis, attività di workshop sviluppate all'interno dei Moduli ed esperienze formative aggiuntive svolte presso diverse sedi accreditate<sup>(18)</sup>.

Alla base dell'eterogeneità dell'articolazione proposta e dei relativi contenuti formativi, vi è stata la volontà di porre in risalto, attraverso un'integrazione trasversale delle tematiche dei diversi Moduli, le connessioni tra le diverse aree disciplinari. Ma anche la determinazione a favorire e incentivare il dialogo con alcune delle realtà e delle professionalità con le quali il BFL si troverà ad interagire sul territorio.

Si è infatti promosso il coinvolgimento diretto nelle attività didattiche del mondo della professione: attraverso specifici apporti seminariali di progettisti, impiantisti, ecc.: come Danilo Vespier, Architetto dello Studio RPBW di Renzo Piano, il team di progetto della Torre Eurosky a Roma dello studio Purini-Thermes; ma anche attraverso visite didattiche a cantieri, come per la "Tensegrity del Museo della Magna Grecia di Reggio Calabria", osservata e "sperimentata" con il progettista Odine Manfroni.

Stessa attenzione è stata rivolta nel riportare il valore di un proficuo dialogo tra ricerca scientifica in ambito universitario e produzione, in termini di brevetti e di trasferimento tecnologico, coinvolgendo figure poliedriche come Giuseppe Chidichimo, Professore Ordinario presso l'UNICAL.

Si è cercato, parimenti, di instaurare un attivo dialogo anche con il mondo della produzione sia attraverso la partecipazione al *Building Test Expo* di Bruxelles, sia proponendo il coinvolgimento nelle attività seminariali di rappresentanti di aziende leader del settore, come la Schüco International Italia S.R.L. e ancora la Bosch Rexroth Spa, in veste sia di operatori tecnici che di manager.

<sup>(17)</sup> Il *Building Future Lab* si articola in 8 sezioni operative fortemente relazionate che propongono le avanguardie tecnologiche in tema di Testing con riferimento specifico alla Sostenibilità Energetica e Ambientale. LabMat&Com; TestLab TestRoom TestCell; Test DiMoRa&Co; Test Mobile; Test Dinamica; Test Water; Laboratorio Cognitivo.

<sup>(18)</sup> • Progetto di Unioncamere Calabria, Reggio Calabria 07/02/2014 di "Progettare una Smart City".  
• Building Test Expo, Brussels, Belgium 17-19/06/2014 Construction Sector Network Conference.  
• OpenLab Unical, Rende (CS) 14/10/2015.  
• Corso e-learning in Marketing e Comunicazione. Azienda Speciale IN.FORM.A. Camera di Commercio di Reggio Calabria.

Attività quest'ultime dalle quali sono derivate successive esperienze di stage per alcuni degli iscritti al Master.

Alla fase didattica, è seguita la fase di *Stage e prova finale* il cui obiettivo formativo è stato lo sviluppo di capacità analitiche e sperimentali, nonché l'acquisizione di competenze sulle tematiche generali e di frontiera introdotte nel *Modulo 3* e relative alla propria Sezione di riferimento all'interno del BFL. Tematiche affrontate nella fase di elaborazione individuale della *tesi finale*, il cui obiettivo è stato quello di promuovere la specializzazione dei singoli percorsi individuali, mantenendo tuttavia un'elevata interazione ed integrazione delle ricerche tra gli afferenti alle singole sezioni. Ciò al fine di garantire un solido *core* comune e condiviso di approfondimenti e riflessioni sviluppati nell'ambito delle specifiche questioni che attengono e connotano il BFL e le singole Sezioni operative.

L'esperienza formativa offerta dal Master, così come descritta ha permesso in prima battuta, di rispondere, attraverso l'integrazione di discipline di base e specialistiche, alla domanda sia di *competenze* tecnico-scientifiche multidisciplinari e avanzate, che di *conoscenze* relative agli ambiti applicativi e normativi, nei quali i due profili professionali in uscita si troveranno ad operare. Soprattutto, ha permesso, in seconda battuta, la definizione di due percorsi, quello per il profilo tecnico e quello per il profilo manageriale, fortemente orientati, con competenze spendibili non solo in una prospettiva di occupazione all'interno del *Building Future Lab*, ma anche rispetto alle necessità del mercato nel settore del testing avanzato.

Sul tema delle competenze, in particolare, e della relazione che lega i termini *conoscenze, abilità e competenze* <sup>(19)</sup> come introdotta dall'European Qualification Framework for Lifelong Learning (EQF), va detto che sé da un lato i curricula di architettura <sup>(20)</sup> dovrebbero fornire in generale le conoscenze, le abilità e le competenze in materia di progettazione ambientale sostenibile allo scopo di raggiungere comfort, benessere ed efficienza energetica negli edifici nuovi e già esistenti e negli spazi urbani; dall'altro tale relazione implica anche lo sviluppo di competenze strategiche riferite alle capacità di intercettare programmi di ricerca e finanziamenti.

In questo senso le tematiche relative ai progetti europei e ai relativi canali di finanziamento, affrontate nella fase di formazione e approfondite individualmente in alcune esperienze di stage e tesi finale, rappresentano certamente un'importante opportunità, non solo in termini di crescita personale, ma, soprattutto, se lette in funzione delle potenzialità connesse all'operatività futura del BFL e delle relative Sezioni.

<sup>(19)</sup> I termini *Conoscenze, Abilità e Competenze* derivano dall'*European Qualification Framework for Lifelong Learning (EQF)*, adottato dalla Commissione Europea al fine di disporre di un *metodo di traduzione che rendesse le qualifiche più leggibili e comprensibili in relazione a sistemi e paesi diversi*.

<sup>(20)</sup> Una recente sperimentazione, una valutazione TECO a cura dell'ANVUR, relativa alle competenze a carattere generalista nell'ambito dei curricula di architettura, ha considerato come target-group di riferimento i laureandi. I risultati sono visionabili in [www.anvur.it](http://www.anvur.it)

## 2.3 Riferimenti terminologici essenziali

### Essential terminology

di Deborah Pennestrì (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*La necessità di profonde trasformazioni strutturali derivanti dalla valutazione della sostenibilità ambientale delle attività antropiche ha orientato, negli ultimi anni, sia l'ambito della ricerca scientifica che il settore della produzione. In tale dinamica si inserisce anche il settore delle costruzioni chiamato a dare risposte concrete all'istanza di conseguire un uso più razionale delle risorse materiali ed energetiche.*

*La sfida consiste nell'individuare le modalità per coniugare la ricerca, e gli esiti a cui perviene, con il mondo della produzione edilizia, orientandolo verso l'ecocompatibilità. In tal senso la formazione alla ricerca sperimentale diviene il luogo privilegiato per individuare le potenzialità dell'innovazione materiale e testarne i reali livelli prestazionali.*

*Both scientific research and production have been driven, in recent years, by the need for major structural change resulting from an assessment of the environmental sustainability of human activity. The building industry too is operating within the framework of these dynamics and its aim is to offer practical solutions in terms of a more rational use of material and energy resources.*

*The challenge lies in identifying methods capable of linking research and its results to the world of construction products, leading it towards eco-compatibility. In this regard, experimental research is the ideal setting where the potential of innovative materials can be identified and their actual performance levels tested.*

La complessità delle questioni che attengono all'ambito delle costruzioni richiede un approccio multidisciplinare e l'approfondimento puntuale delle diverse tematiche. Si è scelto, in particolare, di indagare i *riferimenti terminologici* emersi nel corso del Master, più strettamente connessi alla sostenibilità ambientale e all'innovazione tecnologica, nonché di evidenziare la necessità di definire strategie capaci di coniugare entrambi gli aspetti attraverso la ricerca sperimentale. Il settore edilizio è uno dei principali protagonisti della questione ambientale, a causa dello sfruttamento di materiali non rinnovabili, dell'uso del territorio, del consumo energetico e della produzione dei rifiuti.

È indubbio che edificare generi impatti sull'ambiente durante tutto il processo, dall'approvvigionamento delle materie prime, fino alla dismissione dell'edificio e allo smaltimento dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Ne deriva che la *qualità ambientale* di progetti, materiali e edifici si configura come fulcro strategico verso cui orientare gli sforzi della *ricerca scientifica*, delle attività di progettazione nonché del settore produttivo. Nello specifico, la ricerca, soprattutto se di tipo sperimentale, diviene il luogo privilegiato in cui fare confluire le conoscenze interdisciplinari ed affrontare la complessità della tematica, inerente alla riduzione degli impatti ambientali connessi a materiali e componenti, al fine di orientare i processi di innovazione (<sup>1</sup>).

Negli ultimi anni l'evoluzione della tecnologia ha portato a progressivi cambiamenti nella struttura dei materiali che compongono l'*involucro edilizio*, aumentandone le prestazioni e la complessità, al fine di dare precise risposte a specifiche richieste di carattere estetico, tecnico, economico. Un *prodotto innovativo*, infatti, nasce da soluzioni tecnologiche finalizzate a fornire risposte appropriate ad esigenze convenzionali (quali il risparmio di energia, l'isolamento acustico) o nuove (come, ad esempio, la salute e la qualità dell'aria, la sicurezza, l'impiego di materiali rinnovabili, il riuso degli scarti).

(<sup>1</sup>) A. Campioli, *Misurare la sostenibilità ambientale*, in "Costruzioni metalliche" vol. 4, Anno LXII, lug.-ago. 2010, pp. 65-74.

(<sup>2</sup>) N. Sinopoli, V. Tatano (a cura di), *Sulle tracce dell'innovazione*, Franco Angeli, Milano, 2002, pp. 7-42.

(<sup>3</sup>) A. Campioli, M. Lavagna, *Criteri di ecologia e certificazione ambientale dei prodotti edilizi*, in: *Il progetto sostenibile*, n. 27, dic. 2010, pp. 48-55.

(<sup>4</sup>) E. Antonini, *Ciclo di vita dei materiali*, in: C. Monti (Ed.), *Il Progetto Ecosostenibile. Metodi e soluzioni per la casa e la città*, CLUEB, Bologna, 2008, pp. 63-66.

Accanto alla necessità di innovare i prodotti in un'ottica di sostenibilità ambientale, si afferma il principio di innovare i processi, ovvero di attuare una profonda trasformazione dei ruoli dei diversi operatori – committenti, progettisti, costruttori e produttori, ma anche le autorità che definiscono norme e procedure – che confluiscono nel settore edilizio (<sup>2</sup>).

Partendo dall'assunto che l'*informazione tecnica* può consentire il controllo e la gestione delle fasi tra il momento ideativo e quello esecutivo, è indubbio che la presenza sul mercato di numerosi nuovi prodotti ha considerevolmente ampliato le opzioni di scelta da parte degli operatori del settore per la messa a punto di soluzioni progettuali e tecnologiche anche fortemente innovative.

Uno dei principali problemi da affrontare per un uso appropriato dei materiali nuovi riguarda infatti la qualità/quantità delle informazioni disponibili, anche relative a parametri di carattere ambientale ed energetico, che spesso risultano essere limitate e parziali.

Recentemente si sono sviluppati vari strumenti, ovvero le *certificazioni ambientali* – a carattere volontario – per fornire informazioni di tipo, appunto, ambientale sui prodotti, in relazione all'intero ciclo di vita. Occorre, però, che le informazioni siano chiare, attendibili, e soprattutto scientificamente comprovate (<sup>3</sup>). In tale direzione la ricerca sperimentale può essere funzionale a testare i *livelli prestazionali* di materiali e componenti, anche in riferimento ai *requisiti energetici*, con l'ausilio di strumentazioni appropriate: ciò al fine di completare quel quadro di informazioni tecniche riferite ai comportamenti in fase d'uso delle diverse soluzioni tecnologiche.

Va sottolineato, altresì, che un prodotto edilizio ha alcune peculiarità che lo contraddistinguono: è composto da una grande quantità di materiali; il processo di concezione, produzione ed uso coinvolge molti operatori e, solitamente, ha una durata di vita molto superiore a quella di quasi tutti i prodotti industriali. Inoltre ha strette relazioni con la forma dell'edificio ed il luogo in cui sorge, i materiali e le modalità d'uso del manufatto.

Per tali caratteristiche, i metodi impiegati per verificare l'*impatto ambientale* dei prodotti di consumo, nonché per mitigarli, non possono essere trasferiti al settore delle costruzioni senza una necessaria azione di adattamento (<sup>4</sup>). Tale approfondimento e adattamento dei sistemi di valutazione può definire interessanti linee di ricerca sperimentale al fine di consentire una reale comparabilità delle qualità energetiche ed ambientali dei diversi prodotti presenti sul mercato.

L'*innovazione* nel settore delle costruzioni ha riguardato soprattutto i prodotti utilizzati per l'involucro edilizio, poiché rappresenta l'elemento strategico dell'architettura, il "filtro" tra ambiente esterno e ambiente interno.

L'involucro, infatti, è la "pelle" dell'edificio: protegge dagli agenti atmosferici ma allo stesso tempo può sfruttarne in modo funzionale le caratteristiche in modo da realizzare uno spazio protetto controllabile. Le condizioni ambientali esterne possono, dunque, rappresentare una risorsa se l'involucro viene concepito come una "pelle reattiva" che, attraverso configurazioni modificabili, garantisce condizioni di benessere interno.

La necessità di giungere ad un comportamento ottimale dell'involucro edilizio, in relazione alle questioni di *efficienza energetica* e di comfort interno, ha determinato non solo lo sviluppo di prodotti ad elevato livello prestazionale ma anche esiti formali ed architettonici di grande interesse.

Il GSW Office Building, progettato da Sauerbruch Hutton Architects e realizzato a Berlino, tra il 1995 ed il 1998, rappresenta un esempio di edificio che ha saputo tradurre le istanze energetiche in strategie progettuali e compositive che conferiscono un carattere di grande innovazione al linguaggio architettonico finale. L'edificio multipiano è caratterizzato da quattro diversi prospetti, a



Sauerbruch Hutton Architects, GSW Office Building, Berlino, 1995-1998. Foto dell'autore

seconda dell'orientamento: in particolare i fronti a ovest e a sud, maggiormente colpiti dalla radiazione solare, sono caratterizzati da una doppia facciata.

L'involucro è costituito, infatti, da un'intercapedine profonda circa un metro che separa la facciata continua interna e il sistema esterno.

In particolare, sul lato ovest è realizzata una facciata "convettiva", con sistemi di oscuramento per la protezione dalla luce diretta; il prospetto sud, simile al prospetto ovest, presenta una camera d'aria protetta da lame frangisole inclinate; a nord, invece, la parete interna corre a filo della facciata per garantire una protezione dal freddo. In tal modo si raggiungono livelli ottimali di prestazioni sia in relazione all'efficienza energetica che all'isolamento acustico, al fine di ottenere condizioni di benessere ambientale interno.

Un'altra esperienza progettuale di grande rilievo è il KPN Telecom Office Tower, realizzato da Renzo Piano a Rotterdam nel 2000. L'edificio si presenta come un unico grande schermo grazie all'inserimento in facciata di 896 speciali lampadine da 24 Volts, realizzando un cosiddetto "edificio multimediale" ad alto livello di innovazione tecnologica.

Da quanto brevemente tratteggiato e dalle due esperienze progettuali riportate, si desume il ruolo strategico della *ricerca sperimentale* nel dare impulsi all'innovazione nel settore delle costruzioni, al fine di ottenere livelli di qualità ambientale ed energetica ormai ineludibili. È evidente che l'edificio rappresenta il protagonista della *rivoluzione tecnologica*: può evitare il consumo di combustibili fossili o, addirittura, con l'ausilio di tecnologie per lo sfruttamento delle risorse energetiche rinnovabili, diventare produttore di energia pulita. Gli edifici, dunque, dovranno limitare i consumi energetici, utilizzare materiali e tecnologie con un basso impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, riciclare e riutilizzare i rifiuti prodotti <sup>(5)</sup>.

Tali considerazioni però, vanno inquadrare in una visione più ampia e multidisciplinare della questione, includendo anche i contributi di settori specifici quali, ad esempio, la fisica tecnica, la rappresentazione, la progettazione architettonica, al fine di consentire un approccio quanto più possibile completo, orientato a garantire un livello di *qualità complessiva*, e non solo di tipo ambientale, ai manufatti edilizi.



Renzo Piano, KPN Telecom Office Tower, Rotterdam, 2000. Foto dell'autore

<sup>(5)</sup> F. Butera, *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni Ambiente, Milano, 2004.

**3. La sostenibilità. Contributi sul tema**  
*Sustainability. Contributions to the topic*  
(a cura di/edited by Massimo Lauria)



(\*) Ingegnere, Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Politecnico di Milano.

### 3.1 Cambiamento climatico e sfide per il settore delle costruzioni Climate change and challenges to the building sector

di Federico Butera (\*)

#### ABSTRACT

*La mitigazione degli effetti catastrofici del cambiamento climatico passa anche e soprattutto dalla revisione dei metodi di progettazione, di costruzione e di gestione dei manufatti edili. La maggior parte delle future emissioni proverrà dal parco edilizio, in velocissima crescita, dei Paesi in via di sviluppo – che per la maggior parte si trovano nella fascia tropicale, dove l'esigenza primaria è il condizionamento dell'aria.*

*Dalla capacità di progettare e realizzare fin d'ora un'edilizia adatta al clima tropicale, a basso o nullo consumo energetico, unita alla volontà di modificare i correnti metodi costruttivi in USA e Cina, dipendono le sorti della lotta al cambiamento climatico.*

*Mitigating the catastrophic effects of climate change also, and above all, involves revising methods for the design, construction and management of building components. Most future emissions will come from buildings and their number is fast increasing in developing countries – most of which are in tropical areas where air conditioning is a primary requirement.*

*The outcome of the fight against climate change will depend on our ability to design and construct low or zero-energy buildings well-suited to the tropical climate, and on the will to alter current construction methods in the US and China.*

I cambiamenti climatici e l'esaurimento delle risorse sono le principali sfide che l'umanità deve affrontare nel XXI secolo. Attraverso il loro impatto sui sistemi ecologici, sulle precipitazioni, sulla temperatura e sulla meteorologia, il riscaldamento globale influenzerà direttamente tutti i Paesi. Nessuno sarà immune dalle sue conseguenze. Tuttavia, alcune popolazioni sono più vulnerabili di altre; a lungo termine, l'intera umanità dovrà affrontare rischi ma, più immediatamente, i rischi e le vulnerabilità sono sbilanciate verso le aree più povere del mondo.

Sappiamo che la superficie terrestre si sta riscaldando e che la temperatura media globale è aumentata di circa 0,7 °C dopo l'avvento dell'era industriale. Sappiamo anche che questa tendenza sta subendo una accelerazione: la temperatura media globale aumenta di 0,2 °C ogni decennio. Con l'aumento della temperatura globale, le precipitazioni locali stanno cambiando, le zone ecologiche si stanno spostando, i mari si stanno riscaldando e le calotte di ghiaccio si stanno sciogliendo.

Il quarto rapporto di valutazione del Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici IPCC <sup>(1)</sup> indica che sono probabili significativi impatti globali sugli ecosistemi e sulle risorse idriche con aumenti della temperatura globale tra 1 e 2 °C, e che il rischio di impatti negativi sulla produzione alimentare globale è alto, con incrementi di temperatura di 2-2,5 °C rispetto ai livelli preindustriali <sup>(2)</sup>. L'IPCC indica inoltre che, al 2050, è necessario che le emissioni globali siano state ridotte di almeno il 50% rispetto ai livelli del 1990, con ulteriori riduzioni delle emissioni globali oltre il 2050, per andare verso un'economia a zero emissioni di CO<sub>2</sub> entro la fine del secolo. Questo è l'unico modo per mantenere a soli 2 °C l'aumento della temperatura, valore che è considerato il massimo che possiamo permetterci senza incorrere in conseguenze catastrofiche.

La situazione attuale è molto preoccupante. Nel 2010 le emissioni mondiali di gas serra hanno raggiunto il valore di 7 tonnellate CO<sub>2</sub>eq *pro capite*, con una grande disuguaglianza tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo.

Per raggiungere l'obiettivo dei 2 °C, le emissioni di gas serra mondiali dovrebbero essere ridotte a 2 tonnellate di CO<sub>2</sub>eq *pro capite*.

<sup>(1)</sup> <http://www.ipcc.ch>

<sup>(2)</sup> UN-Habitat, *Sustainable Urban Energy: A Sourcebook for Asia*, 2012.

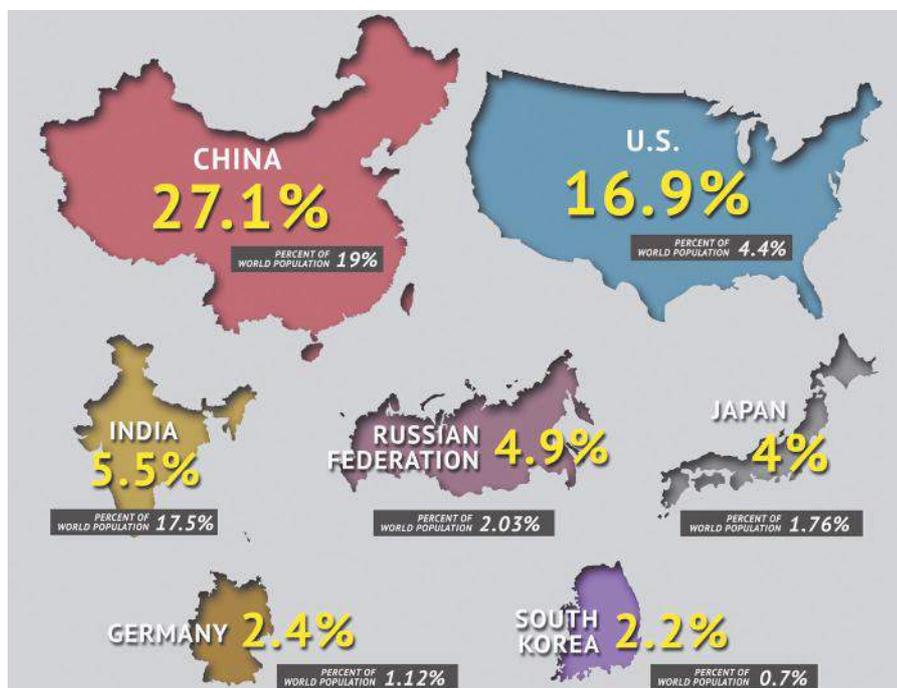


Figura 1. Distribuzione percentuale delle emissioni globali di gas climalterante nel 2013 <sup>(3)</sup>

I Paesi dell'Africa sub-sahariana (escluso il Sud Africa) attualmente sono a questo livello; la sfida, per loro, è quella di mantenere lo stesso livello di emissioni senza frenare lo sviluppo economico e, per Usa e Cina, quella di rimodellare il loro sistema energetico. Se perdiamo questa sfida, diventano del tutto inutili gli sforzi che stiamo facendo, in Europa, per diminuire le nostre emissioni di CO<sub>2</sub>, perché questa riduzione sarà percentualmente poco rilevante se, in un mondo in cui Stati Uniti e Cina da soli contribuiscono per il 44% (Fig. 1), ad essi si aggiungono Africa, Asia e America Latina, che ne replicano il modello energetico attuale.

L'esaurimento delle risorse è un'altra questione critica. Le risorse minerali e quelle biologiche si stanno esaurendo e ben poco rimarrà ai nostri discendenti. I minerali più essenziali, quali rame, argento, zinco, oro e stagno, sono destinati a durare meno di 40 anni <sup>(4)</sup>, a causa del progressivo esaurimento delle miniere.

Gli edifici sono responsabili di oltre il 40% di tutta l'energia fossile utilizzata nel nostro pianeta, e di un terzo delle emissioni globali di gas serra <sup>(5)</sup>; ma, se si aggiunge l'energia incorporata dei materiali da costruzione, la quota è di gran lunga superiore. Così, ogni possibilità di raggiungere l'obiettivo dei 2 °C passa attraverso un cambiamento sostanziale nella progettazione, costruzione e gestione degli edifici. Ciò è ancora più vero se si considera che la maggior parte dell'energia attualmente consumata negli edifici dei Paesi in via di sviluppo è la biomassa e che il miglioramento previsto delle condizioni di vita porterebbe ad un notevolissimo aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub>, per tre ragioni: il forte incremento del condizionamento dell'aria (quindi dell'energia elettrica prodotta con carbone, olio combustibile o gas), lo spostamento dalla biomassa ai combustibili fossili e infine l'aumento del numero di edifici. Infatti, mentre in Europa si prevede che, nel 2050, il 25-30% del parco immobiliare sarà stato costruito tra oggi e quella data, nei Paesi in via di sviluppo nello stesso periodo si costruirà il 75% del parco edilizio. Se tutti questi nuovi edifici consumeranno come quelli attuali, sarà impossibile raggiungere l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> ad un valore accettabile.

Il settore delle costruzioni deve fare la sua parte, con l'obiettivo a lungo termine di trasformare gli edifici da consumatori a produttori netti di energia.

<sup>(3)</sup> <http://www.stratfor.com/image/world-carbon-dioxide-emissions-2013>

<sup>(4)</sup> McKinsey&Company, *Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs*, 2011.

<sup>(5)</sup> UNEP, *Buildings and Climate Change*, 2009.

Questo, naturalmente, sarà possibile per i nuovi edifici, che avranno anche il compito di compensare l'inevitabile consumo di quelli esistenti, che pure dovrà essere notevolmente ridotto con opportuni interventi per migliorarne l'efficienza energetica.

La sfida è senza precedenti e richiede, fin d'ora, una radicale trasformazione dei modi di progettare e costruire.

La riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, riducendo il consumo di energia, è la priorità con cui il settore delle costruzioni si deve misurare.

La produzione di cemento, acciaio, vetro, alluminio e mattoni, che sono i materiali da costruzione di base per la maggior parte delle costruzioni moderne, sono causa di una significativa parte delle emissioni di gas serra perché la loro produzione richiede la trasformazione di materie prime con processi energivori, contribuendo per oltre il 10% alle emissioni globali di CO<sub>2</sub>.

L'uso intelligente di materiali naturali, come ad esempio pietre naturali e argilla, e in particolare l'utilizzo di materiali da costruzione fatti di materia prima organica, biomassa rinnovabile, possono portare ad una significativa riduzione delle emissioni di gas serra.

Le pratiche costruttive sostenibili devono essere messe in atto al più presto possibile, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo, perché il settore dell'edilizia in essi sta crescendo molto velocemente.

Nei Paesi sviluppati, per la maggior parte situati in climi freddi, la principale causa di consumo di energia negli edifici è dovuta al riscaldamento degli ambienti, e gli sforzi nella direzione di ridurre questo consumo rischiano di essere vanificati dalla crescita dei consumi per il condizionamento. Nei climi tropicali, quelli in cui si trova la maggior parte dei Paesi in via di sviluppo, la sfida da affrontare è solo quella del condizionamento, i cui consumi devono essere drasticamente ridotti; sfida che può avere successo con edifici ben progettati, dove i guadagni solari sono controllati, la ventilazione naturale è utilizzata al meglio, e dove vengono utilizzati i principi del comfort adattivo.

L'architettura sostenibile in climi tropicali è un campo ancora inesplorato, ed è una sfida straordinaria per gli architetti, che devono integrare fisica dell'edificio, funzionalità ed estetica, abbandonando l'imitazione acritica dell'architettura dei Paesi sviluppati (e freddi).

Quando, circa due secoli fa, le prime reti del gas cominciarono ad essere costruite nelle nostre città, furono poste le basi dell'attuale sistema energetico urbano. A quel tempo il carbone era la sola fonte energetica fossile usata. Poco più di un secolo fa apparvero le reti elettriche, e il carbone fu piano piano sostituito dal petrolio e dal gas naturale. Legna e carbonella presto sparirono nel mondo che era in piena industrializzazione; i cavalli furono sostituiti dalle automobili e cominciarono a svilupparsi i sistemi di trasporto pubblici. All'inizio del secolo scorso le principali città del mondo occidentale disponevano di un sistema fognario, di una rete idrica e di un sistema di raccolta dei rifiuti solidi. Niente più duro lavoro per portare l'acqua dalla fontana, niente più epidemie; ambienti confortevoli con il riscaldamento, il condizionamento, l'illuminazione elettrica; vita più facile a casa con gli elettrodomestici; mobilità veloce. Una rivoluzione nella qualità della vita. Il tutto grazie ai combustibili fossili a basso prezzo e alle tecnologie che essi alimentavano.

Le città a poco a poco cambiarono, passando da un metabolismo basato sulle fonti energetiche rinnovabili, sul riciclo e sul riuso, a uno basato sui combustibili fossili e sull'usa e getta<sup>(6)</sup>. Alla fine del processo è nato un nuovo organismo, la città moderna, adatto a un ambiente che si suppone essere una sorgente infinita di risorse con una infinita capacità di assorbimento dei rifiuti. L'attuale sistema energetico urbano è progettato su questo presupposto errato, ed è un sistema per sua natura incompatibile con quello che ha sostituito e con quello che dovrà sostituirlo se vogliamo arrestare il processo di cambiamento climatico in atto.

<sup>(6)</sup> L'argomento è ampiamente trattato in: F. Butera, *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni Ambiente, Milano, 2014.

Un sistema energetico basato sulle fonti rinnovabili richiede una trasformazione strutturale ed è molto più complesso di quello che si fonda sui combustibili fossili. La trasformazione rinnovabile → fossile ha richiesto poco meno di 200 anni per realizzarsi; sfortunatamente non abbiamo due secoli davanti a noi per attuare la trasformazione fossile → rinnovabile, non abbiamo tanto tempo; dobbiamo farlo in meno di mezzo secolo. Cinquanta anni per ridisegnare il sistema energetico dei nostri insediamenti esistenti e molto meno per imparare a progettare in modo diverso tutti quelli nuovi.

A partire dagli anni '70 del secolo scorso – dopo il primo shock petrolifero – il tema dell'energia cominciò ad essere introdotto, dai primi pionieri, nella progettazione architettonica. Furono elaborate linee guida per la progettazione edilizia a basso consumo energetico, e oggi sono diventate pratica obbligatoria in tutta l'Europa, ed è indispensabile che lo diventino, opportunamente adattate, anche nei Paesi in via di sviluppo.

È giunto il tempo di introdurre il tema energia anche nella progettazione urbana, perché le riduzioni di consumo energetico più significative a costo più basso si possono ottenere soprattutto a questa scala, riprogettando il sistema energetico. Ciò comporta che si debbano cambiare le priorità nella stesura del *master plan* attraverso un diverso disegno del lay-out urbano e delle funzioni; ma non basta. Bisogna introdurre l'approccio che si basa sulla generazione distribuita, fatta di tante piccole unità di produzione e consumo interconnesse, invece di pochi grandi impianti di produzione: una nuova rete, la rete energetica (Fig. 2). È il solo modo di progettare i nuovi insediamenti (o di riprogettare quelli esistenti), che permette di contare principalmente sulle fonti rinnovabili, e comporta un salto evolutivo verso un sistema energetico urbano molto più "intelligente", perché è necessario anche un sistema di controllo distribuito.

Il cambiamento del paradigma energetico è la sola possibilità che abbiamo di affrontare l'attuale tendenza mondiale che conduce alla catastrofe economica o a quella ambientale, o a tutte e due. Non è un compito facile, perché richiede un cambiamento culturale. Deve cambiare la cultura degli architetti e degli urbanisti, dei cittadini, degli imprenditori, degli amministratori e dei politici. Il tutto in meno di una generazione. E i protagonisti non siamo solo noi europei, anzi – paradossalmente – noi siamo delle comparse, se il nuovo paradigma non viene adottato subito da USA e Cina e, nel processo del loro sviluppo, da Africa, Asia e America Latina.

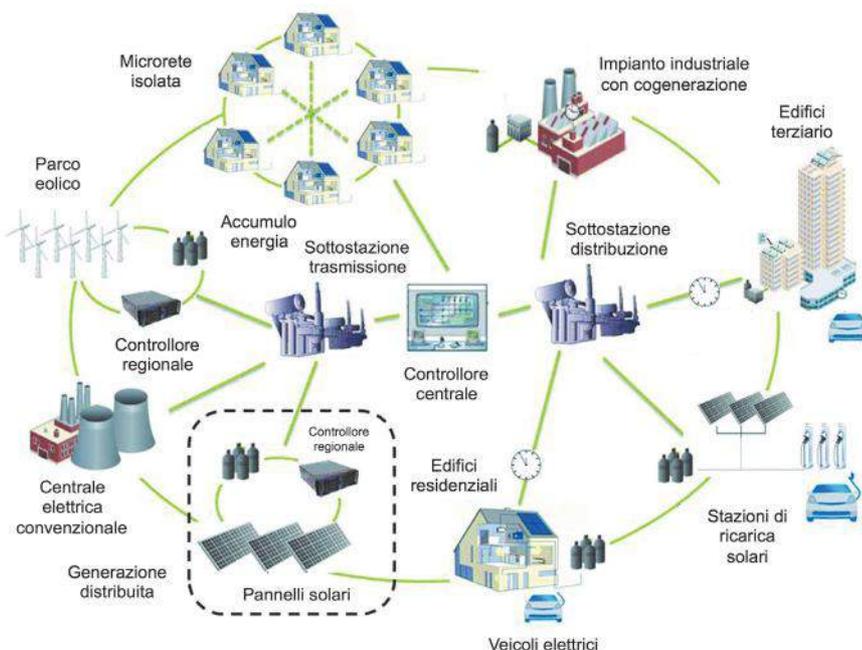


Figura 2. La generazione distribuita e le microreti

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### 3.1.1 **La sostenibilità in edilizia: definizioni** **Sustainability in the building sector: definitions**

di Adriano Paoletta (\*)

#### ABSTRACT

*La considerazione delle questioni ambientali ha trasformato l'approccio al progetto aprendo a variabili che, da sempre presenti nelle costruzioni vernacolari e nella cultura delle comunità, furono spazzate via dalla cultura tecnica disciplinare.*

*A seguito di questa considerazione sono entrati nel linguaggio corrente della progettazione nuovi termini. Non sempre essi sono utilizzati in modo pertinente: abusati spesso per approssimazione e superficialità, qualche volta per millanteria. L'uso improprio dei termini rischia di svuotarli di significato e al contempo di togliere valore all'oggetto a cui appropriatamente il termine si riferisce. Così una attività o un prodotto progettuale definito in maniera inappropriata occupa l'ambito proprio di altri progetti qualificati nel senso della definizione erroneamente adottata e contemporaneamente avvilisce il termine non sostanziandolo con una effettiva coerenza attuativa.*

*Taking into account environmental issues has changed the approach to design which has opened up to include variables that, though always present in vernacular architecture and community cultures, had been swept away by the technical specifications culture.*

*As a result, new words have appeared in the everyday language of design. They are not always used appropriately and are often abused out of approximation and superficiality, at times just to show off. Using words inappropriately can deprive them of their meaning and, at the same time, reduce the value of the objects to which the words refer when used appropriately. Hence, an inappropriately defined design activity or product may supplant other better qualified projects because of a mistakenly adopted definition that, at the same time, will degrade the word if it lacks actual consistency in implementation.*

#### Sostenibilità

È la parola chiave di un *modus operandi* ma è anche all'origine di molte incomprensioni. Secondo la più accreditata definizione, quella del Rapporto Brundtland, "lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri" <sup>(1)</sup>.

L'uso fatto dei due termini "sviluppo" e "bisogno" lascia adito a molti quesiti: si intende uno "sviluppo" materiale che si ottiene con la crescita economica? Ha dei limiti questa crescita? Il "bisogno" di una imbarcazione di 34 metri è un bisogno? E, in un mondo a risorse limitate, il "bisogno" di cambiare un'auto nuova è altrettanto giustificato del bisogno di bere, mangiare, ripararsi? Per soddisfare i "bisogni" delle generazioni future in che condizioni deve essere il pianeta?

La definizione è troppo generica e dalla genericità si sviluppano due principali interpretazioni.

La prima, "industriale", per la quale la definizione sancisce la superiorità del diritto di soddisfare i "bisogni" materiali (anche in una loro visione allargata degli stessi) e per la quale è possibile ottemperare a tale diritto senza compromettere le risorse per le future necessità aumentando l'efficienza delle trasformazioni.

La seconda, "ecologica", per la quale, al fine di garantirne la disponibilità per il futuro, tutte le trasformazioni debbono utilizzare risorse rinnovabili e per la quale vanno immediatamente recuperati quei danni già prodotti che compromettono la successiva fruizione (ad es. i danni provocati dai mutamenti climatici).

La prima ritiene sufficiente ridurre il peso antropico in una lenta attenuazione dei danni provocati all'ambiente, la seconda ritiene che sia opportuno recuperare le risorse sprecate e ricostituire il "capitale" naturale in tempi ridotti.

<sup>(1)</sup> Rapporto Brundtland. *Our Common Future*, Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, WCED, 1987.

Le scelte derivanti da queste interpretazioni sono discordanti e non vi è una univoca tendenza. Non essendovi una direzione comune si opera con scelte volontarie individuali e così facendo l'obiettivo del raggiungimento della sostenibilità è divenuto talmente vago da non costituire più priorità per i Paesi (né è prova l'incredibile accordo internazionale sull'aumento delle temperature planetarie di due gradi, condizione questa che inibirà fortemente le risorse non solo delle generazioni future ma anche di quelle contemporanee). Considerando la limitatezza delle risorse è difficile ipotizzare una continua e infinita crescita materiale (l'efficienza massima dei prodotti viene annullata dall'aumento della loro quantità e dalla limitazione del tempo di uso) non essendo neanche teoricamente possibile il riciclo completo e senza impegno energetico dei materiali. È quindi difficile sganciare il termine di sostenibilità da quello di riduzione.

Una trasformazione sostenibile è quella che non peggiora le condizioni dell'ambiente, aumenta l'equità sociale, riqualifica gli ecosistemi. A seguito di questa impostazione si apre un immenso ambito di progettazione: quello del recupero, ripristino, restauro, riuso.

#### *Efficienza e Sostenibilità*

Il mondo dell'industria di efficienza ne parla da sempre. È un termine proprio dei processi produttivi industrializzati che punta alla riduzione dei tempi di produzione, dell'uso dei materiali e dell'energia, all'aumento della quantità dei prodotti e quindi dei costi unitari di produzione.

Negli anni '50 vi furono le prime elaborazioni del *Deming cycle* (*Plan, Do, Check, Act*), il miglioramento continuo della qualità del prodotto, che si svilupparono poi durante la crisi energetica degli anni '70 e, in termini di efficienza ambientale, dagli anni '90.

L'efficienza ambientale è definita per prodotto; è una efficienza relativa a quella categoria di merce e non si interessa delle modalità del suo uso.

A titolo esemplificativo un SUV di 2.500 kg di peso (di materiali pregiati), 300 kW di potenza, che percorre inutilmente 100.000 km l'anno (consumando copertoni e componenti), cambiato ogni anno, potrebbe essere Euro 5, mentre una *Cinquecento* di 500 kg di peso, di poche decine di kW, che percorre utilmente 1.000 km l'anno è ha 50 anni di vita non potrebbe mai essere Euro 5.

L'efficienza quindi può non essere sostenibile.

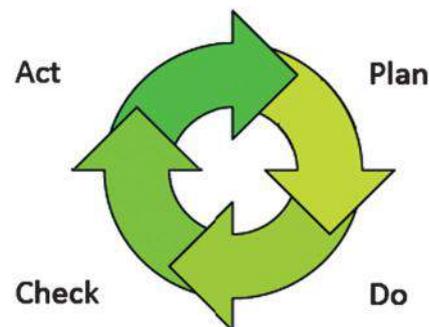
#### *Innovazione tecnologica*

In una visione "industriale" della sostenibilità la tecnologia svolge un ruolo preminente; ad essa viene attribuito il compito di migliorare l'efficienza delle trasformazioni e, quindi, rendere possibile l'aumento della produzione riducendo il consumo delle risorse e le emissioni.

Ma può garantire gli attuali comportamenti? E lo può fare garantendo l'autonomia delle comunità e degli individui? Se, con molto impegno, la risposta alla prima questione potrebbe anche essere positiva, sembra improbabile che lo possa essere per la seconda.

L'uso contemporaneo delle tecnologie, infatti, tende a ridurre l'autonomia delle comunità, ad aumentare i livelli di controllo, a centralizzare la produzione anche per i bisogni primari quale l'alimentazione. Le domande che dunque si dovrebbero porre sono: a quali necessità risponde l'innovazione? Propone soluzioni a problemi prioritari? Permette una sua gestione autonoma dal produttore? Migliora le condizioni dell'ambiente? Aggiunge effettivo benessere? Dalle risposte si potrebbe intendere se l'innovazione è solo connessa alla vendita di merci o comporta effettivi vantaggi per la comunità.

Due lastre di vetro, unite a formare un vetrocamera riempito con gas nobili, con inserito nell'intercapedine una pellicola sospesa di materiale plastico, ricoperta da un deposito sottilissimo di ossidi metallici appaiono, all'interpretazione corrente, più innovative di un barattolo di miele artigianale, ecologico, venduto direttamente dal consumatore.



Ma questa interpretazione è pericolosamente asservita ad una impostazione di mercato: la prima soluzione è solo una innovazione di prodotto, mentre la seconda è innovazione sociale e dei sistemi produttivi e distributivi. Sarebbe opportuno giudicare l'innovazione con parametri meno limitati; comprendere come, con tecnologie appropriate ai diversi luoghi e comunità e con tecnologie accessibili che permettano alle comunità applicazione, gestione e adattamento, l'innovazione potrebbe effettivamente essere uno strumento di sostenibilità.

#### *Uniformare e Abitare*

L'innovazione di merci, di cui al paragrafo precedente, tende a uniformare le soluzioni, eliminando le diversità e rispondendo in maniera unica alle singole esigenze. Questa condizione non è coerente con la funzione dell'edilizia.

Abitare è un insieme di attività definite dai luoghi e dalla cultura delle comunità insediate; diversi luoghi e diverse culture producono varie modalità insediative, aggregative, costruttive. Se il settore delle costruzioni uniforma materiali, componenti e sistemi costruttivi, non solo consuma una quantità di energia e di risorse superiore a quella necessaria per rispondere in maniera mirata alle condizioni ambientali e sociali, ma opera una vera e propria colonizzazione culturale, fornendo soluzioni atipiche, determinate da parametri economici produttivi troppo lontani dalle esigenze dell'abitare.

#### *Edificio ecologico*

La definizione di un edificio come ecologico, sostenibile o efficiente non è cosa semplice.

Si prenda, ad esempio, l'edificio chiamato *Bosco verticale*, a Milano.

È un edificio ecologico? Tendenzialmente no. L'uso della parola bosco (anche se poi unito al termine verticale) è l'appropriazione di un termine che indica una associazione vegetale complessa, continua, plurispecie, disetanea, morfologicamente estesa, in linea generale solo eccezionalmente sviluppata su superfici verticali, mai con gli individui sovrapposti in balconi. Nell'edificio *Bosco verticale* indica grandi vasi da fiori posti ai diversi piani, con alcuni cespugli, arbusti, alberelli. Un sistema naturale che non vivrebbe mai in quelle condizioni e che non vive se non adeguatamente sostenuto da continue e attente manutenzioni. La soluzione non interpreta una condizione naturale ma pone elementi naturali in condizioni di elevata artificialità impegnando energia e materiali (dalla conformazione dell'edificio ai fitofarmaci ed ai concimi). L'edificio è costruito su un sedime precedentemente edificato ma non recupera nulla di quanto esisteva, non si collega con gli edifici esistenti e con le comunità che in essi abitano. È un edificio sostenibile? È possibile. L'uso della vegetazione può portare dei vantaggi al microclima interno, sicuramente qualificano la percezione dell'esterno. Se è costruito con materiali qualificati, se attua una strategia bioclimatica che riduce i consumi, se auto-produce energia per il funzionamento degli ascensori, se ecc. ecc... potrebbe essere possibile.

È un edificio efficiente? Energeticamente se consumasse poche decine di kWA a metro quadrato è probabile.

#### *Paesaggio e ambiente*

Il paesaggio è la forma dell'ambiente, sintesi percettiva della qualità della natura, del peso dell'azione umana, della storia e quindi dei caratteri delle comunità insediate. Ai diversi paesaggi corrispondono modelli produttivi e quindi merci differenti. I nostri consumi e comportamenti modificano indirettamente il paesaggio molto più di quanto non facciano le nostre azioni dirette su di esso.

Il giudizio sul paesaggio è giudizio culturale e per questo varia nel tempo e nello spazio. Il giudizio sull'ambiente è oggettivo ed è determinato dalla conoscenza dei sistemi naturali e dei processi chimici, fisici, biologici, ed ha come scala di valori il livello di naturalità, lo stato di salute e le potenzialità dello stesso.

Un progetto può essere paesaggisticamente rilevante, ambientalmente modesto.



### *Nimby*

Nimby, *Not In My Back Yard*, non nel mio cortile, è l'acronimo usato per indicare l'atteggiamento di abitanti che si trovano a dover sopportare la vicinanza o gli effetti di grandi trasformazioni. Presentato come una sindrome che prende anche quando il soggetto è in generale d'accordo con la trasformazione stessa (a patto che non sia localizzato in sua prossimità), indirizza l'interpretazione delle opposizioni sociali come se esse scaturissero da un indegno interesse personale ed egoistico.

Ogni cittadino ha il diritto di non volere la sua vita trasformata in un incubo dalla presenza di infrastrutture, edifici, strutture produttive prossime o remote che peggiorino le condizioni della sua esistenza. I cittadini non sono oggetto ma soggetto e le trasformazioni, qualunque esse siano, in primo luogo debbono garantire il benessere di tutti. Non vi sono esigenze comuni che possano giustificare la sofferenza di alcuni; il progetto si deve fare carico di risolvere (non in termini economici) tali situazioni e non permettere che il beneficio di alcuni si trasformi nella pena di altri.



### *Economia*

Nel modello contemporaneo l'economia a cui si fa riferimento è quella di denaro. Vi sono delle azioni che possono produrre profitti e quindi rispondere agli obiettivi economici dell'intervento ma non essere assolutamente economici in termini energetici (e questo anche nel caso di un edificio efficiente). Ad esempio, l'abbattimento e la ricostruzione di un edificio, in gran parte dei casi, sono convenienti economicamente, ma non lo sono energeticamente. Non solo, ma la riduzione del lavoro manuale, marginalizzato nei processi produttivi industrializzati, in termini sociali è una perdita profondamente antieconomica. C'è quindi bisogno di un aumento di criticità rispetto a soluzioni apparentemente economiche che in realtà danneggiano la società e l'ambiente.

### *Responsabilità*

*“Il mestiere dell'architetto è terribile, ...: quando compi degli errori imponi una full immersion nel mondo sbagliato che costruisci a migliaia, talvolta milioni di persone e per un lungo, spesso un lunghissimo tempo. Un mestiere davvero delicato e pericoloso”* <sup>(2)</sup>.

Il progettista si trova di fronte a delle scelte che deve operare individualmente e liberamente ma le scelte debbono potere essere identificate e discusse. L'uso di termini non adeguati nel descrivere obiettivi e prodotti del proprio lavoro, anche quando involontario, è una forma di millantato credito che genera aspettative e lede il lavoro di altri.

A che cosa punta il lavoro del progettista, a che livello di coinvolgimento si spinge, fino a che punto è disposto a impegnarsi e a rischiare? Si accontenta di ottenere l'efficienza energetica o pone in essere tutte le soluzioni atte a garantire il benessere degli abitanti, a sostenere i loro desideri, a interpretarli e a realizzarli, a opporsi alle sopraffazioni proprie degli insediamenti disegnati da poteri e speculazioni? Ce la fa a recuperare l'esistente, a ridurre il consumo di risorse, a non imporre alla comunità le proprie idee e la propria creatività formale?

Architetto è colui che progetta piccole speculazioni, colui che costruisce grattacieli per le banche, colui che recupera gli edifici abbandonati sostenendo le comunità. È necessario scegliere; e dichiarare i propri propositi usando termini appropriati. Queste sono condizioni abilitanti della professione e unica modalità di qualificarla.

<sup>(2)</sup> R. Piano, *La responsabilità dell'architetto*, Firenze, 2010.

(\*) Architetto, Professore Emerito di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### 3.1.2 **La famiglia degli ossimori** **The family of oxymorons**

di Rosario Giuffrè (\*)

#### ABSTRACT

*Ogni processo di architettura, essendo reificato per aleatorietà nel verso e nel tempo, rappresenta, strano a dirsi, un sistema aleatorio aleatoriamente determinato. Il fatto è che questa è la condizione dell'homo sapiens sapiens, per niente, e fortunatamente, technologicus.*

*Il sistema ambiente, nonostante le differenti asserzioni, in definitiva ci obbliga a prendere atto che esso non è un sistema conservativo! Anzi è affetto da processi di reversibilità con mutazioni continue e non sempre congruenti.*

*In parole più semplici dovremmo ammettere che la sostenibilità è connessa al linguaggio e non agli strumenti attivi. Forse l'unica tecnologia praticabile, specialmente in un contesto ampio ambientale è sostanzialmente adattiva, capace di variare le regole tecniche degli organismi da disegnare e quelle interne di struttura organizzativa.*

*Every architectural process, reified by uncertainty in method and time, constitutes, strange though it may seem, a haphazard system haphazardly defined. The fact is that this is the condition of homo sapiens sapiens that is in no way, and luckily so, technologicus.*

*The environmental system, in spite of the diverse contentions, is on the whole forcing us to acknowledge that it is not a conservative system! On the contrary, it is affected by reversibility processes with constant mutations that are not always congruent.*

*Plainly speaking, we ought to acknowledge that sustainability is associated with language rather than active instruments. Possibly the only practicable technology, especially in the broader environmental context, is basically adaptive, capable of altering the technical rules for the organisms to be designed and those affecting the organisational structure.*

Vitruvio affermava: *l'architetto dev'essere in grado di giudicare i prodotti di ogni altra arte... La sua competenza nasce da due componenti: quella pratica, che è la costruzione (fabrica) e quella teorica (ratiocinatio).* E più oltre: *... gli architetti che costruiscono senza una cultura adeguata non hanno successo corrispondente al loro sforzo; mentre quelli che si impegnano sulla sola teoria inseguono un'ombra e non la realtà (1).*

Se proviamo a riportare il linguaggio vitruviano al nostro, emerge la necessità che l'architetto, ben edotto sulle tecniche, si misuri, per non disegnare ombre, anche con il contesto socio-culturale. Le utopie di per se stesse non sono compatibili con il mestiere complesso del progettare: devono essere costantemente comparate e commisurate nella realtà, cioè devono essere non solo possibili, ma anche compatibili con la società civile a cui sono affidate per la successiva *utilitas*.

Ci scontriamo dunque con il peso e la definizione di parametri che non possono essere presi sciolti, liberati dai vincoli di ricadute, di reciprocità influente, come agenti di fattibilità e di qualificazione.

Ma quali sono questi parametri, introdotti come una famiglia di ossimori?

Cominciamo con il chiarire la voce ossimoro che, derivando per crasi dal greco (*oxýs* e *morós*), allude al contrasto fra acuto e stupido, accostando locuzioni che esprimono concetti contrari.

Si può essere sostenibili e compatibili contemporaneamente in una discussione, o costruibile e trasformabile discutendo di una macchina qualsiasi, o parlando di ereditarietà affermare che essa sia inegualmente trasferibile.

Siamo certi che le tesi della trasformazione e della trasferibilità, già di per se stesse non congrue, possano collimare, anzi coesistere con quelle della sostenibilità e della compatibilità?

Non sto qui a darvi le definizioni abituali ed abusate di questi enti, tuttavia devo far notare che la difficoltà della lingua italiana e delle scientifiche ad essa collegate sta nel fatto che le terminologie sono ambigue.

(1) Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura*.

Ma questa ambiguità pseudo-lessicale non si ritorce in dramma, anzi ci consente di dichiarare l'ampiezza dei significati prima di parlare. Ricordo sempre un'antica abitudine dei teologi medievali che prima di avviare dispute facevano *declaratio terminorum*.

Bene, nel nostro caso di studiosi di scienze connesse alla progettazione e trasformazione del nostro ambiente, dobbiamo renderci conto che questi ossimori hanno sempre due interpretazioni: una come figura ed una come tecnica. La figura li inserisce in un contesto logico formale di struttura di un percorso di definizione e validazione di operatività dedicata, la tecnica li incastra in un sistema strutturale in cui le singole azioni corrispondono alla formazione di unità funzionali al sistema definito. In parole povere con la stessa locuzione diamo segni di azioni di ordini esecutivi a sfondo di impieghi esclusivamente di tecnologia del progettare, ed altri di validazioni e mitigazioni di ordini connessi stavolta alla tecnologia come scienze complesse del rapporto fra l'uomo e l'intorno.

Il fatto è che ciascuno di noi, se fa ricerca esplicitamente, o se ne fa applicativamente, nel disegnare interventi, delineare trasformazioni, opera prima incorporando la tesi e le ipotesi contrastanti, passando infine per una fase di forzata assimilazione di ogni dato agli scopi che ci siamo prefissati, o che ci hanno prefissati (pensate alle valutazioni ambientali), ed infine immaginiamo le uscite, e le dichiariamo sostenibili, praticabilmente compatibili.

Ne consegue che la struttura della trasformazione (edilizia o meno) può configurarsi come un insieme involuppo di prodotti di serie, di segnali stratificati e contenuti sul confine del dominio di costruibilità. Le diverse morfologie e le coerenti e congrue configurazioni nasceranno di conseguenza.

Non vi può essere sviluppo dunque, o meramente progresso, se non vi è forte e matura trasgressione, che non è disobbedienza né rivoluzione, ma lavorare ai margini del già consolidato per provare a scoprire orizzonti diversi. Vi confesso che questa impostazione, nient'affatto kantiana, deve indurci a scoprire vie diverse, anche etiche, obbligatoriamente rispettose delle persone e degli enti che ci accompagnano, fisici, naturalistici, dei mondi animali e vegetali, nel confronto continuo, anche per antitesi delle tesi inizialmente poste: ecco la famigliola di utili ossimori.

D'altra parte il tema della sostenibilità, che dovrebbe coprire rigorosamente l'universo delle qualità ambientali, fisiche, antropologiche, di intorni attenzionali, di valori materici e persino cromatici, sfugge all'obbligo ipostatizzato di un *unicum* normativo, anche per interpretazioni. Le necessarie trasformazioni storicizzate devono essere, durante le azioni, confrontate e validate con le definizioni iniziali, ma anche rivisitate per evitare che il rigore si ritorca esattamente su coloro, persone fisiche o materiali, a cui sono destinate.

Sostanzialmente va chiarito che l'intero argomento in campo non è tanto il dato dell'interazione o composizione fra i concetti ambigui di sostenibilità e di compatibilità, quanto di comprendere quali significati, in maniere non costanti, e non sempre coerenti sistemicamente, si nascondano dietro le locuzioni, anch'esse multivalenti di luogo.

V. Gangemi indica gli aspetti connessi ad un sistema ambientalmente sostenibile, come *un'esigenza qualitativa legata al rispetto dell'ambiente e all'aderenza alla cultura del luogo* <sup>(2)</sup>. Dobbiamo conseguentemente convenire che queste affermate tecnologie ambientali devono avere la possibilità di intervenire sulle qualità globali della funzione *habitat*, sui modi e le figure dello spazio fisico, controllando la corrente riconoscibilità proprio della compatibilità di ogni carattere della natura sostenibile dell'intervento, sia *hic et nunc*, che *postea*, agendo di conseguenza, anche, sulla costruibilità possibile.

Dunque lo statuto dei luoghi non può essere un documento fermo nel tempo perché sarebbe difficile, in uno schema programmatico chiuso, con qualità standardizzate urbanistico-territoriali, unificare nei luoghi e nei tempi le cosiddette *global guidelines for sustainability local behaviours*, qualsivoglia logica di governace dovessimo adottare, anche quella recente del regenerative design, che ovviamente non può essere esclusivamente green strategy.

<sup>(2)</sup> V. Gangemi (a cura di), *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli, Milano, 1985.

Ci si deve chiedere, allora, se esista, o potrebbe esistere, o essere messa in essere, *una fattibilità tecnologica efficiente ed efficace*, che consenta operatività istituzionali, pur in un quadro di aperta *conflittualità fra logiche di trasformazione*. Al suo interno e per ogni condizione di stato attuale e proiettivo vanno garantiti molteplici *caratteri intrinseci di trasformabilità*, e doveri di trasferibilità ereditaria complessiva della sostanza dei beni, latamente intesi. Possiamo cioè preconizzare la costituzione di una forma logica consequenziale, non mai deterministicamente configurabile, di governo dei processi, siano essi o meno etero o auto-gestiti? E di riflesso, con efficacia, una forma progettuale in cui l'equilibrio ambientale sia auto-garantito, indipendentemente da tecniche di mediazione emergenti ogni volta, con uno sforzo di collimazione dei differenti ossimori all'interno di un pentagramma unico e consolidato, scenario valido per qualsivoglia contesto di cultura e di civiltà? E sia detto una volta per tutte che anche queste figure di validazioni operative non collimano, allo stesso modo come la locuzione *progresso* non converge automaticamente con *quella civile*, o peggio ancora con le volontà violente di una finanza sganciata dall'economia reale esigenziale...!

Pensiamo cioè che queste figure, progresso e civiltà, in interna contraddizione fra loro, pur se sostanzialmente vere e verificabili, in accordo con le varie teorie scientifiche dell'errore, in sintonia di schemi asseveranti proprio una verosimiglianza ontologica, garantiscano alla fine la convergenza di problemi di conformità e permettano condizioni uniformi e credibili di controllo? Certamente no, se ragioniamo con logiche hegeliane di tesi, antitesi e sintesi, o discendenti da immagini aristoteliche e tomistiche di connessione fra cause ed effetti, per cui ciò che "dopo" è prodotto esclusivamente dal "prima". Dovremmo concludere che, se le famiglie così richiamate, e ritenute verosimili, sono gli ossimori noti di sostenibilità, costruibilità, compatibilità, trasformabilità, trasferibilità, eredità, nasce un grande problematico argomento operativo legato all'etica dei singoli e dei soggetti giuridici, e nello specifico pone in temi di riargomentazione gli effetti della teoresi del *genius loci* di Norberg Schulz, che ancor più cozzano con la moda costruita sull'equivoco *luogo e non luogo*. D'altra parte, tanto per allargare il panorama delle ricadute centrali sui modelli di progettualità sistemica ambientale, Polak, in *The Image of the future* <sup>(3)</sup>, poneva all'attenzione della operatività cosciente quattro classi di governo del pensiero che alla fine regolerebbero aleatoriamente le modifiche dell'*habitat*: *la religione* (meglio sarebbe dire le religioni, quanto è attuale!), *la filosofia* (e quale, in un mondo di relativismo assoluto e non logico formale?), *l'etica* (e qui casca l'asino, basti pensare ai misfatti della finanza internazionale, capitalista o anche maoista), e, infine, *la tecnologia* (sempre tirata in ballo quando ci si vuole scaricare di responsabilità e si invoca il cosiddetto progresso).

Dietro queste quattro asserzioni, giuste in sé e formalmente coerenti, si celano tutti i drammi delle definizioni richiamate, ciascuna vera, presa da sola e contraddittoria riferendola a tutte le altre dell'allegria famiglia di ossimori. Ma tornando alle trasformazioni, è necessario prevedere, anche relativisticamente, gli aspetti funzionali e tecnologici senza la pretesa di esami qualitativi etici globalizzabili, con seguente produzione di componenti e comportamenti giustamente normati.

*Ecco dunque l'ossimoricità eclatante e congruente, ma necessaria e cogente!* L'ambiente, dunque, come *habitat*, territorio ed altre classificazioni simili, sono locuzioni dense di ambiguità, qualità peraltro non sempre negative, che si risolvono soltanto facendoci carico, e trasferendoli sugli enti richiamati, *di valori etici, attuali ed attualizzabili, cioè utopicamente possibili*.

E che vuol dire per un architetto? Eccolo pronto il dilemma risolto a rimuovere le coscienze: *luogo e non luogo*.

Ma questo è daccapo un ossimoro anche matematico.

*Un luogo* è un insieme di cui si conoscono gli enti, anche difformi e disomogenei al suo interno, e con essi i limiti superiori ed inferiori, i confini di questo spazio. Ne è chiara, cioè, la connotazione e, se possibile, la configurazione.

<sup>(3)</sup> F. Polak, *The image of the future*, Elsevier, Amsterdam, 1973.

E un *non luogo* che cosa sarebbe? Stante a chi lo ha definito, uno spazio fisico, formalmente destinato, chiaramente conchiuso, i cui ospiti interni si contraddicono per altri valori: se possibile non un museo ma un supermercato, non una piazza organicamente disegnata ma uno spiazzale per parcheggi e manovre. E così via. Si è persino scritto che un vecchio luogo produce un cittadino, mentre un non-luogo genera club di consumatori.

Ma un non-luogo è sempre un valido e significativo insieme, oltre le argomentazioni stringenti di Marc Augè (4). Casomai la differenza non sta né nella presenza di entità interne (nel nostro caso le merci, o le automobili), né la carenza di una perimetrazione o di una possibilità di insiemi prodotti. Si tratta sempre di un luogo la cui configurazione configge con alcune qualità storico-culturali, che ne costituiscono l'eredità, e quindi ci obbligano a trovare forme di trasformazione e di trasgressività formali.

Responsabilmente abbiamo il dovere di richiamare in servizio la memoria emergente, culturale e civile, non esclusivamente fenomenologica, riconoscendo una nuova essenziale categoria: *i neoluoghi*.

E allora? Dove si trovano le ragioni che fanno di ciascuno degli indicatori una classe autonoma di valori e di conforto a processi di validazione dell'azione trasformativa territoriale, a qualsiasi scala, dal cucchiaino alla città?

L'allegria brigata di ossimori parametrici può essere di *mitigazione*, quando sia corredata da un predefinito dominio di regole e di vincoli volte a mettere in campo tematiche di *adattamento-adattività*, di *trasformazioni*, di meccanismi di *regolazione proiettivi*, di *spazi di aleatorietà* non meramente funzionale, purtroppo in contrapposizione con presupposti genericamente ambientalisti, non ovviamente ambientali tout court.

In questo quadro para-scientifico accade che la sostenibilità si debba tradurre in articolazione metodologica e la compatibilità in apparati tecnici possibili. Il *determinismo*, che attualmente supporta il rigore riconoscitivo ed applicativo in essere nelle correnti logiche disegnative e programmatico-progettuali, va riconosciuto piuttosto come un pericoloso quadro di *riduzionismo* che, volendo far discendere da alcuni postulati la validità delle operazioni, in realtà impedisce analisi per raggiungere maggior orizzonti.

Conseguentemente e realisticamente, l'impianto di operatività e validazione retto su classi da me denominate di ossimori, ci inducono a ricorrere a *figurazioni di archetipi*, di *miti*, di *narrazioni* finalizzate alla valorizzazione di ciò che oggi ci si affanna a chiamare *non-luogo*.

Alla fine tutto l'universo abitato diviene uno *scenario da mitopoiesi*.

Ogni processo di architettura, essendo reificato per aleatorietà nel verso e nel tempo, rappresenta, strano a dirsi, un sistema aleatorio aleatoriamente determinato. Ed anche qui si riaffaccia la categoria degli ossimori: il fatto è che questa è la condizione *dell'homo sapiens sapiens*, per niente, e fortunatamente, *technologicus*.

Il sistema ambiente, nonostante le differenti asserzioni, in definitiva ci obbliga a prendere atto che esso non è un sistema conservativo! Anzi è affetto da processi di reversibilità con mutazioni continue e non sempre congruenti. In parole più semplici dovremmo ammettere che *la sostenibilità è connessa al linguaggio e non agli strumenti attivi*. Forse l'unica tecnologia praticabile, capace di variare le regole tecniche degli organismi da disegnare e quelle interne di struttura organizzativa.

Si accresce così lo spazio di libertà dell'operatore, progettista diretto o meno, ma si riporta sulla sua coscienza la scelta della definizione mitopoietica del disegno e delle scale parametriche, e si impone la verifica delle definizioni degli stessi e delle estensioni delle relazioni, delle integrazioni, delle trasformazioni e delle reversibilità logico-figurati, e socio-strutturali.

*E ciò accresce doveri e responsabilità di singoli, persone, comunità, Stati, e anche religioni.*

(4) M. Augè, *Nonluoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Milano, 2009.

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### 3.1.3 **Riflessioni sui “limiti dello sviluppo”** *Considerations on the “limits of development”*

di Alberto De Capua (\*)

#### **ABSTRACT**

*Ambiente, ecosistema, effetto serra, emissioni nocive, salute dei cittadini, consumo di energia, sviluppo sostenibile. È un elenco, purtroppo non esaustivo, di termini che fanno parte del nostro quotidiano e che manifestano quanta responsabilità ha l'impronta umana oggi sullo stato di salute del pianeta. Nonostante che siano termini, da qualche decennio, in testa a tutte le dichiarazioni programmatiche sullo sviluppo, emanate da organismi internazionali e dai governi di tutta Europa e di molti altri Paesi del mondo, la situazione non sembra migliorare. Anzi, ormai incessantemente, siamo richiamati a modificare il nostro stile di vita e i nostri modelli di benessere, che stanno determinando un esagerato e sempre più crescente spreco di energia e di risorse, così come continua a crescere l'impatto complessivo della specie umana sui sistemi naturali.*

*Environment, eco-system, greenhouse effect, hazardous emissions, citizens' health, energy consumption, sustainable development. This is a sadly incomplete list of words we use on a daily basis and that indicate the extent of the responsibility currently in the hands of the human footprint in respect of the planet's state of health. Although these words have, for some decades, played a primary role in all of the programmatic declarations on development issued by international bodies and by all the European governments as well as those of many other countries in the world, the situation does not appear to be improving. On the contrary, we are constantly called upon to change our life styles and our models of wellbeing that are producing an excessive and ever growing waste of energy and resources, while the overall impact of the human species on natural systems continues to increase.*

Ambiente, ecosistema, effetto serra, emissioni nocive, salute dei cittadini, consumo di energia, sviluppo sostenibile. È un elenco, purtroppo non esaustivo, di termini che fanno parte del nostro quotidiano e che manifestano quanta responsabilità ha l'impronta umana oggi sullo stato di salute del pianeta. Una situazione da affrontare e non più rimandabile. Il problema del miglioramento della nostra relazione con i sistemi naturali si sta sempre più collocando tra le grandi emergenze politiche dell'immediato futuro. La conoscenza scientifica e la migliore tecnologia disponibile, oggi, ci forniscono strumenti teorici e pratici per affrontare seriamente questi problemi e provare ad invertire le tendenze attuali.

Strumenti che ci consentano di anticipare gli eventi e, in qualche modo, a “governarli”, prima di subire effetti che potranno condurci a situazioni realmente drammatiche. Già da qualche decennio, i concetti legati alla sostenibilità sono entrati prepotentemente in qualsiasi dibattito relativo ai modelli di sviluppo verso cui la nostra società, da tutti stigmatizzata e ormai sull'orlo del baratro, dovrebbe tendere. Un dibattito che divide il buono dal cattivo, giudicando singoli comportamenti, nel caso di persone o strategie politiche, nel caso di nazioni o importanti gruppi aziendali.

Un continuo bombardamento mediatico sui possibili rischi per la salute del pianeta e di noi “ingrati utenti” a cui siamo sottoposti quotidianamente, altrettanto stancante e snervante delle drammatiche conseguenze verso cui stiamo inevitabilmente andando. In effetti, non si può essere indifferenti a quanto sta succedendo, né al fatto che tali risultati sono stati provocati da errati modelli di sviluppo intrapresi da più di mezzo secolo. In effetti, è impressionante l'aumento dei segnali di caos climatico, così come l'effetto sempre più evidente dei fenomeni estremi che, complice l'antropizzazione selvaggia, moltiplicano i disastri di cui la nostra cronaca è fin troppo piena.

A settembre, tutti i giornali hanno scritto che il pianeta è ormai in riserva rispetto all'uso delle risorse, ed ogni anno raggiungiamo sempre prima quello che si chiama *Overshoot Day*, il giorno in cui la Terra entra in riserva: nel 2012 lo abbiamo raggiunto il 20 settembre e, nel 2013, ad agosto. È come se avessimo finito la benzina della nostra macchina; ogni anno finiamo prima le risorse che produciamo e che ci servono per sostenerci e iniziamo ad utilizzare le nostre riserve.

E ancora un'altra drammatica notizia di qualche mese fa, ovvero la quantità di anidride carbonica che abbiamo nella nostra aria è quella di 4 milioni di anni fa: un passo indietro che dovrebbe farci veramente rabbrivire.

O ancora, nel 2010 abbiamo mangiato l'ultimo pesce europeo: adesso stiamo mangiando le vongole delle Filippine, l'alibut dell'Atlantico invece della sogliola nostrana e i crostacei dei Tropici.

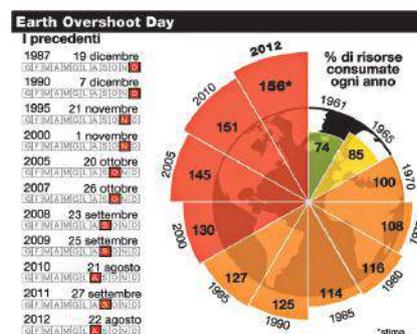
Nonostante ciò e il fatto che i temi del risparmio energetico e comunque della sostenibilità siano, da qualche decennio, in testa a tutte le dichiarazioni programmatiche sullo sviluppo, emanate da organismi internazionali e dai governi di tutta Europa e di molti altri Paesi del mondo, la situazione non sembra migliorare. Anzi, ormai incessantemente, siamo richiamati a modificare il nostro stile di vita e i nostri modelli di benessere, che stanno determinando un esagerato e sempre più crescente spreco di energia e di risorse, così come continua a crescere l'impatto complessivo della specie umana sui sistemi naturali.

Bisogna anche ammettere che di importanti progressi ne sono stati compiuti in tutti i settori prioritari: i provvedimenti per rendere più ecologici i sistemi di trasporto; il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici; le revisioni delle direttive in materia di progettazione eco-compatibile e marchio di qualità ecologica; così come passi avanti si sono fatti nella ricerca e nei finanziamenti. Tuttavia persistono trend negativi in diversi settori tra i quali la crescente domanda di risorse naturali e l'incremento del consumo di energia nei trasporti. Mentre, da un lato, è chiaro l'obiettivo di fondo della Comunità internazionale di perseguire uno sviluppo sostenibile contenendo soprattutto il riscaldamento climatico, anche se è ancora vago il percorso da seguire, dall'altro, il mercato si sta attrezzando attraverso innumerevoli iniziative di investimento da parte di importanti gruppi finanziari e industriali che puntano, soprattutto, sull'ecologicità dei processi produttivi e sulle fonti energetiche rinnovabili.

L'obiettivo è quello di chiedersi qual è il complesso sistema di principi che animano oggi il percorso verso la sostenibilità. Se quelli esclusivamente rivolti ad una maggiore attenzione e tutela della salute degli utenti e di quella dell'ambiente o riguarda anche questioni sociali ed economiche nel momento in cui si propone come cambiamento culturale, sociale, ecologico ed economico, necessario per la salvaguardia delle generazioni future. Spesso, invece, dietro il progetto sostenibile c'è poco di tutto questo, se non l'adozione di un eco-gadget o vantaggi di mercato. Infatti se la politica continua ad avere un passo incerto, il mercato invece corre: negli ultimi cinque anni gli investimenti privati nelle fonti rinnovabili e nell'efficienza energetica si sono moltiplicati per dieci. Ma tra l'impegno spontaneo del mercato e quello dei governi corre ancora un abisso.

Presto o tardi, il mondo dovrà mettersi nell'ordine di idee di introdurre alcuni cambiamenti prima di un'altra serie di disastri globali. Ma non è detto che i cambiamenti senza regole e attuati in fretta sulla scia di una crisi siano il modo migliore per riformare il sistema economico mondiale.

L'architettura, che apparentemente sembra avere un ruolo secondario, per il fatto di far parte dei sistemi di progettazione e per il fatto di "generare" produzione, consumi e servizi, ma anche essere soggetta a inquinamenti d'altro genere, è in realtà al centro dell'interesse generale e, a ragione, le si può attribuire un ruolo primario.





Ma come sta reagendo a queste emergenze il settore delle costruzioni?

Il mondo della ricerca sta facendo tanto, sono numerosi le ricerche e i protocolli internazionali che disegnano un quadro interpretativo e propositivo nel quale si inserisce un nuovo modo di affrontare il problema della qualità nella costruzione in chiave ambientale. Specie in campo internazionale esistono numerose esperienze davvero interessanti, anche se esiste la difficoltà di produrre strumenti di controllo del progetto che possano abbracciare i diversi ambiti tematici e le discipline coinvolte. Spesso, infatti, i risultati ottenuti sono strettamente tematici e non riescono ad affrontare il problema nella sua complessità.

In verità, il nostro Paese arriva con lentezza ad affrontare tematiche che altri Paesi da tempo hanno risolto. Nonostante il fatto che da più parti si ribadisca quanto grave sia ormai la situazione e malgrado i ripetuti allarmi di ambientalisti e scienziati, si registra un notevole ritardo nel rispetto di accordi che porterebbero ad uno straordinario miglioramento del nostro sviluppo. Di conseguenza si rileva una estrema difficoltà nel diffondere una cultura in grado di coniugare correttamente le tematiche dello sviluppo economico con bilanci ambientali strategici per la conservazione, nel tempo, delle risorse e dei sistemi naturali.

L'architettura deve rimettere al centro l'abitante, il cittadino, per evitare che qualsiasi proposta di innovazione sia letta come una soluzione di un problema specifico, e non in quanto contributo ad aumentare la complessità della gestione di uno spazio, di un luogo di lavoro, di una città.

Avviare i giusti processi tecnologici per favorire uno sviluppo sostenibile significa considerare la tecnologia non solo come insieme di strumenti, metodi, tecniche che ci permettono di attuare trasformazioni nel mondo fisico, ma a ricondurla a elemento di innovazione e di costruzione di valore capace di agire sull'essere umano.

L'obiettivo non deve essere quello di controllare tutte le variabili in gioco, ma di riflettere sugli *indicatori* principali, dai quali può dipendere il *raggiungimento di una qualità sostenibile*, all'interno dei più tradizionali processi realizzativi. Indagare i nuovi ambiti tematici, integrare con nuovi requisiti specifici quelli esistenti, mettere in relazione i nuovi indicatori con gli ambiti di applicazione e i diversi livelli del progetto. Indicare ai progettisti la strada per migliorare le prestazioni di efficienza ambientale dell'edificio e per promuovere l'utilizzo di tecnologie adattive.

### 3.1.4 Edifici sostenibili come “fabbriche utili” di città-laboratorio

#### *Sustainable buildings as “useful factories” of laboratory-cities*

di Consuelo Nava (\*)

(\*) Architetto, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Non ha più alcun senso interessarsi della sostenibilità degli edifici, dell'innovazione dei suoi progetti e dell'efficacia e dell'efficienza delle tecnologie a basso impatto adottate, se non ci si riferisce alle strategie ed alle tattiche da realizzare a scala urbana, capaci di concorrere al modello “rigenerativo” della città.*

*Ciò significa contribuire culturalmente ai temi di interesse per la “città del futuro”, in stretta considerazione di una nuova economia delle risorse e della loro rinnovabilità, ma anche del loro ciclo di vita “cradle to cradle”, declinando verso “un nuovo paradigma progettuale”, una innovata capacità progettuale e produttiva richiesta anche agli edifici sostenibili, al fine di trasformarsi in “fabbriche utili di città-laboratorio”.*

*It no longer makes sense to take an interest in the sustainability of buildings, in innovation in design and in the effectiveness and efficiency of adopted low-impact technologies unless reference is made to the strategies and tactics to be implemented on an urban scale and that need to be capable of contributing to “regeneration” models for cities.*

*This involves making a cultural contribution to issues of interest regarding the “cities of the future” and carefully considering a new economy for resources and their renewability, but also for their “cradle to cradle” life cycle, moving towards a “a new design paradigm”. And renewed design and production capacities are also required for sustainable buildings, so that they may become “useful factories of laboratory-cities”.*

Non ha più alcun senso interessarsi della sostenibilità degli edifici, dell'innovazione dei suoi progetti e dell'efficacia e dell'efficienza delle tecnologie a basso impatto adottate, se non ci si riferisce alle strategie ed alle tattiche da realizzare a scala urbana, capaci di concorrere al modello “rigenerativo” della città.

Il tema tutto energetico, affrontato attraverso la produzione normativa europea e nazionale datata 2000-2006, fondata sul rendimento prestazionale dell'involucro dell'edificio, dei requisiti di integrazione di dispositivi compatibili per il funzionamento passivo ed attivo di produzione energetica e di controllo dei livelli di comfort, non risponde più alle richieste globali di città con emissioni zero e con gestione del rapporto tra densità e modelli d'uso di spazi e servizi.

Anche con la produzione normativa successiva, datata 2006-2012, e gli studi di analisi sui rendimenti di servizio e gestione degli edifici sostenibili progettati e realizzati in Europa, si è potuto constatare come il tema dell'abbassamento delle emissioni di impatto in atmosfera, con l'evoluzione da un tipo di residenza 100 mq/classe G (produttrice di 7 tonnellate di emissioni di carbonio), al tipo di residenza di pari superficie/classe A+ (produttrice di 1 tonnellata), volesse dire andare oltre i livelli di efficientamento delle frontiere dell'involucro e del servizio di un edificio.

Piuttosto, l'ambizione sostenibile dell'edificio ha significato progettare la qualità totale dell'edificio, tanto sui profili energetici ed ambientali delle soluzioni tecniche, quanto su quelli dei materiali ed ancor di più sui sistemi di approvvigionamento e produzione dell'energia, connettendosi a filiere blu di *recycle* e *reclaim* capaci di innescarsi alla scala di territorio e di città (1).

(1) C. Nava, *Edifici Sostenibili. Particolari Costruttivi (Manuale)*, DEI ed., Roma, 2012.



Vista su laboratorio FabLab dello IAAC di Barcellona (foto di C. Nava, c/o IAAC di Barcellona, gennaio 2015)

Si aggiunga che lo standard atteso sul requisito aggregato, che somma al consumo energetico zero il consumo di suolo zero, riporta con più determinazione tutto lo scenario di progettazione tecnologica ed ambientale in termini processuali, con una strategia più complessa ma anche meno fondata sul controllo della prestazione energivora dell'edificio. Ci si riferisce piuttosto alla sua capacità di farsi "servizio" in un modello alla scala urbana, che interessa le città smart, luogo di sperimentazione e innovazione, dove le reti di scambio (*smart sharing*) hanno più valore dei poli connettori di produzione o captazione e si interfacciano con livelli di intelligenza che devono soddisfare qualità della vita e servizi, adottando contemporaneamente una strategia di informazioni (ICT) e di tattiche sostenibili (*smart city, smart living, smart mobility, smart people, smart environment, smart economy*).

Ciò significa contribuire culturalmente ai temi di interesse per la "città del futuro", in stretta considerazione di una nuova economia delle risorse e della loro rinnovabilità, ma anche del loro ciclo di vita *cradle to cradle*, declinando verso "un nuovo paradigma progettuale" tra *ecological urbanism and landscape* <sup>(2)</sup>, una innovata capacità progettuale e produttiva richiesta anche agli edifici sostenibili, al fine di trasformarsi in "fabbriche utili di città-laboratorio" <sup>(3)</sup>.

La ricaduta di questo significato di innovazione misura ancora come il livello di ideazione e sperimentazione sugli aspetti morfologici e tecnologici degli edifici non investa più la produzione architettonica e materiale connessa agli edifici residenziali, del terziario, della cultura e della formazione, ma utilizzi con più successo la produzione di edifici di servizio, che nella città contemporanea svolgono un ruolo sociale ed ambientale di grande rilevanza, entrando nelle filiere produttive dei rifiuti, della produzione energetica, degli spazi non convenzionali, degli edifici industriali e degli spazi collettivi con funzionamenti misti.

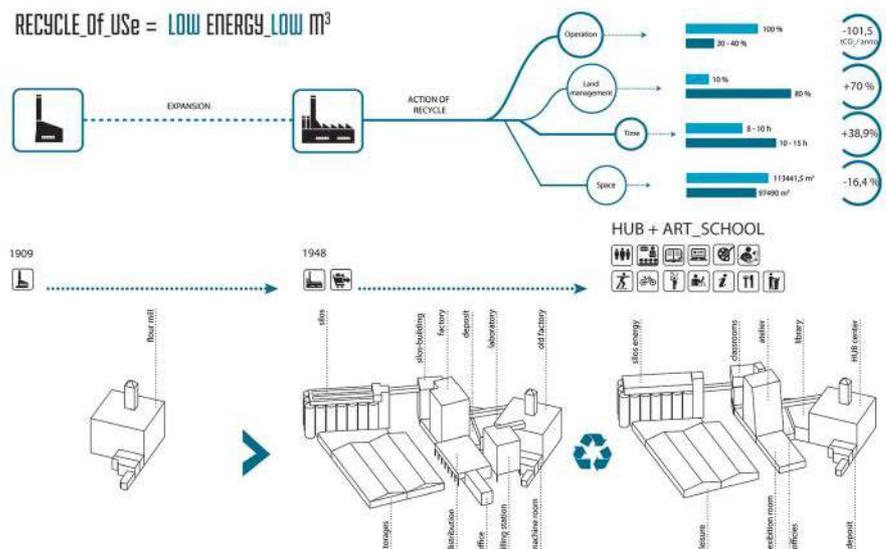
Di queste fabbriche (meglio se già esistenti e da riciclare) occorre progettare, prima che il loro involucro e gli spazi funzionali, il loro "metabolismo" in termini di risorse e la loro capacità "resiliente" di adattarsi a richieste che non sono solo l'espressione dell'utenza, del modello di funzionamento indoor, ma certamente sono la domanda locale di un'esigenza più globale, outdoor, quella del risparmio, riciclo e uso compatibile delle risorse al fine di partecipare al network rigenerativo della città-laboratorio <sup>(4)</sup>.

Di conseguenza anche i processi di scelta e di realizzazione delle strategie ad alte prestazioni energetico-ambientali, l'ingegnerizzazione dei dettagli e l'invenzione di soluzioni capaci di integrare gli aspetti morfologici delle parti

<sup>(2)</sup> M. Ricci, *Nuovi paradigmi*, coll. Babel, ListLab, Trento, 2012.

<sup>(3)</sup> C. Nava, *Future 1/1. The Laboratory-City: Recycle and Repair.*, in: S. Marini *future\_utopia*, Carte Blanche serie, Bruno ed., Venezia, 2015.

<sup>(4)</sup> C. Nava, *Total Recycle Design Total Recycle Process*, in: S. Marini, S.C. Rosselli (a cura), *reCycleOpposition I*, quaderni Recycle Italy 05, 2015.



Concept energetico-ambientale progetto: Water as infrastructure - A design strategy of reuse for the former industrial area of the zuid-willemsvaart in 's-hertogenbosch (NL)\_ Student: Fabio Leone Supervisor: Consuelo Nava (Unirc) Advisor: Irene Curulli (TUE University)

dell'edificio con il suo funzionamento sono fortemente connessi ad un concept sostenibile, più vicino alle procedure di ideazione del design che a quelle del progetto integrato di unità tecnologiche, in un organismo sempre meno *responsive* e più *adaptive*.

Di fatto, nella produzione di edifici sostenibili di tali qualità estese, realizzati in Europa, è evidente come sia diminuita la produzione di dettaglio di tecnologie innovative in termini di materiali, efficienza e prestazioni e sia aumentata la capacità di rispondere ai requisiti richiesti, attraverso l'alto design dei componenti, nella traduzione della forma, della sperimentazione di nuovi materiali compositi e strutturali. Si punta, quindi, alla riduzione della quantità dei materiali e delle lavorazioni ed al controllo del loro dispendio energetico in un ciclo di vita che investe l'intera filiera produttiva, ma anche l'extra-energia "in" o "out", che incide su tutto lo scenario energetico-ambientale di riferimento. E così anche i modelli conservativi o produttivi degli edifici si ritrovano nel più ampio modello rigenerativo alla scala urbana.

A titolo esemplificativo ci si riferisca al progetto dell'edificio-inceneritore di rifiuti a Roskilde in Danimarca, progetto dell'architetto olandese Erick van Egeraat, un progetto del 2008, inaugurato a settembre del 2014.

*"Un inceneritore in grado di ricevere i rifiuti di 9 comuni limitrofi e di molti luoghi dall'estero così da servire di elettricità ed energia termica l'intera regione di Roskilde. La volontà del concorso e del committente era di assegnare un valore architettonico a un impianto altrimenti puramente industriale. Il complesso presenta un primo involucro che funziona da barriera climatica e una seconda pelle in lastre di alluminio color terra, trattata come un 'mantello' con una sequenza irregolare di fori tagliati al laser. Il volume è quindi stato avvolto da una pelle metallica che si piega nella parte inferiore con un andamento che vuole ricordare i tetti a falde delle fabbriche circostanti per elevarsi poi in una guglia di circa 100 metri. Le fessure circolari consentono inoltre una suggestiva illuminazione notturna; come afferma il progettista, la facciata retro-illuminata e traforata consente di trasformare l'inceneritore in un faro dolcemente incandescente, simbolo della produzione di energia"* <sup>(5)</sup>. Ne consegue che anche gli aspetti del testing e del monitoraggio alla scala di edificio non sono più connessi ai temi dell'involucro, come pelle reattiva, né alla misurazione post-esercizio, ma riguardano essenzialmente due scale del progetto: la verifica ed il mapping del modello di "network energetico", di cui l'edificio rappresenta un punto connettore, fuori dei suoi servizi, e l'ingegnerizzazione di un componente-sistema, concepito con le stesse regole del design, dal suo concept fortemente simbolico alla sua fabbricazione come risposta ai requisiti di integrazione morfologica, ma con stretto riferimento al contesto ambientale e produttivo. È il motivo per cui ogni processo sostenibile di innovazione della *knowledge city*, che si innesta sulle esperienze delle FabLab, spin-off di innovazione ed avanzamento tecnologico, cerca il suo trasferimento nel modello delle FabCity, scenari urbani e periurbani di applicazione smart e sostenibile di ogni dimensione del progetto e della sua realizzazione per l'uso <sup>(6)</sup>.

Senza questa interscalarità della produzione dell'architettura per la città, come rete di riferimento, e con la consapevolezza della necessità di un altro paradigma innovato che riconfiguri il processo progettuale ed ideativo, il progetto sostenibile di un edificio, la sua realizzazione e la misurazione delle sue prestazioni hanno il valore di un'applicazione prototipale, che nulla restituisce al problema locale e globale di ecosistemi più vivibili, nelle città del futuro. Gli stessi edifici sostenibili, se non sono "fabbriche utili" quindi, non trovando alcuna altra definizione in modelli diffusi da realizzare, non possono incidere su alcun sistema socio-economico né produttivo, risultando incapaci di essere energia di accelerazione di qualsiasi filiera di innovazione.



*Edificio-inceneritore di rifiuti a Roskilde in Danimarca, progetto dell'architetto olandese Erick van Egeraat (Fonte: <http://www.designcontext.net/topics/incineration-line-una-cattedrale-contemporanea/>)*



*Dettaglio pelle dell'Edificio-inceneritore di rifiuti a Roskilde, in Danimarca, progetto dell'architetto olandese Erick van Egeraat (Fonte:<http://www.designcontext.net/topics/incineration-line-una-cattedrale-contemporanea/>)*



*Plastici di dettaglio su matrici urbane e di paesaggio realizzate con stampo 3 D (Foto C. Nava, c/o IAAC di Barcellona, gennaio 2015)*

<sup>(5)</sup> E. Montalti, *Incineration Line: una cattedrale contemporanea*, art. 18 settembre 2014, <http://www.designcontext.net/topics/incineration-line-una-cattedrale-contemporanea/>

<sup>(6)</sup> C. Nava, *The Knowledge City\_ From FabLab to FabCity*, paper\_research, IAAC, Barcelona, January 2015.

### 3.1.5 **Quadro normativo sulla sostenibilità e sull'efficienza energetica in edilizia**

#### **The legal framework for sustainability and energy efficiency in the building sector**

di Vincenzo Corrado (\*)

##### **ABSTRACT**

*Negli ultimi anni il quadro della legislazione e della normativa tecnica relativo alla sostenibilità in edilizia ha subito una forte evoluzione. L'articolo presenta questo quadro, evidenziando in particolare gli aspetti relativi alla normativa nazionale sull'efficienza energetica.*

*La prima parte dell'articolo è dedicata alla legislazione: sono elencate le principali direttive europee e i decreti di recepimento; viene infine riassunto il recente decreto ministeriale sui requisiti minimi del quale si evidenziano le principali novità.*

*La seconda parte dell'articolo è dedicata alla normativa tecnica: sono richiamate le specifiche tecniche della serie UNI/TS 11300 e analizzati i collegamenti con la normativa internazionale da ISO e CEN in fase di preparazione nell'ambito del mandato M/480:2010.*

*Over the past few year legislation and technical rules and regulations on sustainability in the building sector have undergone a deep evolution. This article present the current situation highlighting, in particular, aspects related to national laws on energy efficiency.*

*The first part of the article is devoted to legislation: it presents a list of the main European directives and transposing decrees and, lastly, a summary of the recent ministerial decree on minimum requirements with a description of the main changes it has introduced.*

*The second part of the article focuses on technical rules and regulations with an illustration of UNI/TS 11300 series technical specifications and an analysis of the links to international legislation – from ISO to CEN – currently being drafted in connection with the M/480:2010 mandate.*

Numerosi regolamenti e direttive europei hanno regolamentato la sostenibilità in edilizia negli ultimi anni.

Si ricordano in particolare:

- il Regolamento UE n. 305/2011 del 9 marzo 2011 - *Construction Products Regulation* (CPR);
- la Direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia (ECODESIGN recast), che ha sostituito la Direttiva 2005/32/CE (ECODESIGN);
- la Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPBD recast), che ha sostituito la Direttiva 2002/91/CE (EPBD);
- la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (EED), che ha sostituito la Direttiva 2006/32/CE sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici (ESD);
- la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (RESO).

Il CPR introduce, tra l'altro, l'igiene, la salute e l'ambiente, il risparmio energetico e la ritenzione di calore, nonché l'uso delle risorse naturali tra i requisiti essenziali dei prodotti da costruzione.

La Direttiva *Ecodesign* è volta a migliorare l'efficienza energetica delle apparecchiature che consumano energia, ovvero i dispositivi che, una volta immessi nel mercato o in servizio, dipendono per funzionare da un input energetico. La *Ecodesign recast* estende l'ambito di applicazione a determinati altri prodotti connessi all'energia, compresi ad esempio alcuni materiali da costruzione e prodotti dell'edilizia (quali le finestre e materiali isolanti).

La Direttiva RES incentiva l'impiego di fonti rinnovabili e fissa un target europeo del 20% di energie rinnovabili nei consumi finali entro il 2020.

La EED stabilisce un quadro comune di misure per la promozione dell'efficienza energetica per il conseguimento dell'obiettivo relativo all'efficienza energetica del 20% entro il 2020; prevede inoltre una strategia a lungo termine per mobilitare investimenti nella ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e commerciali, sia pubblici sia privati.

La EPBD recast prevede l'introduzione di requisiti minimi in materia di prestazione energetica, sia per gli edifici di nuova costruzione, sia per gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione. A tal fine sono introdotti alcuni principi importanti:

- i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi devono essere fissati in modo da conseguire un equilibrio ottimale in funzione dei costi tra gli investimenti necessari e i risparmi energetici realizzati nel ciclo di vita di un edificio;
- nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni importanti deve essere valutata la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di sistemi alternativi ad alta efficienza;
- a partire dal 2019 per gli edifici pubblici e dal 2021 per tutti gli altri, gli edifici di nuova costruzione dovranno essere *a energia quasi zero*, ovvero ad altissima prestazione energetica, con il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili.

A livello nazionale, il recepimento delle suddette direttive europee è avvenuto con i seguenti disposti legislativi:

- ECODESIGN - d.lgs. 16/2/2011, n. 15;
- RESD - d.lgs. 3/3/2011, n. 28;
- EED - d.lgs. 4/7/2014, n. 102;
- EPBD/EPBD recast - d.lgs. 19/8/2005, n. 192, modificato e integrato, tra gli altri, dal d.lgs. 29/12/2006, n. 311 e dalla legge 3/8/2013, n. 90.

Il recepimento della EPBD recast è completato da una serie di regolamenti attuativi, che comprendono in particolare i tre decreti ministeriali:

- D.M. 26/6/2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- D.M. 26/6/2015, Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici;
- D.M. 26/6/2015, Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26/6/2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

Un quadro sintetico della legislazione sulla prestazione energetica e sull'uso delle fonti rinnovabili in edilizia è presentato in fig. 1.

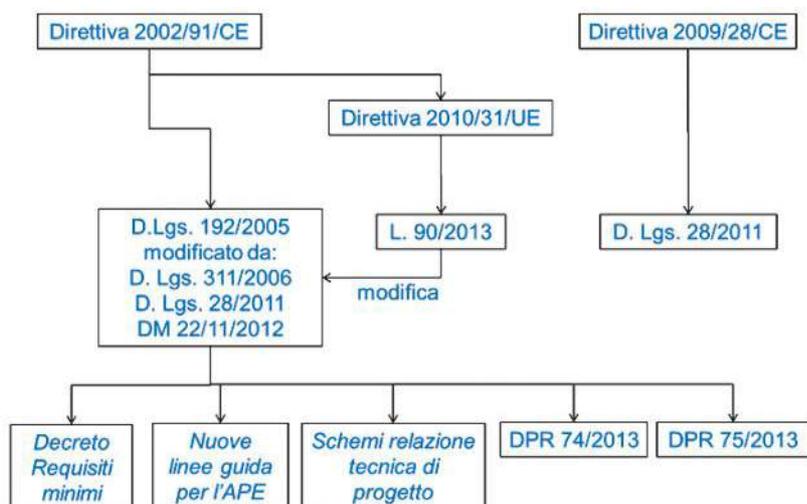


Figura 1. Schema della legislazione energetica edilizia in Italia al 2015

Per quanto riguarda i requisiti minimi degli edifici, si distingue tra edifici di nuova costruzione, interventi di ristrutturazione importante e di riqualificazione energetica. Gli interventi di *ristrutturazione importante* interessano gli elementi dell'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio; si definisce ristrutturazione importante *di primo livello* se la percentuale è superiore al 50% e l'intervento comprende anche la ristrutturazione dell'impianto termico.

Per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni importanti di primo livello si richiede il rispetto dei valori limite dei seguenti parametri:

- coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ( $H'$ ), che rappresenta una trasmittanza termica media equivalente dell'involucro;
- area solare equivalente estiva per unità di superficie utile ( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ ), che misura la potenzialità del controllo solare estivo dell'involucro;
- indici di prestazione termica utile per riscaldamento e raffrescamento ( $EP_{H,nd}$ ,  $EP_{C,nd}$ );
- efficienza media stagionale degli impianti di climatizzazione invernale ( $\eta_H$ ), di climatizzazione estiva ( $\eta_C$ ) e di produzione di acqua calda sanitaria ( $\eta_W$ );
- indice di prestazione energetica globale dell'edificio ( $EP_{gl,tot}$ ).

È richiesta inoltre l'osservanza degli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo il d.lgs. 28/2011, in particolare la copertura con fonti rinnovabili del 35% (50% dal 1° gennaio 2017) dei consumi previsti per ACS, riscaldamento e raffrescamento.

Una novità assoluta rispetto alla legislazione precedente consiste nel fatto che i valori limite dei parametri di prestazione energetica ( $EP_{H,nd}$ ,  $EP_{C,nd}$ ,  $EP_{gl,tot}$ ) e di quelli impiantistici ( $\eta_H$ ,  $\eta_C$ ,  $\eta_W$ ) non sono riportati in tabelle, ma ricavati attraverso il cosiddetto *edificio di riferimento* o *edificio target*.

Si tratta di un edificio identico a quello in progetto, in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno, ma con caratteristiche tecniche e parametri energetici predeterminati (es. la trasmittanza termica di copertura, pareti, finestre, i parametri dinamici, i rendimenti impiantistici).

Nel caso di interventi di riqualificazione energetica dell'involucro, è richiesto il rispetto di specifici requisiti di trasmittanza termica dei componenti dell'involucro (vedi fig. 2), del fattore di trasmissione solare totale delle chiusure trasparenti (pari 0,35 per orientamenti est, sud, ovest) e l'obbligo di installazione di sistemi di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare.



Figura 2. Valori limite della trasmittanza termica al 2015

In ambito europeo l'attività di normazione tecnica è stata sostenuta da una serie di mandati conferiti al Comitato Europeo di Normazione (CEN):

- Mandato 341 – Attività di normazione nel settore della progettazione eco-compatibile di prodotti che consumano energia (EuP);
- Mandato 343 – Elaborazione e adozione di norme per una metodologia di calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e la stima dell'impatto ambientale (EPBD);
- Mandato 350 – Sviluppo di metodi standardizzati orizzontali per la valutazione della prestazione ambientale integrata degli edifici;
- Mandato 480 – Elaborazione e adozione di norme per una metodologia di calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e la promozione dell'efficienza energetica degli edifici (EPBD recast).

Le norme relative al mandato EPBD prevedono varianti nazionali dei metodi di calcolo, delle condizioni al contorno e dei dati di ingresso, che permettano di tenere conto delle differenze climatiche, culturali e di tradizione edilizia, di contesto politico e legale tra i diversi Paesi. Per ovviare ai problemi legati alla presenza di metodi alternativi non sempre omogenei, nonché all'ambiguità, difficoltà interpretativa e incompletezza nelle procedure di calcolo, i Paesi europei hanno provveduto a implementare le norme europee in modo pragmatico, spesso integrandole con documenti normativi nazionali.

Ciò è avvenuto in Italia con le specifiche tecniche UNI/TS 11300 e con la raccomandazione CTI 14 del 2013.

Nel calcolo della prestazione energetica si prendano in considerazione i seguenti servizi: climatizzazione estiva ed invernale, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione artificiale. Il metodo prevede tre fasi di calcolo:

- a) energia termica utile per il riscaldamento e il raffrescamento del fabbricato (*energy need*);
- b) energia consegnata all'edificio per alimentare gli impianti (*delivered energy*) o prodotta da fonti rinnovabili ed esportata (*exported energy*), disaggregate in base al vettore energetico (*energy carrier*);
- c) energia primaria (*primary energy*), suddivisa in energia primaria rinnovabile (*renewable primary energy*) e non rinnovabile (*non-renewable primary energy*).

Come evidenziato in fig. 3, la UNI/TS 11300-1:2014 descrive il calcolo del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale; la UNI/TS 11300-2:2014 descrive il calcolo del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali; la UNI/TS 11300-3:2010 tratta la determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva. A complemento delle suddette norme, la UNI/TS 11300-4:2012 considera l'utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

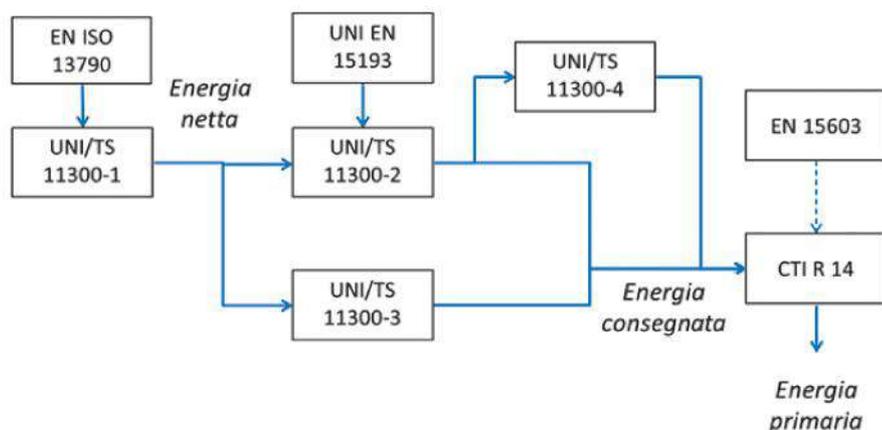


Figura 3. Norme per la valutazione del fabbisogno di energia

Infine la raccomandazione CTI 14:2013 mette assieme i risultati dei calcoli effettuati con le UNI/TS 11300 per la determinazione della prestazione energetica e per la classificazione dell'edificio.

Il pacchetto delle UNI/TS 11300 e la raccomandazione CTI 14:2013 sono strettamente collegati con le norme predisposte dal CEN a supporto della Direttiva 2002/91/CE. Inoltre il pacchetto delle UNI/TS 11300 è richiamato dalla legislazione nazionale (d.lgs. 192/2005 e s.m.i.) che, in attesa della revisione delle norme EN del pacchetto EPBD recast (M/480:2010), prevede che la prestazione energetica degli edifici sia determinata in conformità alle norme tecniche UNI e CTI.

Il secondo mandato al CEN (M/480:2010) segue l'emanazione della Direttiva 2010/31/UE (EPBD recast) ed è finalizzato a rivedere le norme del mandato M/343 secondo un approccio olistico. Gli obiettivi della revisione sono quelli di una chiara separazione e armonizzazione tra le procedure comuni e quelle differenziate a livello nazionale o regionale; una struttura comune per ogni norma (simboli e termini comuni, diagrammi di flusso con relazioni di I/O, esempi svolti, allegati informativi in raccomandazioni tecniche separate); norme a prova di software (equazioni completamente descritte, aggiunta di fogli di calcolo per la validazione e la dimostrazione dei metodi e la calibrazione del software, minore ambiguità e maggiore uniformità di interpretazione); una più intensa collaborazione con l'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO), con il conseguente coinvolgimento di Paesi extra-europei.

Il metodo di calcolo della prestazione energetica globale (*global energy performance*) degli edifici è descritto nelle sue linee generali nella norma europea UNI EN 15603:2008, norma attualmente in fase finale di revisione (prEN ISO/DIS 52000-1:2015).

Questa norma distingue tra il *confine del sistema*, che separa le tecnologie impiantistiche *in sito* e *fuori sito*, e il *confine di valutazione energetica*, che individua i flussi energetici entranti e quelli uscenti. Lo schema di un edificio è rappresentato in fig. 4, dove sono distinguibili il confine di valutazione (a), il confine del sistema (b), nonché il confine tra i vettori energetici prodotti nelle vicinanze dell'edificio (c) o in località distanti (d). Sia il confine di valutazione (a), sia quello del sistema (b) può includere il volume climatizzato (S1), il volume non climatizzato (S2), l'eventuale centrale termica esterna all'edificio (S3). Tutte le trasformazioni dell'energia all'interno del confine di valutazione sono valutate attraverso l'analisi del comportamento degli impianti tecnici dell'edificio, viceversa tutte le trasformazioni dell'energia all'esterno del confine di valutazione sono valutate attraverso l'attribuzione di opportuni fattori di conversione in energia primaria a ciascun vettore energetico.

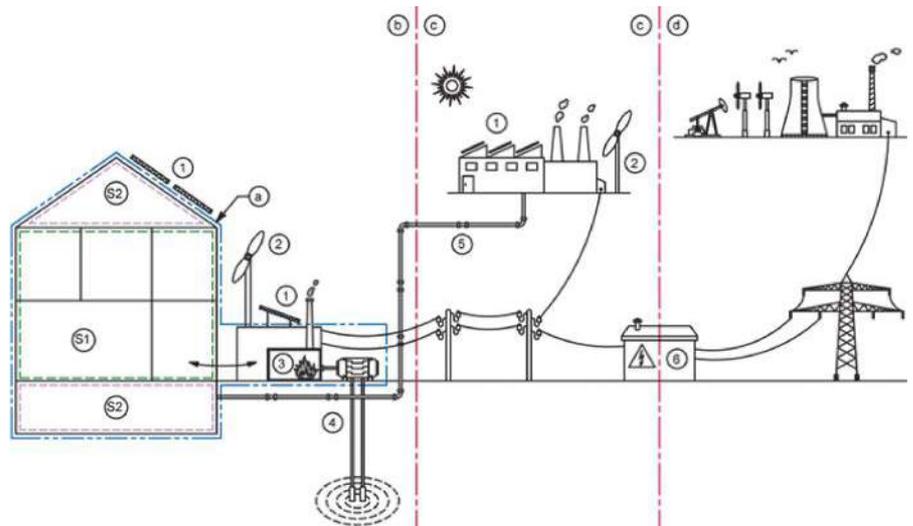


Figura 4. Confini dell'edificio ai fini della valutazione energetica (da prEN ISO/DIS 52000-1:2015)

## 3.2 Sulla sostenibilità. Note in ordine sparso On sustainability. A few thoughts

di Franco Zagari (\*)

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Architettura del Paesaggio, Docente Esterno presso Università La "Sapienza" di Roma.

### ABSTRACT

*Il tema della sostenibilità è un momento importante nello studio del progetto di paesaggio. In queste note che seguono tento di rendere conto di alcune ipotesi di lavoro che ho maturato al riguardo in questi ultimi anni, seguendo un filo rosso intermittente, che corre fra l'insegnamento nell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, poi alla Sapienza, e l'attività di paesaggista nel mio studio di Roma. Sono solo alcuni pensieri frammentari, essendo questo un periodo di grandi cambiamenti e mancandomi forse il respiro per tentare di definire una teoria, o forse preferendo pensare che non sia questo il momento, e che invece si debbano adottare molti approcci paralleli, non solo per la necessità di accogliere saperi diversi, ma anche per un desiderio di non sentirmi legato a una coerenza evidente. Questa esplorazione è quindi labirintica e con luci e ombre segue un percorso creativo, che spesso è più intuitivo che razionale, una fra le tante opportunità per avvicinarsi quanto più possibile a cogliere quella qualità che appunto chiamiamo "paesaggio".*

*The issue of sustainability is important when studying a landscape project. In the following notes, I will attempt to report on some working hypotheses that I have developed over the past few years in this respect and that follow an intermittent thread running from my teaching activities at the Reggio Calabria Mediterranean University, then at the Sapienza University in Rome, to my activities as a landscape architect in my study in Rome. These are just a few thoughts given that we are living in a time of major change and, possibly, I do not have the energy to try to define a theory or, maybe, I'd simply rather think that the time is not ripe for it and we should instead adopt a number of parallel approaches, not just because different types of knowledge need to be combined, but also because I do not wish to be tied to a clear consistency. I am exploring a labyrinth and following a creative process made of light and shadows that is often more intuitive than rational, one of the many possible options in attempting, as far as possible, to grasp the quality of what we call a "landscape".*

Indubbiamente il tema della sostenibilità e quello del patrimonio sono due nobili cause sulle quali ci sono non pochi equivoci.

Si sta affermando una nuova tendenza green nel vedere le prospettive di un *habitat* migliore, che si presenta come una traduzione salvifica di ogni nostro problema. Il termine *green* è ancora più generico di quello di "verde", ne condivide il limite di esprimere una qualità che è essenzialmente materiale, misurabile solo con parametri e pesi, poche idee, poca cultura, ma certamente non va sottovalutato quello che mi appare invece un passo avanti significativo nel promuovere una educazione diffusa più curiosa e aperta riguardo all'ambiente, con una benefica influenza verso una maggiore cura del corpo e del cibo, meno su quello che un francese definirebbe il nostro *milieu*, termine che vorrei tradurre in paesaggio, o meglio in una cultura del progetto di paesaggio. Sull'argomento la Convenzione europea del paesaggio parla in modo molto interessante di azioni progettuali specifiche, ma con qualche ambiguità; infatti, mentre nell'edizione ufficiale inglese e francese concorda nel significato delle azioni di tutela e di gestione, ha una vera e propria divaricazione di senso nella terza azione, che in inglese è *planning* e in francese *aménagement*, due culture spesso contrapposte che indicano strade molto diverse per significare una nuova cultura del fare, entrambe molto pudiche nell'introdurre azioni di vera e propria invenzione.

Quanto a traduzioni in italiano, che come è noto esistono, non ufficiali ma autorevolmente accreditate, oltre al problema lessicale, consiglieri di approfondire meglio il contenuto, che dovrebbe a mio parere esprimere anche i significati sia di valorizzazione che, in alcuni casi, quello di invenzione.

In via preliminare è bene chiarire, comunque, il significato dei termini *territorio*, *ambiente* e *paesaggio*, che spesso possono riferirsi anche a una stessa unità di contesto, ma se è anche vero che tutti e tre sono una summa fra valori estetici, etici e di conoscenza, è essenziale distinguerli perché lo sono in modo diverso e sono capitoli diversi della crisi del nostro *habitat*.

Richiedono pertanto approcci paralleli e convergenti.

Se possiamo dire che il *territorio* è un ambito geografico fisico e politico la cui misura si attua per statistiche sempre più sofisticate sulle interazioni fra fattori quantitativi-qualitativi di ordine distributivo, infrastrutturale, insediativo e produttivo.

Se l'*ambiente* è la proprietà del territorio che riguarda il suo stato di equilibrio tra fattori naturali e antropici.

Se il *paesaggio* è una qualità del territorio che si manifesta come un corpo di caratteri che rappresentino dei valori culturali, nella misura in cui sono percepiti da un soggetto, un individuo o una comunità, che ne siano partecipi e responsabili.

Se distinguiamo queste qualità e ne comprendiamo l'intima interrelazione che costantemente le mette in contatto.

Possiamo allora forse convenire che la crisi del territorio, dell'ambiente e quella del paesaggio sono fenomeni gravi del deficit del nostro *habitat*, ma che nulla è più sbagliato che confonderli, e in particolare confinare l'ambiente solo in un approccio scientifico, come fanno le direttive europee sulla sostenibilità, e il paesaggio in un approccio umanistico, dandone solo il suo aspetto, sia pur fondamentale, di patrimonio culturale da difendere, di cui sembra sfuggire il senso dell'evoluzione della sua cultura materiale.

Trovo interessante al riguardo una definizione di paesaggio fra le più note, quella di Wikipedia, e la riporto integralmente: "*Porzione di territorio considerata dal punto di vista prospettico o descrittivo, per lo più con un senso affettivo cui può più o meno associarsi anche un'esigenza di ordine artistico ed estetico. In geografia, il complesso di elementi caratteristici di una zona determinata*".

Paesaggio è quindi, secondo questa definizione, una porzione del territorio *da un punto di vista*: questo sembrerebbe riportare la percezione del paesaggio a una rappresentazione che precede tutta l'arte moderna e non solo, la psicanalisi, le scienze sociali, tutti i sofisticati meccanismi dell'arte della comunicazione, se non venisse in soccorso quel *senso affettivo*, cui "...*può più o meno associarsi anche un'esigenza di ordine artistico ed estetico*", svolta copernicana che mette in moto valori di etica, estetica e conoscenza che un paesaggio rappresenta come momento essenziale della nostra cultura – e della nostra idea di natura, che sono sempre di più culture e nature al plurale di società ormai per lo più multietniche. La seconda definizione, in geografia, introduce un altro concetto che in realtà ha senso solo se integrato alla prima, i *caratteri* che definiscono un paesaggio e lo rendono conoscibile, nominabile e comunicabile. Si noti bene, queste definizioni non enunciano, ma adombrano come un'*esigenza* la corrispondenza simbiotica di un progetto, ma questo passaggio è fondamentale, perché senza questa corrispondenza, semplicemente, nel bene e nel male, un paesaggio non possa dirsi tale a pieno titolo, ed eccoci allora disarmati, avendo noi perduto, in tutto o in parte, i codici della scena.

In conclusione possiamo dire che un paesaggio sia definibile effettivamente nel pieno del suo significato solo quando sia percepito con consapevolezza e responsabilità da uno o più soggetti che decidono di nominarlo e di comunicarlo, una chiave essenziale per condividere uno scenario fra noi e un corpo sociale cui apparteniamo, fra individui, reti o comunità. Perché è solo questo che gli conferisce, almeno potenzialmente, la sua qualità, quella riconoscibilità di bene culturale che dobbiamo meglio imparare a comprendere nella sua forte rilevanza anche sociale ed economica e quindi nella sua sostanza eminentemente politica.

Strettamente in connessione, patrimonio e sostenibilità sono i due grandi temi sui quali l'opinione pubblica è sempre più stimolata. Un'iniziativa che ha molta popolarità ormai anche nei Paesi più lontani è la collezione di monumenti e di paesaggi definiti come "patrimonio dell'umanità", a cura dell'Unesco, valorizzazione di luoghi ritenuti di eccellenza che diventano obiettivi di alta tutela in nome di una comunità internazionale che si offre per promuovere politiche di salvaguardia. Una World Heritage List di paesaggi è iniziata nel 1994 in seguito all'adozione, nel 1992, da parte del World Heritage Committee della nuova categoria del World Heritage Cultural Landscape. Dobbiamo a una protagonista assoluta nella valorizzazione del paesaggio, Carmen Añon, *World Heritage Cultural Landscapes* (Elche, 2012), uno splendido libro che rappresenta, dopo venti anni di attività, questa epopea in un diorama che è veramente impressionante. In questo senso oggi in tutto il mondo sono favorite politiche di sostegno per una lista di paesaggi eletti, una protezione che in qualche caso è provvidenziale ma che, al tempo stesso, è la promozione di una formidabile macchina mediatica che si traduce anche in una spinta turistica rilevante.

Lo statuto speciale dei luoghi che entrano in questo riconoscimento ha indubbi effetti benefici ma stacca i paesaggi ritenuti di alta qualità dalla normalità che ha sempre mediato la loro eccellenza rispetto ai contesti in cui si situano. Questa contraddizione meriterebbe approfondimenti cercando di valorizzare meglio tutte le relazioni che corrono fra il luogo e il suo monumento.

È dagli anni Sessanta del Novecento che i movimenti ambientalisti cominciano una lotta per un migliore utilizzo delle risorse naturali, arrivato ad un limite non sostenibile. Ognuno ha le sue date di riferimento, per me la vicenda si apre con la costruzione di un giardino alla casa dello studente dell'Università di Bruxelles, la Memé di Lucien Kroll, dove la scelta di usare solo piante spontanee, nel gusto corrente sentite come erbacce, è stata fatta propria dagli studenti e ritenuta offensiva dell'istituzione da parte delle autorità accademiche: è il 1968 e la polizia demolirà il giardino con la forza.

Due opposte visioni di sostenibilità erano entrate in un conflitto.

Da *Silent Spring* (1962) di Rachel Carson al *Rapporto sui limiti dello sviluppo* (1972) del Club di Roma, programma di sviluppo sostenibile stilato dall'ONU, la sostenibilità è argomento in crescente espansione. Ed è dagli anni '70 che i numeri della demografia nel mondo fanno paura, in parallelo ai segni evidenti di un avvelenamento del pianeta per modelli di comportamento ormai incompatibili con un equilibrio delle risorse. Come è noto la "Conferenza ONU sull'Ambiente Umano" di Stoccolma 1972 segna l'inizio della cooperazione internazionale in politiche e strategie per lo sviluppo ambientale. Nel 1980 l'"Unione Internazionale per la Conservazione della Natura" pubblica "Strategie per la Conservazione del Mondo" e nel 1982 la "Carta per la Natura" che per la prima volta portano al livello più alto del confronto internazionale il tema del declino dell'ecosistema globale. Da quel momento per due anni una Commissione dell'ONU su Ambiente e Sviluppo lavora sul conflitto che è emerso fra tutela dell'ambiente e sviluppo, conflitto fra i Paesi ricchi egemoni e i Paesi cosiddetti in via di sviluppo, giungendo alla conclusione che lo sviluppo dovesse diventare sostenibile. Il concetto di sostenibilità entra da allora in una condizione delicata: da una parte, grazie alle associazioni ambientaliste prima e alle tecnocratie europee poi, diventa un sistema di idee egemone nella rappresentazione della condizione ambientale, ma impropriamente anche del paesaggio.

Questa azione, che è evidentemente benemerita, non supera però il suo limite di un orizzonte materiale e assume sempre più il carattere di una spiegazione universale dei diritti dell'uomo rispetto allo sviluppo del territorio. Sostenibilità può così essere contemporaneamente un'idea, uno stile di vita, un modo di produrre. È diventato difficile dare la definizione di cosa sia la sostenibilità di un sistema poiché questo è un valore che è diventato un assioma ideologico sulla base di giudizi schematici, inglobando di fatto secondo i suoi sostenitori, che sono ormai fra l'altro tanti uffici pubblici preposti, la totalità delle attività umane.



Catanzaro, Piazza Matteotti: nel 1991 Franco Zagari, con Enzo Amantea e Antonio Uccello e la Direzione dei lavori di Ferdinando Gabellini. Nel 2007-2015 Franco Zagari con Ferdinando Gabellini, Giovanni Laganà e Domenico Avati

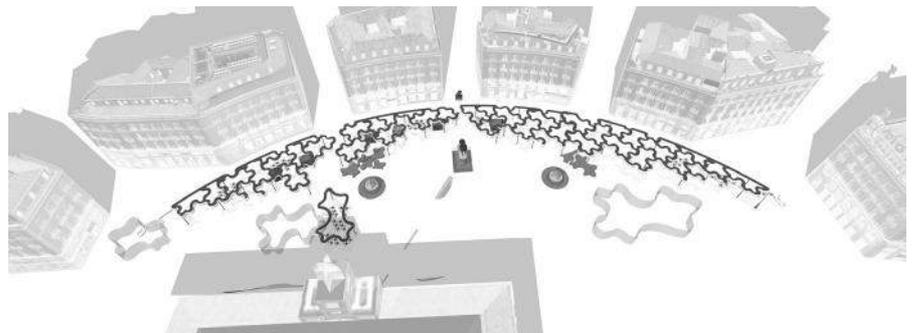
Così accade che nel lessico della ricerca sulle trasformazioni del territorio sentiamo molto parlare di sostenibilità, come di una categoria che dia una spiegazione inclusiva di ogni tendenza in atto, e questo non interessandosi realmente di paesaggio, se non in parte. Si tende dunque a smarrire quell'abituale consapevolezza, nella quale valori molto intimi si confrontano, in armonia o in dissidio, si compongono, si riflettono e si rappresentano.

È comunque interessante soffermarci sulla disparità fra gli sforzi profusi nel nostro Paese nei settori, che vedono in atto un imponente apparato compensativo e difensivo di fronte all'emergenza ambientale, una guerra assolutamente necessaria, anzi colpevolmente sottodimensionata, ma matematicamente persa per la dimensione apocalittica del tema a fronte dell'assoluta insufficienza delle risorse. Per il paesaggio viceversa vi è una storia che a livello internazionale ha solo pochi momenti significativi, se facciamo eccezione per il patrimonio Unesco e per la Convenzione su iniziativa del Consiglio d'Europa (Firenze 2000, poi legge in molti Stati, in Italia dal 2006) che per il momento ha prodotto solo scarsi effetti attuativi. La sperequazione è grave, premia una tecnocrazia molto influente per la quale ha valore ciò che ha una base scientifica, evidentemente giudicando che altrimenti non agiscano fattori vitali per la qualità della vita. Un esempio vale per tutti: in Francia Bernard Lassus, che è uno dei migliori paesaggisti nel mondo, progetta centinaia di chilometri di autostrade e di ferrovie ad alta velocità e aeroporti, da noi a me non risulta neppure un chilometro: chiediamoci il perché, e perché i media più importanti non se ne interessino.

E qui c'è un ulteriore argomento di riflessione. È molto probabile che se opere d'ingegneria ambientale venissero concepite anche come opere di paesaggio la sinergia potrebbe creare significativi risparmi con una qualità decisamente superiore. Non rimane che attendere Psiche, che appaia ai naviganti del mondo tecnocratico delle misure comunitarie e riveli loro anche i valori culturali materiali e immateriali che il paesaggio rappresenta, la sua rilevanza sociale ed economica, la sua necessità politica.

Stiamo entrando in una nuova epoca. Le forme del nostro *habitat* ovunque sono più discontinue di prima, mentre ambiti urbani, rurali e naturali si alternano con una relazione fra loro molto più sfumata fino a generare una nuova *forma urbis*. La forma di una città che ha ormai mille nomi, città infinita, io adotto quello di "città non città", una modalità di organizzarsi dell'abitare che è ormai molto diversa da quella della città compatta che ha caratterizzato l'esperienza europea del millennio scorso. Siamo soliti prendere le distanze da questa nuova città che si sviluppa con tempi e dimensioni finora sconosciute, trattandola come una "terra di mezzo", rifiutiamo di rilevarne ed evitarne gli aspetti deteriori, mentre quello che dovremmo veramente fare è cercarne le vocazioni ad esprimere nuove qualità. Vocazioni che pur ci sono, se non altro per la straordinaria energia che caratterizza questa nuova città selvaggia.

Ma, che cos'è la "terra di mezzo"? È tutto quello che oggi ci sfugge, una dimensione sempre più grande di territorio senza carattere, senza programma, senza vocazione che configura una nuova modalità abitativa e produttiva non più propriamente rurale né urbana.



Madrid, Puerta del Sol: Franco Zagari, Domenico Avati, Endri Memaj, Lorenzo Cellini, Giorgio Skoff, Nicla Di Bisceglie, Elisabetta Tarricone, Luca Catalano

Stiamo vivendo un periodo di grave e crescente crisi dell'*habitat*, è ormai chiaro che è una crisi di lungo periodo e di dimensioni e velocità finora sconosciute, così importante da far presagire non tanto un cambiamento temporaneo, quanto di epoca. Si parla di un nuovo ciclo ancora per molti aspetti misterioso, proprio come è successo nel primo millennio. È un nuovo stato della nostra condizione di abitare che riguarda sia l'ambiente che il paesaggio, le cui cause dipendono da numerosi fattori poco influenzabili da nostre scelte, una discontinuità che si è prodotta nel pianeta per grandi movimenti demografici e di organizzazione e distribuzione dei mezzi di produzione, ma essenzialmente anche dentro noi stessi per la difficile ricollocazione della nostra duplice appartenenza globale e locale. Molti studi ne parlano, ma le statistiche del nostro stato di benessere sembrano invece ignorarla, anche se ce ne stiamo rendendo conto pian piano, pagando prezzi sempre più cari. Il problema è di rimodulare strumenti e metodi attuativi abituali per cercare di vedere criticamente e di interpretare contesti e temi che sono del tutto diversi da quelli di solo dieci anni fa.

Quello che dovremmo saper fare oggi è di chiarirci e di parlare al pubblico della gravità di questa situazione.

Qual è il costo economico di un luogo sottovalutato, degradato, abbandonato? Qual è il suo costo psicologico in depressione, frustrazione? Qual è la perdita indotta in qualità sui luoghi attorno? Quanto pesa, quanto costa la bruttezza, lo squallore?

Ma la denuncia di questo stato di cose appare subito sterile senza un apporto di idee che ne cerchi anche un superamento, con umiltà ma con determinazione, partendo dalla radice stessa di questi problemi.

Eppure molti segni dimostrano un cambiamento possibile di mentalità.

Il punto è proprio qui. Trovare una strada per una rigenerazione della città non più urbana né rurale, che sembra tutto inghiottire come un buco nero, città non città che sta stabilendo una gravitazione nuova del nostro essere abitanti e cittadini. Forse è da queste situazioni non più estreme ma normali che bisogna ripartire, rispetto a un'epoca nella quale siamo entrati che ha nuovi valori e nuovi codici, dobbiamo essere friendly, senza cinismo e senza illusioni troppo facili, ma in qualche modo cominciare veramente a tenere conto della realtà per quanto appaia sgradevole, non disprezzandola ma amandola come un corpo malato, non esorcizzandola.

È del progetto che dunque si parla, con nuovi accenti. Fra le mie esperienze, *As found* (Copenhagen 2009) suona come lo slogan di un nuovo approccio al paesaggio contemporaneo, che riparte dalla sua accettazione nella sua globalità, appunto come un corpo malato da conoscere e curare. Il Manifesto del progetto del paesaggio europeo, di Juan Manuel Palerm, è il terzo atto di una serie di azioni culturali che pongono le Canarie in primo piano nel dibattito internazionale, con la proposta di un *new deal*; Aldo Cibic con *Rethinking Happiness* ha segnato uno dei punti più interessanti della XII biennale di Architettura di Venezia lanciando una proposta forte di riorganizzazione del mondo agricolo; *Impatto paesaggio* di Claudio Bertorelli per la Fondazione Fabbri è stato un *workshop* sul recupero degli insediamenti produttivi in abbandono tutto impostato su termini propositivi. Fra locale e globale questi segnali mostrano che vi sarebbe una crescente consapevolezza che il destino di una comunità coincide con lo stato del suo paesaggio, aperto o chiuso, ricco di storia o anonimo, ispirato da un modello di sviluppo o inerte, democratico o sopraffattorio, oggetto del proprio governo o subito, ma che comunque manifesta, come si vede, segni chiari di una grande spinta ad agire.

Anche la nostra epoca ha una sua energia, i suoi antidoti e i suoi anticorpi. Uno di questi è la Convenzione europea del paesaggio, una legge-cometa nata da un incontro fra alcuni intellettuali e comunità aperte alla sperimentazione di nuove strade, che si è posta come un anello di passaggio fra partecipazione, cultura e amministrazione del territorio.



Valras, Rigenerazione del quartiere del porto: Franco Zagari, Jean Louis Fulcrand, Domenico Avati

Molte comunità stanno ponendo in primo piano, come un obiettivo politico di primaria importanza, la questione di una maggiore qualità dell'*habitat*, capendo che il paesaggio, l'ambiente e la città ne sono un asse cardanico. Si tratta, evidentemente, (anche) di mettere a fuoco degli "enzimi" che abbiano ricchezza di programma e profondità narrativa. Il nostro problema torna ad essere non tanto l'abitare, quanto *l'imparare ad abitare*.

Il portato della Convenzione è potenzialmente molto avanzato. Nata per iniziativa di enti locali, fra loro anche molto lontani, sotto l'egida del Consiglio di Europa, diventata legge in molti Stati europei fra cui Francia e Italia, è in realtà un disegno politico che proviene da una spinta di base. Ha come obiettivo la qualità dell'*habitat* partendo da un soggetto protagonista, la comunità partecipe di un luogo, e un tema, il paesaggio, dimensione che dell'*habitat* rivela i caratteri fondanti, materiali e immateriali. Questa qualità è estesa virtualmente a tutto il territorio, ovunque assumano un significato dei valori in cui una comunità si rappresenta. Il paesaggio è parte importante della nostra storia, e spesso non ne riconosciamo che questo significato, cerchiamo di musealizzarne un contesto, fissando nel tempo un'immagine. Ma il paesaggio è un processo in costante evoluzione, la cui esplicazione si attua attraverso un contratto fra chi lo vive, con azioni per la tutela, la gestione, l'innovazione, l'invenzione perfino. È un progetto che alterna e integra queste azioni a seconda delle necessità, che richiede collocazioni nel tempo e nello spazio diverse da quelle consuete. Un buon progetto di paesaggio è, dunque, un'occasione strategica preziosa di riequilibrio del territorio. È tipico dell'approccio paesaggistico di lavorare sui caratteri e sui comportamenti, cercando delle idee per rispondere alle nuove sfide della società, anzi, con un po' di fortuna, cercando addirittura di anticiparne le mosse, avendo la presunzione di riaccarezzarne l'utopia.

Il progetto così impostato è una *chance* formidabile, diventa una delle basi per un rinnovato patto istituzionale della nostra condizione di abitare.

Un approccio creativo attraverso una riflessione progettuale sul paesaggio, nella ricchezza di diversi saperi che su questo tema convergono, sia oggi forse la via più interessante per capire i grandi fenomeni di trasformazione che investono il nostro *habitat* e per suggerire comportamenti tesi a migliorarne la qualità. Anticorpi, ecco che cosa ci serve. Non essendoci i tempi e i mezzi per una immensa riscrittura di un universo di errori, debba cambiare la nostra mentalità sugli obiettivi di pianificazione e governo del territorio, e che, in particolare, si debbano individuare delle strategie non frontali, ma per "enzimi", sistemi che definirei di "sedimentazione dolce", che sciolgano complicazioni e anomalie e introducano invece qualità di spazio connettivo e servizi, armonia e complessità.

Si tratta, per quanto sia amaro, di prendere atto di quanto è stato fatto, e di accettarlo, almeno per quanto sia possibile, e cercare di ricondurlo a una condizione di normalità il cui presupposto è un nuovo patto fra individuo, comunità e territorio, un nuovo stato nascente di *civitas*.

Per effettuare il governo delle grandi trasformazioni del territorio il progetto di paesaggio ha una impostazione favorevole rispetto ad altre impostazioni creative perché è sempre di più un processo aperto: dall'ideazione al compimento delle opere tende a coinvolgere diversi saperi, coinvolge allo stesso tempo il maggior numero di attori dei recenti fenomeni di urbanesimo, è un anello concettuale fra la consapevolezza delle ragioni storiche dei luoghi e la loro visione di futuro. Come ogni processo creativo è una sintesi di estetica, di etica e di conoscenza che si attua attraverso azioni indipendenti, ma fra loro strettamente integrate, di tutela, gestione, innovazione e invenzione dei contesti di intervento.

### 3.2.1 **Paesaggio: bello e sostenibile...** **Landscapes: beautiful and sustainable...**

di Gian Piero Donin (\*)

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Architettura del Paesaggio, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

#### **ABSTRACT**

*Diciamo paesaggio ma non siamo sicuri di sapere che cosa veramente sia.*

*Un po' asetticamente possiamo dire che paesaggio è quella speciale forma di un territorio determinata dalle sue caratteristiche fisiche, antropiche, biologiche ed etniche. Esso è strettamente relazionato a chi lo osserva, lo percepisce e lo vive.*

*Il significato del termine, derivato dal francese paysage e dall'italiano paese, tradizionalmente si legava alla pittura e faceva riferimento a certe vedute paesistiche.*

*Nella modernità il paesaggio è divenuto oggetto di studio di molte discipline: architettura, urbanistica, agronomia, geografia, ecologia ecc., ciascuna con la propria definizione e i propri assunti teorici. Questo ne fa soggetto di visioni differenti e interdisciplinari confondendone a volte il significato con altri termini quali ambiente, territorio, ecc.*

*We talk about landscapes but we are not exactly sure what they are.*

*Somewhat impersonally, we might say that a landscape is the special shape of a territory as defined by its physical, anthropic, biological and ethnic features. It is closely related to those who observe, perceive and experience it.*

*The meaning of this word that in Italian – paesaggio – derives from the French paysage and from the Italian paese, has traditionally been associated with paintings and referred to a specific view of the land.*

*In modernity, the landscape has become an object of study for a number of disciplines, such as architecture, city-planning, agronomics, geography, ecology, etc. each with its own definition and theory. Hence, it is the subject of different and interdisciplinary interpretations and, at times, its meaning is confused with that of other words such as environment, territory, etc.*



*“Paesaggio, sappiamo bene cosa non è: Non è architettura, non è urbanistica, non è agronomia, non è geografia, non è biologia non è ... Paesaggio è tutto ciò, in una sintesi che varia da luogo a luogo, dove diverse passioni umane si rappresentano, si confrontano, si compongono”* <sup>(1)</sup>.

Il 20 ottobre del 2000, a Firenze, è stata aperta alla firma degli Stati membri dell'Unione Europea la Convenzione Europea del Paesaggio, che si prefigge di promuovere la protezione, la gestione, la pianificazione e la trasformazione fisica dei paesaggi del Continente.

L'art. 1 della Convenzione recita: *“Paesaggio’ designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall’azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”*.

Si sancisce la stretta relazione che lega, nella definizione di paesaggio, la sua percezione e i suoi caratteri alle azioni naturali e umane che vi si stratificano nel tempo.

Più avanti, all'art. 2, la Convenzione compie un altro storico passaggio definendo il campo di applicazione del trattato a tutto il territorio: gli spazi naturali, rurali, urbani e periurbani, i paesaggi terrestri, le acque interne e marine, i paesaggi che possono essere considerati eccezionali e quelli della vita quotidiana fino ai paesaggi degradati.

Ci si discosta dall'idea che il paesaggio sia rappresentato soltanto da quei luoghi naturali universalmente riconosciuti come di eccezionale qualità per bellezza o per i loro valori naturali, per questo da tutelare, verso una visione attiva che considera il paesaggio, tutto il paesaggio, una risorsa e una opportunità di trasformazione per il miglioramento della vita di chi lo abita o solo lo frequenta anche per brevi periodi.

La Convenzione apre così uno scenario dove gli architetti del paesaggio, i paesaggisti, possono svolgere un ruolo primario di regia dei processi e di prefigurazione delle forme per tutte quelle azioni di intervento e di difesa che, in collaborazione con altre figure – urbanisti, ingegneri dell'ambiente, biologi, agronomi – possano rendere oltre che sostenibili anche “belli” i paesaggi d'Europa e in particolare quelli martoriati da una antropizzazione selvaggia. È questo un passaggio delicato della cultura architettonica rivolta al paesaggio e che deve spesso fare i conti con i vincoli posti da altre discipline la cui natura protezionistica *tout court*, sia del patrimonio storico come di quello ecologico dei luoghi e dell'ambiente, spesso costituisce un freno alle trasformazioni in quanto tali perché modificherebbero lo stato originale dei luoghi. È noto un paradosso a questo proposito che estremizza tale condizione e si riassume in un interrogativo: sarebbe possibile oggi, senza infrangere vincoli di legge, costruire un'altra meraviglia come la casa a Capri di Adalberto Libera? *“Isolata, esclusa, la casa Malaparte di Libera è un paradossale oggetto che si consuma nel paesaggio in solitudine, pieno di storie senza risposta. Un relitto sulla roccia, dopo il ritiro delle acque”*. John Ejdruk bene esprime su *Domus* i valori intrinseci dell'opera isolata e forse per alcuni dissacrante, di un paesaggio altrimenti da conservare nella sua integrità naturale.

Certo non si vuole dire che tutto è possibile e che l'arbitrio degli interventi sul paesaggio sia un valore in sé in quanto parte della libertà creativa di un artista, piuttosto si evidenzia come l'arte, l'architettura possano e debbano, nel rispetto della storia e delle qualità eco-biologiche di un luogo, interpretarne un *disperato e urgente bisogno di bellezza*.

Argomento difficile quello della bellezza in un paesaggio che sembra avere soprattutto bisogno di cure che ne ristabiliscano lo stato di salute piuttosto che l'*appeal*. Eppure è proprio fra questi due termini del problema che si gioca la carta più importante e più stimolante per l'architettura del paesaggio.

La sostenibilità, dimensione intellettuale e scientifica di questi ultimi 30-40 anni, ci insegna che le risorse del pianeta, compreso il paesaggio con tutto il suo portato in termini ecosistemici e di beni culturali, non vanno sperperate.

<sup>(1)</sup> Franco Zagari su *Paesaggio lettera aperta*, 2014.

Dostoevskij ci ricorda: *“Uomo, non ti esaltare al di sopra degli animali: essi sono senza peccato, mentre tu, con tutta la tua grandezza, contamini la terra”*. Comportamenti virtuosi in termini di sostenibilità porterebbero, in caso di successo, maggiori vantaggi economici e attività turistiche, garantendo anche un notevole incremento della occupazione lavorativa.

La bellezza, pilastro di tutte le culture del genere umano, ha già dimostrato nel corso della storia i suoi benefici e il suo indissolubile legame con il concetto stesso di benessere per gli uomini.

Non sappiamo, allo stato delle cose, se *riuscirà a salvare il mondo*, come diceva ancora Dostoevskij, sappiamo però che di afasia estetica soffre in gran parte la condizione contemporanea dell'*habitat* e che una sua redenzione o semplicemente la mitigazione degli effetti devastanti dell'incuria e dell'avidità, sono divenuti imperativi categorici.

Si offrono importanti sfide per architetti e ricercatori del paesaggio.

Non v'è dubbio che ai consueti temi legati al progetto e alla ricerca sui parchi, giardini, strade e piazze che fanno belle le città, si affiancano oggi altri soggetti di studio e di intervento la cui natura e la cui diffusione massiccia in tutte le parti antropizzate del globo richiedono una mobilitazione interdisciplinare della cultura architettonica e paesaggistica con altre discipline, senza precedenti.

Periferie, discariche, aree dell'abbandono e del rifiuto, coste e contesti territoriali devastati dallo *sprawl* urbano, cave, deforestazioni e aree estrattive, una agricoltura massiva, hanno determinato progressivamente nel nostro pianeta il proliferare di luoghi dove la bellezza, l'ordine e la riconoscibilità in cui si identifica chi li vive sono un lontano ricordo.

Urge un patto, una nuova alleanza fra le discipline dell'ambiente, dell'agronomia, dell'architettura e della pianificazione dei territori, ma anche dell'arte, della antropologia e della comunicazione.

Un patto in cui gelosie e autoreferenzialità di ognuno evolvano per trasformare l'astrattezza e la indeterminazione di termini quali paesaggio e sostenibilità in progetti di bellezza e rispetto per le risorse ambientali.

Diversi i sintomi positivi di una tale convergenza.

L'Expo Universale di Milano è la piattaforma di un confronto di idee e soluzioni condivise sul tema dell'alimentazione, stimolerà la creatività dei Paesi e promuoverà le innovazioni per un futuro sostenibile, ma è anche una straordinaria occasione per riformulare un destino di bellezza e di identità dei luoghi in cui si vive, si coltiva, si trasforma.

Uno sviluppo sostenibile legato all'alimentazione, infatti, non potrà essere scisso da una qualità più in generale della vita nel paesaggio che rappresenta la nostra storia e il nostro futuro.

Un giorno di maggio mangiavo pane fresco e mortadella seduto al sole sulla spiaggia di Scilla, davanti ad uno dei panorami più suggestivi del nostro Paese. Un panino come tanti altri ma che è rimasto nella mia mente indissolubilmente legato alla qualità di quel luogo, dell'aria e della luce che illuminavano lo Stretto e la straordinaria bellezza del borgo e del castello di Scilla arrampicati sulla roccia.

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Progettazione Architettonica, Università Iuav di Venezia.

### 3.2.2 **Paesaggi infrastrutturali** **Landscape infrastructure**

di **Alberto Ferlenga (\*)**

#### **ABSTRACT**

*Tra i cambiamenti drastici che incidono direttamente sull'aspetto dei territori in cui viviamo, quelli indotti dalla presenza delle infrastrutture legate al movimento sono indubbiamente i più visibili. Le infrastrutture possono diventare elemento di separazione e distruzione territoriale o, al contrario, occasione di libertà e salvaguardia ambientale. La loro presenza può caratterizzare un luogo oppure annullarne le differenze. E ancora, dopo un ciclo esaurito, il loro riuso può trasformarsi in straordinaria occasione di rivitalizzazione o il loro definitivo abbandono generare degrado diffuso.*

*Lavorare sul loro rinnovamento e sul loro riuso è l'occasione migliore che le prossime generazioni di architetti avranno per migliorare il mondo in cui vivono e la possibilità di farlo non implica solo talento progettuale ma un nuovo punto di vista e una nuova cultura che lo sorregga.*

*Amongst the drastic changes that directly affect the features of the territories we live in, the ones introduced by the presence of mobility-related infrastructures are undoubtedly the most clearly visible.*

*Infrastructures can become elements of local separation and destruction or, on the contrary, elements that support freedom and environmental protection. Their presence can characterize a place or cancel differences. And moreover, once their cycle is exhausted, their re-use can become an extraordinary opportunity for revitalisation while abandoning them, instead, can result in widespread deterioration.*

*A commitment to renovate or re-use them will give future generations of architects a huge opportunity to improve the world they live in but the ability to do so will require not only a talent for design but also new perspective and a new culture to support it.*

Tra i cambiamenti drastici che incidono direttamente sull'aspetto dei territori in cui viviamo, quelli indotti dalla presenza delle infrastrutture legate al movimento sono indubbiamente i più visibili.

Che le città sarebbero state sempre più condizionate da questa presenza l'avevano previsto in molti nei primi anni del Novecento. Per restare al campo dell'architettura, le prospettive urbane di Hilberseimer o gli schizzi di Le Corbusier per Rio o São Paulo non solo anticipavano temi funzionali che già la realtà urbana iniziava a porre, bensì prefiguravano scenari formali che attribuivano ruoli inediti a nuovi protagonisti, come autostrade, viadotti, ecc. Il tema dell'infrastruttura, come nuovo elemento di orientamento e conformazione della città, comincia tuttavia ad assumere un'evidenza globale dopo la Prima guerra mondiale quando la logistica e il trasporto di truppe e materiali assumono un peso mai avuto in precedenza. Ma tra il primo e il secondo conflitto il tempo non sarà sufficiente e lo sviluppo urbano non così impetuoso da determinare cambiamenti radicali, che diventeranno invece improcrastinabili alla metà del secolo, quando la necessità di ricostruire nazioni distrutte, il vento della modernità e una nuova forma di conflitto transcontinentale e strisciante come la guerra fredda riporranno al centro dello sviluppo di città e territori quelle infrastrutture che più esprimevano l'esigenza di spostamento di masse di cittadini finalmente smilitarizzate.

Due testi, tra i tanti che hanno analizzato il problema all'indomani del conflitto mondiale, ne circoscrivono le caratteristiche. Il primo, *Megalopolis*, di Jean Gottmann, geografo francese, esce nel 1961 e per la prima volta, individua nella struttura urbana in via di formazione, tra Boston e Washington D.C., un nuovo soggetto: *Megalopolis*, appunto, la città che ingloba altre città.

In essa la grande dimensione convive con la presenza di opposti (città e campagna), l'aspetto globale con il permanere della capacità dei centri originari di garantire l'identità del luogo.

Strade, ferrovie, comunicazioni in genere, diffuse territorialmente in forma di rete, garantiscono il funzionamento di quelle che pochi anni dopo, nel 1970, un grande storico inglese, Arnold Toynbee, avrebbe chiamato *Cities on the Move*, e un *planner* greco, tra i migliori osservatori del suo tempo, Constantinos Doxiadis, *Dynapolis*: la città dinamica, in marcia verso l'assetto di città-mondo.

*Megalopolis*, *Ecoumenopolis*, *Dynapolis* sono alcuni dei nomi attribuiti, nel corso del Novecento, ad un fenomeno di crescita urbana caratterizzato dalla grande dimensione e dal movimento. Ma la scoperta di quegli anni è che, pur mutando drasticamente dimensione e funzionamento, le città mantengono parte delle loro caratteristiche identitarie indissolubilmente legate, per gli aspetti che danno forma allo spazio, ad origini differenti e alla relativa invariabilità della scala umana come punto principale di osservazione del mondo. La questione che si pone a questo punto, ad una cultura come quella degli architetti che scopre ai primi del Novecento il terreno delle infrastrutture come occasione non solo tecnica di trasformazione del paesaggio, è dunque, al tempo stesso, nuova e antica. Se le infrastrutture legate a fluidi e movimenti assumono un'evidenza, peraltro anticipata da antichi imperi come quelli romani o inca, ed esprimono un nuovo protagonismo, come si coglierà l'occasione perché tutto ciò non si trasformi in un disastroso appiattimento del mondo? Il fenomeno è, infatti, ambiguo: le infrastrutture possono diventare elemento di separatezza e distruzione territoriale o, al contrario, occasione di libertà e salvaguardia ambientale. La loro presenza può caratterizzare un luogo oppure annullarne le differenze. E ancora, dopo un ciclo esaurito, il loro riuso può trasformarsi in straordinaria occasione di rivitalizzazione o il loro definitivo abbandono generare degrado diffuso.

Molti dei progetti e delle realizzazioni che, a partire dai primi del secolo scorso, ne prendono entusiasticamente in considerazione le potenzialità mettono in evidenza la loro natura multifunzionale. Dai disegni di Sant'Elia per la *Città Nuova* alle stazioni realizzate da Paul Bonatz a Stoccarda o da Eliel Saarinen a Helsinki emerge come il dato puramente funzionale si accompagni ad una nuova predisposizione ad assolvere ruoli un tempo legati ad autonome forme di rappresentazione della città pubblica. Aeroporti, stazioni, autostrade non solo diventano i simboli di un'epoca che corre veloce, ma definiscono lo scenario di spazi collettivi in cui una nuova idea di rappresentanza legata a nuove funzioni riconfigura le città.

Ma a distanza di un secolo dall'incontro tra architettura e infrastrutture in questo ambito emergono altri temi. Tra questi quello ambientale, legato al crescere di una sensibilità nuova nei confronti del pianeta che ci accoglie, mette in discussione la natura stessa delle infrastrutture e le modalità attraverso le quali prevederle, progettarle e costruirle. Se il valore aggiunto messo in evidenza dai progetti novecenteschi si poneva ancora all'interno di una logica di progressivo ed inarrestabile sviluppo, oggi quello che si richiede ad ogni infrastruttura è riduzione di impatto, reversibilità, connettività. E mentre una stagione di protagonisti, dalle reti dell'alta velocità, ai porti, dagli adeguamenti ai cambiamenti climatici, alle strutture legate alla sicurezza o allo stoccaggio dei rifiuti, individua un terreno di progetto ancora inesplorato, la massa di ciò che il secolo precedente ha lasciato sul terreno richiede forme di riciclo che, a loro volta, si trasformino in occasioni di rinnovamento urbano o territoriale. Il fatto che il riuso di un vecchio viadotto industriale, la *High Line*, si trasformi, a New York, in una delle occasioni più visibili e meno dispendiose di rigenerazione urbana e attrattività turistica, la dice lunga in questo senso.



Che sia una infrastruttura obsoleta, difesa dai cittadini e trasformata in parco lineare in quota e in punto di vista scorrevole, a creare spazio pubblico in una città che l'aveva quasi abolito e a influire sulla valorizzazione delle aree contigue mette in evidenza un campo di lavoro di estremo interesse. A New York, l'incontro tra memoria, nuova architettura e paesaggio ha generato qualcosa di probabilmente difficile da replicare a questo livello, ma quante sono le strutture analoghe il cui destino è sospeso e che affollano i territori del mondo? Cicli economici incalzanti comportano rapidi abbandoni e le sostituzioni non sono spesso convenienti. Si preferisce l'abbandono generando paesaggi di nuove rovine che si sommano al non finito di imprese mai portate a termine.

Questo enorme patrimonio sta davanti a noi in termini di occasione di progetto. Si tratta di dighe abbandonate, testimonianza di un'idea di controllo della natura che non ci appartiene più, di migliaia di chilometri di tratti ferroviari dismessi, di rami abbandonati di strade e autostrade, di ponti, viadotti, aeroporti. La loro presenza fisica, spesso economicamente difficile da annullare, e la contiguità con paesaggi o usi, ne farebbe occasioni importanti dentro una logica "leggera" di riuso. Ma è il modo di guardare a questo mondo di nervature e reti che deve cambiare, le opportunità di sviluppo economico e sociale non possono più essere considerate in opposizione a quelle che salvaguardano i valori culturali, storici e ambientali.

Se le infrastrutture hanno indicato per prime l'importanza di reti e relazioni, oggi un nuovo sistema di reti e una nuova capacità di interessare relazioni vanno messi in campo per ricalibrarne la presenza, sia che si tratta di progettare ciò che non esisteva prima che di riattivare vecchie presenze.

È probabilmente l'occasione migliore che le prossime generazioni di architetti avranno per migliorare il mondo in cui vivono, e la possibilità di farlo non implica solo talento progettuale ma un nuovo punto di vista e una nuova cultura che lo sorregga.

### 3.2.3 **Paesaggi urbani contemporanei, ovvero la città al tempo della crisi** *Contemporary urban landscapes, cities at a time of crisis*

di **Ottavio Amaro** (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### **ABSTRACT**

*I nuovi paesaggi urbani sono i paesaggi della crisi per una città che transita dal concetto di metropoli a quello di megalopoli o, più ancora, a quello di una nebulosa indescrivibile, sede della stragrande maggioranza della popolazione mondiale.*

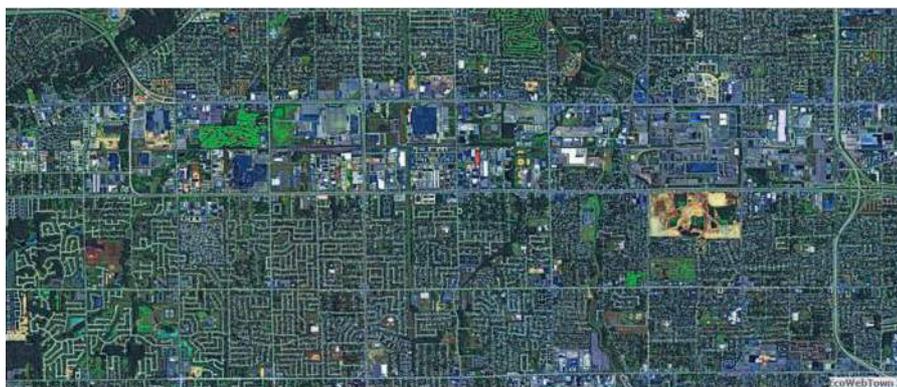
*La città si dilata, diviene atopica, sparsa, diffusa, dismessa, fortemente dissipatrice di energia, vocata alla sottrazione di suolo naturale e agricolo. Entrano in crisi gli stessi modelli urbani della modernità che sembravano compiuti nelle loro aspirazioni sociali e culturali, ma incapaci di confrontarsi con gli scenari della limitatezza delle risorse a scala planetaria.*

*Per il progetto si presentano nuovi approdi verso una dimensione intermedia tra l'accettazione dell'esistente costruito e la capacità di esplorare i terreni della resilienza vista come ritrovamento di una "memoria culturale dei luoghi", capace di continuare la loro narrazione.*

*The new urban landscapes are landscapes associated with crisis for changing cities: from metropolis to megalopolis or, further, to vague and indefinable places inhabited by the vast majority of the world population.*

*Cities expand, become non-local, disseminated, widespread, neglected, great energy wasters, with a calling to take over natural and agricultural land. Even the urban models of modernity, where social and cultural aspirations appeared to be fulfilled, are now facing a crisis given that they are unable to handle the fact that resources, on a planetary scale, are limited.*

*New solutions are developing in design and they entail an intermediate dimension involving acceptance of buildings that already exist and the ability to explore the ground of resilience viewed as the rediscovery of a "cultural memory of places", capable of continuing their tale.*



*Detroit, satellitare e aerea*



Alixandra Fazzina, *Baraccopoli di Karachi*



Francesco Jodice, *What We Want, San Paolo, T39, 2006*

I nuovi paesaggi urbani sono i paesaggi della crisi.

Da quelli dismessi avviati alla ruderizzazione (simbolo paradigmatico la città spettrale di Detroit), alle grandi megalopoli capaci di rappresentarsi, contemporaneamente, in infinite bidonville insieme ai simboli finanziari *high tech* della globalizzazione, alle periferie atopiche delle città occidentali, al continuum edilizio informe sulle coste, pronte spesso a causare e/o subire catastrofi ecologiche epocali nella *sfida* continua con la natura.

Tutto ciò caratterizza, con accelerazioni temporali inedite nella storia, il dibattito della città del XXI secolo, già di per sé erede di una teoria del declino, vissuta e rappresentata almeno negli ultimi due secoli.

Di crisi della città, infatti, come crisi di modelli e di rappresentazione, possiamo parlarne a partire dalle iconografie di Piranesi in cui emergono per la prima volta concetti come discontinuità, disorganicità, frammentarietà.

Lo stesso Movimento Moderno, pur proponendo nuovi modelli di città, ne celebra la crisi, sintetizzabile iconicamente nelle folle alienate del mondo futurista e/o, per contro, negli scorci desolati della poetica metafisica o della *muta* città americana di Hopper.

Se la crisi della città storicamente investiva le società più sviluppate, attualmente siamo in presenza di una crisi epocale che coinvolge globalmente le diverse aree del mondo, da quelle occidentali a quelle in via di sviluppo.

Il concetto di città transita da quello di metropoli a quello di megalopoli o più ancora a quello di una nebulosa indescrivibile, dove ormai si concentra sempre di più la stragrande maggioranza della popolazione mondiale.

Si va verso un concetto di realtà complessa e di complessità che non facilita una lettura e una descrizione della città su basi teoriche solide e credibili.

Il linguaggio descrittivo si moltiplica e si contraddice contemporaneamente in definizioni non univoche e sufficientemente adeguate. È significativo l'accostamento di possibili definizioni che opera Franco Purini in un saggio del 2000: *La città fabbrica, la città del capitale, la città per parti, la città collage, la città di latta, la città di quarzo, la città dei byte, la città fortezza, la città postmoderna, la città evento, oppure la città vivente, istantanea, analogica, frontale, fisica, invisibile, visibile, intermedia, dialettica, diffusa, bella, generica, generale, atopica, globale, narcotica, disfatta, digitale, banale, variabile, aperta, perduta, interrotta, sana, concreta, aleatoria, necessaria, elementare, complessa, possibile, dispersa, emergente. La città*, continua Franco Purini, *sembra ormai non avere più consistenza se non attraverso una serie di aggettivi che la specificano e le conferiscono un'essenza tendenziosa, sottraendola a un processo di costante e inarrestabile perdita d'identità* (1).

L'accavallamento di definizioni che si aggiungono e/o superano categorie interpretative più dirette – città/campagna, centro/periferia – ritrova, come punto comune e denominatore, il riconoscimento dell'idea di degrado che insiste sulla città. Questo si può leggere sotto i diversi aspetti: da quello della progressiva atopizzazione che, sotto l'azione di nuove e continue dinamiche economiche, sottopone intere parti di città, a partire da quelle storiche, a cambiamenti funzionali radicali, assegnandole ruoli estranei alle loro identità: centri commerciali, edifici direzionali; a quello della marginalizzazione e ghettizzazione di quartieri destinati a fasce di popolazione posti fuori dei processi produttivi e spesso fuori dei circuiti delle condizioni di vita civile e solidale; a quello di una città dilatata, sparsa e diffusa, vocata alla sottrazione di suolo naturale e agricolo, incapace di costituirsi come tessuto identitario della città, caratterizzata dall'idea di attraversamento in cui le forme dell'infrastruttura assurgono a "luoghi" dell'abitare.

L'uso del termine "degrado" assume un senso e un significato globale, coinvolgendo le diverse latitudini terrestri, da oriente a occidente. Per i primi la ricerca di risposte nelle forme più appariscenti e spettacolari, spesso, ad opera dello *star system internazionale*, porta a processi di trasformazione delle città fuori da ogni bisogno di affermazione dell'identità locale, per sostituire gran parte della città con interventi globalizzati, determinati dall'alta finanza

(1) F. Purini, *La fine della città*, 2000, pag. 320, in: *La città uguale*, a cura di Margherita Petranzan e Gianfranco Neri, Il Poligrafo, Padova, 2005.

internazionale, fuori da logiche della costruzione di una città legata ai luoghi, ai paesaggi e alle sue necessità storiche. In gran parte dei casi ciò si risolve in una logica di vera e propria *sostituzione* come *cancellazione* dell'esistente per fare posto ai paesaggi della globalizzazione: Shanghai, Bangladesh, Mumbai, Tokyo, Calcutta, Città del Messico, Pechino, ecc. Per i secondi si tratta di ripensarsi alla luce delle nuove tematiche e principi epocali: mobilità, inquinamento, consumi, risparmio energetico, flussi migratori. Il tema della sostenibilità in particolare mette in crisi un modello storico di città luogo del "consumo" di energia, di suolo, soggetto passivo di abitudini e azioni, causa dei processi di degrado e di atrofizzazione ambientale soprattutto nel rapporto residenza/lavoro, uso di apparati tecnologici non sostenibili, mancanza di rapporto con le fonti rinnovabili di energia, e quindi di un'etica necessaria nel rapporto con la natura. Ciò conduce evidentemente nei territori di crisi degli stessi modelli urbani della modernità che sembravano compiuti nelle loro aspirazioni sociali e culturali, ma forse incapaci di confrontarsi con gli scenari della limitatezza delle risorse a scala planetaria.

Crisi sicuramente ancora aperta e interna ad una contraddizione esistenziale tra necessità dello sviluppo e conseguente depauperamento delle risorse. Paradosso più che evidente in modelli architettonici che, pur teorizzando il superamento della dissipazione energetica, rimangono vittima di cicli produttivi rivolti più all'attrazione mediatica come espansione di mercato che alla messa a punto di un nuovo paesaggio urbano. Edifici *verdi*, *protesi* tecnologiche applicate agli edifici, *dispositivi* meccanici paralleli sono ancora incapaci d'identificare i nuovi *paesaggi energetici* con i linguaggi propri dell'architettura e con la sua aspirazione a costruire forme ed espressioni dell'arte e del senso dell'abitare <sup>(2)</sup>.

Nello stesso tempo si è in presenza di movimenti, teorie e spesso mode che ripropongono un ritorno alla natura come ricerca di empatie scomparse, relazioni in cui ancora il corpo costituiva la scala e la misura anche della città. Relazioni difficilmente rintracciabili nei paesaggi urbani dell'attraversamento e degli intrecci infrastrutturali, dell'*urban sprawl*, delle periferie prive di limiti, frammentarie e residuali, dove il progetto può assumere nuove categorie d'intervento che viaggiano su terreni più imprevisi, seppur non meno seduttivi.

Tutto ciò si dilata e si sovrappone ancora ad ulteriori temi che incombono sulla città, quale la nuova conflittualità urbana riferita ai movimenti epocali dei flussi migratori, che quotidianamente s'impongono con nuove configurazioni e immagini mediatiche. Essi s'inseriscono in questo contesto di crisi, aumentando le criticità e divenendo essi stessi un elemento di rottura di equilibri e sistemi consolidati nelle città.

Siamo in presenza di un vero e proprio tema per le città dai possibili molteplici scenari futuri.

Insieme ad una risposta quantitativa, l'immigrazione pone una domanda qualitativa, costituita da necessità della presenza di simboli, immagini rappresentative di una identità culturale di provenienza. Sorge cioè la necessità di far convivere le moschee, i minareti con i campanili e le cupole. Le città cioè si confrontano, non senza ostilità, con una necessità di multiculturalismo che si traduce in nuovi paesaggi urbani e architettonici, ricchi di *contaminazioni* e *sconfinamenti culturali* <sup>(3)</sup>.

In questo senso i nuovi paesaggi urbani sono i paesaggi in divenire capaci di ri-costruirsi e ri-generarsi all'interno di nuove riflessioni (A. Giddens parla di *modernità riflessiva*), ma anche di nuove opportunità per il progetto della città, alla luce di nuove relazioni sociali, culturali e ambientali.

Su questa prospettiva esso può ritrovare la positività e la carica utopica prefiguratrice di nuovi scenari dell'abitare, destinati ad approdare in una dimensione intermedia tra l'accettazione dell'esistente costruito e la capacità di esplorare i terreni della resilienza vista come ritrovamento di una "memoria culturale dei luoghi", capace di continuare la loro narrazione.



P.P. Pasolini nella periferia romana



Velasco Vitali, *Walled City*, 2010. Oil on canvas, 50 x 50 cm

<sup>(2)</sup> Su questo argomento si rimanda al volume *Le forme dell'energia*, O. Amaro, G. Neri (a cura di), Kaleidon ed., Reggio Calabria, 2010.

<sup>(3)</sup> Ciò dà origine a conflittualità che trovano spesso riscontro in specifici atti di chiusura. Nel 2009 la Svizzera indisse un referendum contro la costruzione di minareti sul proprio territorio. Nel 2015 la Regione Lombardia propone il disegno di legge n. 195 in cui esclude la possibilità di costruire moschee, sottolineando che occorre rispettare il "paesaggio lombardo".

(\*) Ingegnere, Professore Ordinario di Ingegneria del territorio, Università La "Sapienza" di Roma.

### 3.3 I presupposti della sostenibilità urbana The prerequisites for urban sustainability

di Enzo Scandurra (\*)

#### ABSTRACT

*Nella prima parte vengono esposti i presupposti della sostenibilità a partire dalle riflessioni del famoso epistemologo ed ecologo americano Gregory Bateson. Nella seconda parte si analizzano i fattori che autorevoli studiosi (Weber, Mumford, Braudel) hanno messo al centro dell'attenzione nel processo di nascita delle città moderne. In tutti questi casi viene trascurata la componente naturale, mentre si sottolineano gli aspetti economici e puramente geografici. Nella terza parte si affronta il tema dell'Ecological Footprint, ovvero l'area biologicamente produttiva di terra e mare necessaria a fornire le risorse naturali e di cibo per il sostentamento della città. L'ultima parte è dedicata al tema della città intesa come bene comune.*

*The first section illustrates the prerequisites for sustainability starting from the considerations of well-known American epistemologist and environmentalist Gregory Bateson. The second section analyses the factors that influential scholars (Weber, Mumford, Braudel) placed at the heart of the birth process of modern cities. They all fail to consider the natural component while highlighting economic and purely geographical aspects. The third section examines the issue of the Ecological Footprint i.e. the biologically productive areas of land and sea needed to supply natural resources and food for the sustenance of cities. The last section is devoted to the theme of cities viewed as common asset.*

Nel 1970 Gregory Bateson fu invitato a presiedere un convegno sul tema "Ristrutturazione dell'ecologia di una grande città".

Scopo del convegno era quello di far incontrare i partecipanti con i pianificatori dell'ufficio del Sindaco di New York, John Lindsay. In tale circostanza Bateson elaborò una teoria riguardante il tema dell'ecologia e della flessibilità in una grande città. Nonostante siano passati molti anni, i presupposti elaborati da Bateson rimangono dei punti di riferimento fondamentali per la sostenibilità urbana (1).

Bateson sosteneva che: c'è un'ecologia delle cose, un'ecologia della progettazione, un'ecologia delle relazioni e un'ecologia delle idee.

*Il primo presupposto.* Parafrasando la *Lettera di San Paolo ai Galati*, egli sosteneva che *il dio ecologico non può essere beffato*. Noi non siamo fuori dell'ecologia che stiamo pianificando: ne facciamo sempre e comunque parte. Bateson, seguendo questo insegnamento della Bibbia, arrivava a conclusioni radicali: *"Se questo mio giudizio è corretto, allora le idee ecologiche implicite nei nostri piani sono più importanti dei piani stessi, e sarebbe una follia sacrificare queste idee sull'altare del pragmatismo"*. Nel senso – aggiungo io – che non si possono utilizzare mezzi o idee non ecologici per raggiungere fini ecologici. E nemmeno utilizzare quel falso ragionamento secondo il quale "se non l'avessi fatto io l'avrebbe comunque fatto un altro". *"Alla lunga"*, aggiungeva Bateson, *"non conviene 'vendere' i piani con superficiali argomentazioni ad hominem che nascondono o contraddicono l'intuizione più profonda"*.

*Il secondo presupposto.* Bateson sosteneva anche che *la creatura che la spunta contro l'ambiente distrugge se stessa*. Anche questa affermazione è dotata di una grande saggezza. Se riflettiamo un istante scopriamo che il nucleo fondante e ideologico degli studi universitari è proprio quello della sfida contro ogni limite.

(1) Tali riferimenti fanno parte dell'ultimo capitolo del libro *Verso un'ecologia della mente*, scritto da Bateson nel 1977 (edizioni Adelphi). Successivamente alla pubblicazione del libro fu inserito un apposito capitolo dal titolo *Ecologia e flessibilità nella civiltà urbana*, che compare alle pagine 538 e seguenti. Bateson è autore di altre tre libri sullo stesso tema: *Mente e Natura*, *Dove gli angeli esitano* e *Una sacra unità*, tutti pubblicati da Adelphi.

La frase di Bateson ci riporta ad una condizione di armonia e coevoluzione con l'ambiente. Alla base del nostro modo di pensare e di agire ci sono spesso presupposti sbagliati, ovvero paradigmi e idee non ecologici che conducono verso esiti catastrofici.

*Terzo presupposto.* Ancora Bateson sosteneva che *viviamo in una casa di vetro e in una casa di vetro bisogna stare attenti a non tirare sassi*. Questa terza riflessione svela il carattere sistemico della relazione *uomo-ambiente*, o meglio sarebbe chiamarla *uomo-nell'ambiente*. La questione ambientale nasce proprio dal conflitto con il quale evolvono i due sistemi e che rende instabile questo equilibrio. I cambiamenti prodotti dall'attività antropica avvengono infatti nel corso di decenni, mentre il sistema ambientale muta nel corso di milioni di anni. Le due diverse velocità creano instabilità del sistema, come dimostra l'economia sempre più in rotta di collisione con l'ambiente.

Nei libri di geografia si legge che le prime città nascono in prossimità dei fiumi, delle miniere di carbone, lungo le reti di infrastrutture di trasporto e così via. C'è, pur nella sua approssimazione, qualcosa di vero in questa affermazione, ovvero che le città, al loro nascere, sono incentrate su due aspetti fondamentali: la presenza di risorse e quella del mercato. Lo stesso Marx (in aperta polemica con gli Utopisti) riteneva positiva la nascita della grande città perché questa inedita concentrazione di tante persone avrebbe consentito la loro emancipazione (la funzione civilizzatrice del capitale), la presa di coscienza collettiva della loro condizione di sfruttamento, in una parola la formazione di una vera coscienza di classe <sup>(2)</sup>. Piero Bevilacqua, storico del paesaggio agrario, sostiene che nel suo saggio *Die Stadt*, pubblicato postumo (1921), Max Weber, dopo aver messo in rilievo le condizioni politiche che in genere presiedono alla nascita delle città antiche o medievali, non ha dubbi sul fatto che, condizione essenziale *“perché si possa parlare di ‘città’ è l'esistenza nel luogo dell'insediamento di uno scambio di prodotti – non soltanto occasionale ma regolare – quale elemento essenziale del profitto e della copertura del fabbisogno degli abitanti: l'esistenza di un mercato”* <sup>(3)</sup>. Anche Lewis Mumford, nel suo libro *La città nella storia*, appare indifferente alle questioni ambientali. Egli, sostiene Bevilacqua, considera il fiume esclusivamente come il primo veicolo efficace per il trasporto di massa <sup>(4)</sup>. Possiamo dunque affermare che, “padri fondativi” degli studi sulla città, ne vedevano solo gli aspetti economici e perfino l'acqua – una risorsa naturale indispensabile alla vita – veniva classificata nel novero delle risorse economiche essenziali per lo sviluppo dei mercati. Lo stesso Fernand Braudel, autore di quel bellissimo testo sul *Mediterraneo*, affermava: *“Non c'è città senza strade e senza mercato. Esse si nutrono di movimento”* <sup>(5)</sup>.

Tuttavia, sebbene gli storici della città ne sottolineano le caratteristiche economiche, sappiamo che esse non avrebbero mai potuto svilupparsi senza lo sfruttamento di risorse naturali, *in primis* quelle provenienti dalla coltivazione della terra, come il cibo. L'acqua, il carbone, la legna da ardere (la presenza vicino alla città di estese aree boschive), nonostante non vengano mai menzionate, fornivano la quantità di energia necessaria ai consumi della città. La natura entrava dunque “quasi di nascosto” nei processi di accumulazione economica che caratterizzavano la città, tanto che essa non era contemplata, o almeno non era visibile, agli occhi degli economisti, dei sociologi e degli urbanisti.

Quella che oggi chiamiamo “impronta ecologica” (*ecological footprint*), ovvero l'area biologicamente produttiva di mare e terra necessaria a produrre le risorse rinnovabili necessarie al sostentamento della vita di un'intera città, era rappresentata dal *contado*, che circondava la città stessa.

Secondo Paolo Malanima una città di 10.000 abitanti doveva disporre, per i soli usi domestici, di una riserva forestale di 50-80 km<sup>2</sup> <sup>(6)</sup>.

<sup>(2)</sup> In proposito si veda: V. Scandurra, *La città che viene*, articolo per il terzo numero della rivista (on-line) della Società dei Territorialisti, [www.societadeiterritorialisti.it](http://www.societadeiterritorialisti.it), Collana Scienze del Territorio n. 3, *Ricostruire la città* (in corso di pubblicazione).

<sup>(3)</sup> M. Weber, *Economia e società. La città*, a cura di W. Nippel, Donzelli, Roma, 2003, p. 5, da: P. Bevilacqua, *La città. Un ecosistema di beni comuni*, articolo per il terzo numero della rivista (on-line) della Società dei Territorialisti, [www.societadeiterritorialisti.it](http://www.societadeiterritorialisti.it), Collana Scienze del Territorio n. 3, *Ricostruire la città* (in corso di pubblicazione).

<sup>(4)</sup> L. Mumford, *La città nella storia*, Introduzione di M. Dau, Castellevecchi, Roma, 2013, p. 111. L'autore non manca di cenni al ruolo dell'acqua nell'antica Roma (ma soprattutto per la pratica delle terme) e alla necessaria presenza di terre fertili intorno alla città, sulla base di storici e geografi dell'antichità (*ibidem*, pp. 318-326).

<sup>(5)</sup> F. Braudel, *Civiltà e imperi del Mediterraneo nell'età di Filippo II*, Einaudi, Torino, 1976, I, p. 330, *Civiltà materiale, economia e capitalismo (secoli XV-XVIII). Le strutture del quotidiano*.

<sup>(6)</sup> P. Malanima, *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1996, p. 58.

Dunque, sebbene ignorata dalla letteratura scientifica dell'epoca, la presenza di risorse naturali costituiva la base dell'economia che regolava la vita delle prime città industriali.

Secondo Hannah Arendt “*tre eventi si collocano alla soglia dell'età moderna e ne determinano il carattere: la scoperta dell'America e la successiva esplorazione di tutta la terra; la Riforma che espropriando le proprietà ecclesiastiche e monastiche iniziò il duplice processo dell'espropriazione individuale e dell'accumulazione di ricchezza sociale; l'invenzione del telescopio e lo sviluppo di una nuova scienza che considera la natura della terra dal punto di vista dell'universo*” (7).

In questo scritto è soprattutto il primo punto che interessa: la scoperta dell'America pone le basi dell'epoca moderna in quanto in un solo attimo tutti gli ecosistemi del pianeta vengono messi in relazione fino a formare l'ecosistema planetario, la Biosfera. È a questo punto che le città si svincolano dal contado che li rifornisce di energia rinnovabile. *L'Ecological Footprint* riguarderà aree del pianeta anche molto distanti dalla città. Ricorda Piero Bevilacqua (8) che l'impronta ecologica della Londra dell'Ottocento “*aveva assunto dimensioni mondiali, dal momento che, ad esempio, le élite londinesi consumavano correntemente tè, cacao, zucchero di canna e caffè provenienti dalle colonie. Esso (l'ecosistema londinese) costituiva il centro di un'immensa periferia che era il suo impero transoceanico, si reggeva e si occultava grazie alle reti di dominio e di sfruttamento dei territori delle colonie. Potremmo dunque concludere che l'esistenza di una città delle dimensioni e dei consumi di Londra – a metà dell'Ottocento una delle più grandi città del pianeta – era resa possibile dall'inglobamento, nelle sue economie imperiali, di una parte estesa della casa comune della terra*” (9).

Garret Hardin, ecologo statunitense, pubblicò nel 1968 un saggio dal titolo *La tragedia dei beni comuni* (10). Esso ebbe il pregio di stimolare l'attenzione e la curiosità di molti ricercatori in quanto si mostrò geniale nel suo pessimismo. Il saggio dimostra come il comportamento razionale dei singoli individui (del tipo: *cerco di avere il massimo dei benefici per me stesso*) porti a un risultato complessivamente disastroso, una tragedia appunto.

Apparentemente, spiegava Hardin, il vantaggio individuale nell'aggiungere un'altra pecora al proprio gregge che pascola su terreni comuni è alto, perché il danno eventuale, legato a un deterioramento del terreno per eccesso di pascolo, viene ripartito tra tutti gli allevatori, mentre della singola pecora in più beneficia solo il singolo. È lo stesso meccanismo della cena tra amici dove il conto viene suddiviso in parti uguali: ognuno è tentato di ordinare aragosta, anche se molto costosa, perché il prezzo elevato verrà distribuito tra molte teste. Ma se tutti aggiungono pecore, o se tutti ordinano aragoste, il sistema salta: non c'è più erba per nessuno (o il conto del ristorante diventa stratosferico, al di là dei portafogli dei singoli). Apparentemente, dunque, la tragedia non può essere evitata a meno che nelle ferree leggi economiche non vengano introdotti i concetti di uguaglianza e di solidarietà (11).

La *Tragedia dei Commons* storicamente è stata evitata non già con leggi scritte (che non c'erano), né con poliziotti o guardiaboschi, ma in base alle regole non scritte di controllo sociale, spontaneamente emerse dalla comunità: approfittare del bene comune fino a depauperarlo era un fatto colpito da riprovazione sociale, che poteva anche portare all'espulsione (o all'isolamento sociale) dell'autore. La *città è un bene comune*, lo spazio vitale dell'incontro e del riconoscimento, il luogo del vivere collettivo, l'*oikos* e, dunque, essa, per essere tutelata, deve essere fondata su rapporti di reciproco rispetto che si chiamano solidarietà, uguaglianza, salvaguardia della natura. Ciò contrasta apertamente con la contraddizione fondativa del capitalismo: la produzione sociale di un immenso flusso di ricchezza entro i vincoli stretti dell'appropriazione privata: “*e oggi, dentro tale contraddizione, non si trovano soltanto delimitati stock di beni e risorse, ma la Terra intera, la casa comune degli uomini, messa in pericolo dal saccheggio privato di forze che minacciano l'universalità dei viventi*” (12).

(7) H. Arendt, *Vita Activa. La condizione umana*, Bompiani, Milano, 1966, p. 183.

(8) P. Bevilacqua, *La città. Un ecosistema di beni comuni*, op. cit.

(9) Si ricorda *en passant* che i Paesi europei, alla fine degli anni '30 del secolo scorso, controllavano il 42% delle terre emerse del globo, mentre la Gran Bretagna governava una popolazione di oltre 500 milioni di individui (B. Droz, *Storia della decolonizzazione nel XX secolo*, B. Mondadori, Milano, 2010, p. 2).

(10) *The Tragedy of Commons* è il titolo di un famoso saggio pubblicato nel 1968 sul n. 162 della rivista *Science* dall'ecologo statunitense Garret Hardin.

(11) In proposito si veda il libro di J.E. Stiglitz, *Il prezzo delle disuguaglianze*, Einaudi, Torino, 2013; e quello di S. Rodotà, *Solidarietà. Un'utopia necessaria*, Laterza, Roma-Bari, 2015.

(12) P. Bevilacqua, *La città. Un ecosistema di beni comuni*, op. cit.

### 3.3.1 Strategie smart per la Città (Metropolitana) Smart Strategies for (Metropolitan) Cities

di Francesca Moraci (\*), Celestina Ornella Fazia (\*\*)

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Urbanistica, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Pianificazione Territoriale, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Il saggio propone una riflessione sul rapporto smart city e città metropolitana rivolgendo una particolare attenzione ai presupposti necessari, ai settori che entrano in gioco, alle strategie attivate e attivabili per realizzare il progetto “smartizzazione” e “metropolizzazione”.*

*Le smart cities sono le città efficienti che creano, attraverso innovazioni infrastrutturali e tecnologiche, le condizioni ottimali per produrre valore economico-sociale e virtuosità ambientale-energetica, attraverso gli smart sector.*

*Una smart city, in sintesi, è una città che ben combina e armonizza in particolare sei caratteristiche: mobility, environment, people, living, governance, economy, fondate sulla combinazione “intelligente” delle risorse della stessa città e delle attività di cittadini autonomi, indipendenti e consapevoli (per una smart community).*

*Ma come può una città diventare smart? Quali le difficoltà di assurgere a tale mandato, per una città che ancora presenta questioni urbanistiche, economiche e sociali irrisolte? E, sulla base di questi presupposti e di velleità politiche-territoriali, come diventare metropolitana? Quali le caratteristiche e le dimensioni? E soprattutto le condizioni?*

*This paper presents some considerations on the relationship between smart cities and metropolitan cities with a special focus on the prerequisites, the sectors that come into play, the strategies that have been or can be activated to implement a “smartization” and “metropolitization” project.*

*Smart cities are efficient cities that, thanks to infrastructural and technological innovation, develop the optimal conditions for the generation of economic-social value and of virtue in terms of the environment and energy through the smart sectors.*

*A smart city, in short, is a city that combines and harmonises six features in particular: mobility, environment, people, living, governance, economy, based on a smart blending of the city’s own resources with the activities of autonomous, independent and attentive citizens (for a smart community).*

*How can a city become smart? What are the difficulties associated with achieving this goal for a city that still presents unsolved planning, economic and social problems? And, based on these prerequisites and on political-territorial aspirations, how can it become metropolitan? With what features and what dimension? And, above all, under what conditions?*

L'elevazione a rango “metropolitano” è una opportunità per le città interessate, dai molteplici e diversi effetti territoriali, economici e sociali. Non basta avere il “titolo” di città metropolitana per dimostrare di esserlo o di aver cambiato metodo e aprirsi ai nuovi sistemi territoriali coerentemente con le indicazioni e la vision della politica europea.

Anche la retorica smart è poco funzionale/funzionante se rimane una semplice etichetta.

Ciò vale in particolare per le città meridionali, che devono superare gap strutturali importanti. Si potrebbe dire che devono dimostrare di “essere capaci” – in una Italia al 27° posto su 28 Paesi in capacità di spesa – in termini di idee, strategie, innovazione, offerta di servizi, infrastrutture e qualità della vita: attrattività e competizione quindi. In ordine direi che molte città (del Sud) devono diventare “città” prima di assurgere ad essere smart e prima di elevarsi, nei fatti, a città metropolitana. Nell'Area dello Stretto, in particolare, la questione si complica per via della posizione geografica – che in un altro Paese sarebbe strategica – ma che, vista la politica di deinfrastrutturazione (contrometropolizzazione) in corso, pare essere sottovalutata come ulteriore canale di finanziamento, di politica integrata e authority indipendente.



Oltre che di un progetto di città metropolitana abbiamo bisogno di un progetto di territorio ampio, attrattivo e competitivo che dialoghi – anche infrastrutturalmente – con l'area vasta della (ex) Provincia di Messina, di Reggio Calabria e dello Stretto, in termini reali e ipotetici per essere pronto ad affrontare la volontà di riforma in termini di contenuti concreti.

Altro punto: mentre Reggio Calabria ha uno *status* giuridico più definito, l'indebolimento di Messina è giocato in sede regionale da un trend consolidato (si veda il PAC), che vede anche nella riforma delle Autorità Portuali e dal desiderio manifestato da molti comuni della sua provincia o della perimetrazione *ex* legge 9/86, di procedere in consorzi autonomi, un ulteriore colpo di grazia. Una città porta dovrebbe essere attrattiva e di interesse regionale, mentre registra un interesse asfittico e poco contrattuale. Non credo che cambiare "cartello" possa determinare il rango e le funzioni delle città metropolitane esistenti rispetto a quelle ancora da costruire in termini di fattori di metropolizzazione se non si punta appunto su più fattori e dotazioni territoriali uniche e strategiche. Effetti distortivi prodotti dallo stesso territorio che non vuol essere smart, o che non può esserlo?

Al contempo la riforma costituzionale, tutta italiana, che dovrebbe fare da sponda al recepimento e articolazione dei documenti nazionali in funzione della visione europea non sembra rispondere alla capacità progettuale innovativa dei territori/città. Ma non si può rinunciare all'*invito* che il PON *Smart city-città metropolitana* offre. Le nostre élite sono pronte?

Come affermato da Barca, i finanziamenti condizionati, propri delle politiche *place-based*, sono motivati da tre distinti (anche se interconnessi) tipi di insuccessi del mercato o dello Stato: le istituzioni economiche di cui ha bisogno un territorio non vengono realizzate, perché sono contrarie agli interessi delle élite locali; le istituzioni economiche, formali e informali, non si sviluppano per la tendenza delle istituzioni a persistere nel tempo (*path-dependency*); gli interventi dove la dimensione spaziale è esplicita tendono a essere più efficaci rispetto agli interventi che si auto-proclamano "indifferenti alla dimensione spaziale". La prima motivazione delle politiche di sviluppo *place-based* sta nel fatto che esse possono aiutare a realizzare in singoli luoghi istituzioni economiche che le élite locali evitano intenzionalmente di realizzare perché a loro sfavorevoli <sup>(1)</sup>.

E per ritornare al termine *place* perché non ripensare all'idea di città metropolitana ancorandoci anche a logiche di *place branding*? Tale complesso approccio metodologico – che valorizza l'identità dei luoghi, dialoga e interagisce con le politiche culturali, la progettazione urbana e le politiche sociali –, assicura competitività a città e territori. Identificato come una declinazione chiave del *policy making* per il riposizionamento competitivo di città e territori, il *place branding* potrebbe contribuire a creare nuovo valore nella percezione di investitori, consumatori e cittadini, *end users* del nuovo modello smart di città metropolitana attraverso una nuova "*knowledge platform per il dibattito, la ricerca e la formazione di nuove professionalità in grado di operare nei fecondi territori del place branding e della place identity*" <sup>(2)</sup>.

Teoricamente, la smart city fornisce una serie di servizi per ridurre il gap strutturale presente nella città in termini di qualità della vita e per generare intelligenza. Producendo inclusione, migliorando la qualità urbana, introduce nel mercato nuovi dispositivi e strumenti di gestione delle comunità intelligenti ad alta densità tecnologica (attraverso la partecipazione dei cittadini e l'applicazione di tecnologie smart) ed *effettua* il trasferimento tecnologico al territorio, agli operatori del settore, agli End Users in generale. Tra le città mappate nel documento Mapping Smart Cities in EU, alcune individuano piattaforme cittadine di partecipazione per lo sviluppo delle città basate sulle ICT: Amsterdam, Helsinki e Firenze.

<sup>(1)</sup> F. Barca, *Un'agenda per la riforma della politica di coesione*. Una politica di sviluppo rivolta ai luoghi per rispondere alle sfide e alle aspettative dell'Unione Europea. Rapporto indipendente predisposto nell'aprile 2009 su richiesta di Danuta Hübner, Commissario europeo alla politica regionale, in [http://www.dps.tesoro.it/documentazione/comunicati/2010/rapporto%20barca%20%28capitoli%201%20e%205%29\\_ita%2001\\_07\\_2010.pdf](http://www.dps.tesoro.it/documentazione/comunicati/2010/rapporto%20barca%20%28capitoli%201%20e%205%29_ita%2001_07_2010.pdf).

<sup>(2)</sup> Si veda a tal riguardo il sito dell'ASERI: <http://aseri.unicatt.it/aseri-place-branding-overview>.

L'obiettivo strategico di questi progetti è quello di sviluppare servizi pubblici migliori fornendo una fruizione interattiva della città, ad esempio la Smart City Platform di Amsterdam, o di sfruttare dati pubblici per lo sviluppo di applicazioni, utili *mash-up* di dati o nuovi servizi. La città di Helsinki, in Finlandia, è alla ricerca di nuovi modi per incoraggiare la creazione di dispositivi tecnologici, servizi digitali e applicazioni utili per i cittadini.

Diversi sono quindi i modi di essere smart, ma unico è il denominatore comune di considerare la città, il suo governo <sup>(3)</sup> e le sue tecnologie, che devono essere in grado – attraverso azioni mirate all'inclusione, all'innovazione e all'interazione – di promuovere una cittadinanza attiva, una *smart communities*, orientata a creare nuove opportunità sociali, economiche e culturali nei percorsi di "smartierizzazione".

Ma che cosa cambia se il contesto da rendere smart è una città metropolitana? Le città metropolitane, quelle di fatto, hanno assunto un ruolo sempre più rilevante nella geografia economica globale, questa forma di governo sovra-comunale dovrà essere soprattutto un'occasione per modernizzare la Pubblica Amministrazione, e rispondere con una struttura snella ed efficiente al bisogno di imprese e cittadini di una burocrazia più efficiente.

Nelle città metropolitane italiane si concentrano il 36% del Pil, il 35% degli occupati, il 32% degli italiani e il 34% della popolazione straniera. Le città metropolitane italiane dovranno essere un motore di programmazione e pianificazione strategica, all'altezza delle migliori esperienze europee – e quindi Barcellona, Lione, Monaco, Stoccolma, Amsterdam – capaci di individuare risorse, tempi, soggetti e modalità attuative dei progetti, con una visione condivisa dello sviluppo. Con queste realtà, dove smart è una condizione intrinseca o esogena – non necessariamente abilitante all'essere città o città metropolitana – Reggio Calabria e Messina, insieme o autonomamente, dovranno misurarsi.

I connotati/contenuti di area metropolitana e città metropolitana, i fattori di metropolizzazione (smart e non) per Messina, quanto per Reggio Calabria, sono essenziali poiché, in assenza di fattori economici di metropolizzazione, si rischia di vanificare le potenzialità di un progetto, di un nuovo modello di città metropolitana. L'opportunità e la localizzazione geografica giocano un ruolo di *start up* se uniti alla capacità di governance, alla strategia d'avvio e alle *dotazioni territoriali esistenti*, da proporre attraverso l'Agenda Urbana dell'Area dello Stretto e il patto sociale. Travalica la dimensione dell'area metropolitana oggetto di dibattito proiettandola in una logica di effervescenza territoriale e di piattaforma strategica di corridoio che ingloba lo Stretto come dimensione europea del problema e si spinge in un primo assetto di integrazione tra le città di Messina e Reggio Metropolitana (con Gioia Tauro) e poi si sviluppa attraverso un accordo con la fascia orientale della Sicilia fino a Siracusa e in Calabria. Una rete di città metropolitane del Sud in una visione logistica dello Stretto come cuore mediterraneo.

Ma alcuni nodi devono essere ancora risolti:

- la dimensione "piano (integrato) metropolitano" nel modello della città di Reggio Calabria, di più recente istituzione, e Messina che è interessata da una norma di natura speciale;
- la dimensione metropolitana delle comunità delle nuove città metropolitane;
- il ruolo che la città metropolitana ha nel proprio contesto territoriale e giuridico; il rapporto con la legislazione (riforma DelRio e legge Regione speciale Sicilia).

Infine, la dimensione euro-mediterranea, rapporti e ricadute territoriali della città metropolitana.

<sup>(3)</sup> Il decreto legge "Ulteriori misure per la crescita del Paese", approvato il 4 ottobre 2012 in Consiglio dei Ministri, contiene un'importante sezione (art. 20) dedicata alle *comunità intelligenti*.

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Progettazione urbanistica, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### **3.3.2 La Governance nei programmi di rigenerazione urbana: partecipazione e partenariato** **Governance and urban regeneration: participation and public-private partnership**

di Giuseppe Fera (\*)

#### **ABSTRACT**

*Uno dei principi fondativi dello sviluppo sostenibile è che debba basarsi su un processo di partecipazione aperto e condiviso, principio che sta ridisegnando il modo di redigere e gestire piani e programmi urbanistici. Pioniere di questa idea fu Patrick Geddes e le prime esperienze si ebbero negli USA nell'ambito delle politiche di riqualificazione urbana.*

*La nuova filosofia di governo del territorio pone dunque il suo fondamento sulla necessità di un'attiva cooperazione fra pubblico e privato per la gestione dei programmi di riqualificazione urbana. Da qui la nascita delle Urban Regeneration Companies in Gran Bretagna, delle Sociétés d'Economie Mixte in Francia e di altre istituzioni nel resto d'Europa e negli USA. In Italia la Legge 127/1997 ha istituito le STU (Società di Trasformazione urbana).*

*Participation and local community involvement is one of the main principles of sustainable development and this principle is completely redrawing the way to design and manage plans and urban projects. The pioneer of the idea was Patrick Geddes and the first experiences were developed in USA within the urban renewal policies.*

*The new philosophy of Governance has led to the conviction that a stronger form of public private partnership involvement was necessary to manage urban regeneration programs. This has meant the rise of Urban Regeneration Companies in United Kingdom, the Sociétés d'économie Mixte in France and other different companies and corporations in the rest of Europe and in USA. In Italy the 127/1997 Act has established the STU (Società di Trasformazione Urbana).*

Uno dei principi fondativi dello sviluppo sostenibile è rappresentato dall'idea che esso debba essere deciso e governato in sede locale, attraverso la più ampia e democratica partecipazione dei cittadini, singoli o organizzati (enti, associazioni, imprese, ecc.). Un principio che sta completamente ridisegnando il modo di redigere piani e programmi urbanistici e di sviluppo e la loro successiva gestione ed attuazione <sup>(1)</sup>.

In campo urbanistico la prima formulazione dell'idea che il piano dovesse essere il frutto di un processo di partecipazione aperto e condiviso si deve a Patrick Geddes, all'inizio del secolo scorso <sup>(2)</sup>, anche se l'idea ebbe scarsa fortuna presso i contemporanei.

Il tema lanciato da Geddes si impose all'attenzione del dibattito e della prassi urbanistica, a partire dalla metà degli anni '60, e trovò fertile terreno di sviluppo nei movimenti politici di contestazione al modello economico capitalistico e delle democrazie rappresentative; le prime esperienze si ebbero nei ghetti neri delle città americane dove, parallelamente alle lotte per i diritti civili, si formò un forte movimento di opposizione e resistenza alle politiche di *urban renewal* che diede vita ad una corrente di pensiero urbanistico ribattezzato *Advocacy planning* <sup>(3)</sup>.

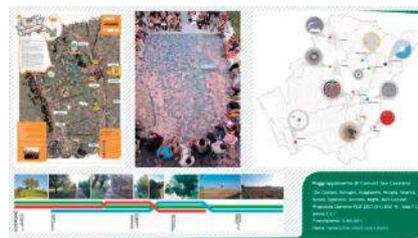
A partire dall'esperienza americana pianificazione e progettazione partecipata ebbero un forte impulso in Europa tra gli anni '60 e '70, in conseguenza della radicalizzazione ed estensione dello scontro politico; infatti, caratteristica comune di quelle esperienze fu certamente il loro essere di parte, improntate cioè ad una visione alternativa e conflittuale del processo di pianificazione e condannate, per questo a seguire la sorte dei movimenti politici radicali che le avevano ispirate.

<sup>(1)</sup> I temi della partecipazione e del partenariato pubblico privato sono trattati dall'autore in diverse occasioni, in saggi ed articoli vari; il contributo più completo è: G. Fera, *Comunità, urbanistica, partecipazione. Materiali per una pianificazione strategica comunitaria*, Franco Angeli, Milano, 2008.

<sup>(2)</sup> P. Geddes, *Cities in evolution*, Londra, 1915 (trad. it. *Città in evoluzione*, Il Saggiatore, Milano 1970, 1984).

<sup>(3)</sup> P.L. Crosta (a cura di), *L'urbanista di parte*, Franco Angeli, Milano, 1973.

Il tema della partecipazione ha ripreso vigore a cavallo fra gli anni '80 e '90 quando le politiche di riqualificazione urbana hanno rappresentato in tutta Europa il terreno ideale per il nascere ed il consolidarsi di esperienze di pianificazione partecipata, che ha potuto affermarsi nel momento in cui, dopo un lungo periodo nel quale l'urbanistica era stata chiamata a governare la crescita espansiva delle città, la riqualificazione della città esistente è diventata l'obiettivo principale della pianificazione; è ovvio, infatti, che il coinvolgimento dei cittadini è facilitato dal momento che i destinatari-utenti di un progetto di riqualificazione sono certi ed individuabili (gli abitanti del quartiere stesso), mentre i destinatari di un progetto di espansione sono per lo più ignoti. Da tali esperienze l'urbanistica partecipata si è sempre più caratterizzata come uno strumento di sostenibilità in grado di dare voce e far emergere i bisogni provenienti dalla popolazione più povera, dalle minoranze, dai più deboli.



Forme e modalità della partecipazione possono ovviamente assumere caratteristiche profondamente diverse a seconda delle dimensioni della comunità e della scala di intervento; possiamo distinguere tre principali categorie:

- *forme di interazione leggere.* Processi di breve durata e scarsamente strutturati servono soprattutto a raccogliere bisogni, interessi ed umori. Fra questi la compilazione di questionari ed interviste, le assemblee della comunità, i siti web, ecc.;
- *forme di interazione strutturate: workshop e forum urbani.* Forme di partecipazione non estemporanee e di breve durata (come l'assemblea) ma che possono occupare più giornate di lavoro e che si presentano in una forma organizzata. Prevedono la formazione di un gruppo di lavoro ristretto rappresentativo dell'intera comunità;
- *forme di interazione permanente: laboratori di quartiere ed urban center,* di strutture permanenti di progettazione partecipata e promozione dell'immagine urbana, nati spesso per consentire l'elaborazione e la gestione del piano strategico della città; sono creati e gestiti generalmente dagli stessi organismi chiamati a far parte del forum urbano <sup>(4)</sup>.

Oggi, una più ampia filosofia di governo del territorio e della cosa pubblica, fondata sulla ricerca di una condivisione delle scelte, ma soprattutto su una attiva cooperazione fra pubblico e privato, si sta affermando in molti Paesi, ridisegnando complessivamente il rapporto tradizionale fra cittadini e istituzioni. Il termine *Governance*, infatti, sta ad indicare una azione di governo non limitata al solo *Government*, ma svolta attraverso la mobilitazione di soggetti diversi, variamente posizionati quanto a livello gerarchico (nazionale, regionale, locale) e appartenenti tanto alla sfera pubblica quanto a quella privata. Nella direzione di attivare politiche di accordo e partenariato fra enti pubblici e privati ha sostanzialmente spinto la crisi della finanza pubblica, che ha fatto sì che, per la realizzazione di alcuni servizi e di alcune opere, si renda necessario attingere a risorse ed investimenti privati.

È evidente che, laddove si richieda ai privati di concorrere con proprie risorse al raggiungimento di obiettivi comuni, questi ultimi debbano essere coinvolti nel processo decisionale.

In un Libro verde pubblicato alcuni anni fa, l'Unione europea <sup>(5)</sup> ha individuato due differenti tipi di partenariato pubblico-privato, un *partenariato di tipo contrattuale*, usato prevalentemente per gli appalti in concessione e normato da un semplice contratto, e un *partenariato di tipo istituzionalizzato*, con il quale viene creato un organismo comune di solito una società detenuta congiuntamente o a capitale misto. È quest'ultima forma di partenariato che è stata largamente utilizzata nei processi di rigenerazione urbana e nella promozione di programmi di sviluppo locale.

In Gran Bretagna <sup>(6)</sup> le *Urban Regeneration Companies*, già dagli anni '90, rappresentano un modello largamente diffuso e consolidato di intervento.

<sup>(4)</sup> Si riportano gli indirizzi web dove è possibile trovare ulteriori informazioni:

Torino: <http://www.urbancenter.to.it/>

Palermo: [http://www.comune.palermo.it/Comune/urban\\_center/](http://www.comune.palermo.it/Comune/urban_center/)

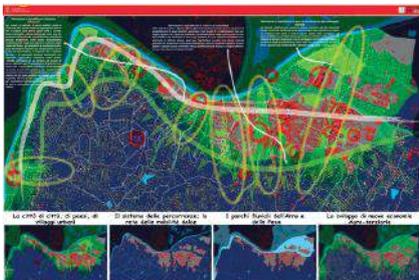
Venezia: <http://www.myvenice.org/Dal-Museo-della-citta-all-Urban.html>

Pesaro: <http://www.comune.pesaro.ps.it/inevidenza/urbancenter/>

Milano: [http://www.comune.milano.it/urban\\_center](http://www.comune.milano.it/urban_center)

<sup>(5)</sup> Commissione Europea (2004), *Libro verde relativo ai partenariati pubblico – privati ed al diritto comunitario degli appalti pubblici e delle concessioni*, Bruxelles, consultabile al sito web: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2004/com2004\\_0327it01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2004/com2004_0327it01.pdf).

<sup>(6)</sup> P. Boot (2003), *Partenariati e Reti: la Governance di Urban Regeneration in Britain*, *Journal of Housing and Built environment*; Office of the Deputy Prime Minister (2004), *Urban Regeneration Companies: Guidance and Qualification Criteria*, consultabile in: <http://www.communities.gov.uk/publications/regeneration/urbanregenerationcompanies>.



L'obiettivo principale delle URC è stato quello di sviluppare un processo di "progettazione di prossimità", per la rigenerazione di aree particolarmente sensibili, le UPAs (*Urban Priority Areas*), a partire dal convincimento che il processo di rigenerazione urbana poteva essere velocizzato se la responsabilità dei programmi veniva affidata ad organismi di partenariato locale, in grado di coinvolgere nel processo di rigenerazione anche risorse private. In Francia, il partenariato pubblico-privato per l'ideazione e l'attuazione di programmi di sviluppo e/o di riqualificazione urbana risale ad oltre 40 anni fa, con la *Loi d'orientation foncière* n. 67/1967, che istituiva le *Zones d'Aménagement Concertée* (ZAC), delle aree appunto a gestione concertata pubblico-privato, all'interno delle quali era possibile formare delle *Société d'Economie Mixte* (SEM), anche per l'attuazione e gestione del piano. Secondo un censimento operato nel 2007 esistevano in Francia oltre 11.000 SEM (delle quali un quarto circa legate a progetti di rigenerazione urbana o sviluppo territoriale), con circa 55.000 occupati ed un giro d'affari di 14 miliardi di euro; la capitalizzazione di queste società era pari a circa 2,5 miliardi di euro per il 65% di provenienza pubblica.

Rispetto ad altri Paesi europei l'Italia, invece, non ha ancora sviluppato con profondo convincimento l'idea di un processo di pianificazione in forma concertata e partecipata, anche se la nostra legislazione prevede una struttura equivalente delle URC britanniche e delle SEM francesi, ovvero le *Società di Trasformazione urbana* <sup>(7)</sup>. Oggi, a quindici anni di distanza dalla loro istituzione, le STU non sembrano godere di ottima salute; passata la fase in un certo senso "drogata" dalla possibilità di ottenere il finanziamento pubblico previsto dalla legge per la loro istituzione con due diversi e successivi bandi, la costituzione di nuove STU sembra non si sia sviluppata a passi spediti. L'esperienza delle STU, ed in generale della concertazione e del partenariato pubblico-privato, non è certamente esaltante e a diversi anni di distanza solo pochissime STU sembrano aver traguardato i loro obiettivi o anche essere pervenute a significativi risultati.

Un esame esaustivo delle ragioni di questo parziale insuccesso si presenta alquanto difficile, vista la carenza di studi sistematici, ma cercheremo comunque di avanzare alcune considerazioni nel merito.

La prima fondamentale considerazione attiene alla generale inefficienza della pubblica amministrazione ed alla purtroppo elevata presenza di forme di corruzione, che hanno ostacolato quell'indispensabile rapporto di trasparenza e fiducia che è necessaria nei rapporti di partenariato pubblico-privato.

Al contrario, una delle principali criticità economico-sociali del nostro Paese e uno dei maggiori freni alla sua modernizzazione è dovuto alla presenza di un apparato burocratico elefantiano, geloso custode di un apparato legislativo altrettanto ipertrofico quanto dannoso. Smantellare questa cultura e l'apparato soffocante che si porta dietro è obiettivo irrinunciabile per la sopravvivenza del nostro sistema economico e sociale.

Inoltre occorre sottolineare la sostanziale inadeguatezza del sistema della pianificazione urbanistica che, nonostante le più recenti innovazioni delle diverse legislazioni regionali, è ancora saldamente legata allo spirito autoritativo del Prg e della legge del 1942, che tende a porre resistenza all'affermarsi di una vera urbanistica della concertazione e della perequazione. Il fallimento in questi anni di tante esperienze di rigenerazione urbana è ben sintetizzabile nella dicotomia tra conforme e coerente e potremo dire di aver iniziato un vero processo virtuoso di affermazione di una cultura della concertazione e del partenariato fra enti pubblici e fra pubblico e privato quando alla ricerca della conformità alla norma si sostituirà quella della coerenza con gli obiettivi e le strategie.

(7) Le STU sono state istituite con legge 127/1997, che ne ha definito i tratti essenziali, mentre la *circolare 11/12/2000 n. 622* ha chiarito ulteriormente le finalità, le modalità di formazione, le capacità di azione ed i vantaggi operativi che si possono ottenere attraverso la loro costituzione. La bibliografia sulle Società di trasformazione urbana non è ricchissima. Fra i testi generali si può consultare: R. Perticarari, *Le società di trasformazione urbana (STU)*, consultabile sul sito: <http://db.formez.it/fontinor.nsf/0/15d6eb3eefa17dc8c1256e5f003cb3f7?OpenDocument>. Fra le esperienze più illuminanti delle difficoltà incontrate in Italia dalle politiche di partenariato pubblico-privato vi è senza dubbio quella dell'Area Falck di Milano, una vera e propria odissea lunga ormai quasi venti anni; si veda a tale proposito: F. Savini, *1966-2011: l'odissea della programmazione negoziata nelle aree ex Falck di Sesto San Giovanni*, in *Urbanistica* n. 148, 2011.

### 3.3.3 **Mobilità urbana sostenibile** **Sustainable urban mobility**

di **Francesco Bagnato** (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### **ABSTRACT**

*I processi di trasformazione urbana in atto e i nuovi stili di vita, i mutamenti ambientali in corso, il bisogno di una nuova dimensione quotidiana urbana e la richiesta d'inclusione sociale hanno inciso fortemente sulla vivibilità di una città, derivante dalla sommatoria di diritti, interessi, opportunità e doveri.*

*In questi scenari si profila tuttavia il tentativo di un rinnovamento che riprende le teorie di pianificazione e di progettazione dell'Urban Design, ancora oggi, come potenziali e opportuni metodi concettuali.*

*Intervenire in modo integrato sul disegno della strada vuol dire costruire la qualità urbana, realizzare un'immagine della città attenta alla salvaguardia dell'ambiente, all'organizzazione degli spazi aperti, alla fruibilità, alla sicurezza e piacevolezza d'uso dei percorsi.*

*Ongoing urban transformation processes and new lifestyles, current environmental changes, the need for a new everyday urban dimension and the demand for social inclusion have deeply affected the liveability of cities, i.e. the sum of rights, interests, opportunities and duties. An attempt to implement renewal is now developing in this regard and it refers to the theories for Urban Design planning and projects that, still today, are viewed as potential and appropriate conceptual methods.*

*Integrated intervention on the design of a street means building urban quality, achieving the image of a city that is attentive to environmental protection, the organisation of open spaces, usability, safety and pleasantness-of-use of its streets.*



I temi della qualità urbana e della qualità del progetto delle città, in questi ultimi anni, hanno assunto un carattere di prioritaria importanza nel dibattito sociale e culturale internazionale.

A conferma di ciò, la Comunità Europea <sup>(1)</sup> ha ribadito l'urgenza di operare verso la città sostenibile attribuendo a tale concetto la necessità di risolvere i problemi non solo di inquinamento atmosferico, causati dal traffico veicolare, ma anche della perdita dell'identità della città quale luogo di incontro e relazione sociale per i suoi abitanti, della crescente condizione di pericolosità per i cittadini "nell'uso" della città e dei suoi spazi pubblici, delle strade e delle strutture di servizio.

Il concetto di sostenibilità è dunque opportuno che sia associato a quello di qualità della vita, cioè al grado di vivibilità che una città riesce ad esprimere. Tutto ciò in piena sintonia con i principi dell'*Urban Design* che, attraverso la capacità di integrare l'interesse per gli aspetti visivi, estetici e funzionali della forma urbana, suggeriscono la risposta progettuale alle domande espresse dai cittadini, con una maggiore sensibilità per i temi dell'ambiente, della sicurezza e dell'inclusione sociale.

Se l'obiettivo è quello del bene comune, ossia, di realizzare un ambiente di qualità per la gente che vive la città, abbandonando l'abitudine di considerare la città come successione di aggregati di case collegate da strade percorse da automobili, è necessario riferirsi ad una nuova sensibilità progettuale capace di farci riscoprire l'interesse per lo spazio pubblico e pedonale, per il "vuoto" dei percorsi, dal marciapiedi al verde pubblico e solo successivamente per il costruito.

Pertanto, è d'obbligo il richiamo ad un approccio complesso (ma non per questo necessariamente complicato) che, dall'osservazione del contesto e dalla sua interpretazione, sia in grado di declinare possibili indicazioni e procedure per l'intervento progettuale.

Ciò dovrà avvenire superando il tipico approccio progettuale descrittivo, organizzato per classi di categorie (i percorsi, gli attraversamenti, la segnaletica, ecc.), proponendo una lettura innovativa, che, analizzando le attività tipiche che si possono svolgere per la strada, individui le prestazioni necessarie a determinare il miglioramento del contesto urbano.

I risultati derivanti potranno essere riscontrabili a diversi livelli:

- a *livello nazionale*, verificando le possibilità offerte dall'applicazione delle norme e delle tecniche innovative europee in questo settore, evidenziando i limiti della normativa italiana, definendo un quadro di linee-guida che tengano conto di aspetti differenti della progettazione, quali quelle variabili sociali, di percezione e leggibilità dello spazio che influiscono sui risultati attesi del progetto urbano <sup>(2)</sup>; l'introduzione di punti di scambio intermodale, nella riorganizzazione della rete infrastrutturale esistente, per la promozione di una mobilità alternativa, pensati come luoghi di incontro e di attività di vita;
- a *livello locale* definendo un supporto tecnico decisionale destinato alle Amministrazioni, basato su un repertorio di soluzioni adottabili per le criticità individuate, che costituisce un modello guida per valorizzare le potenzialità ambientali di un territorio e la crescita sociale e qualitativa di una città, promuovendo processi partecipativi del progetto, affrontando le problematiche comuni in accordo con le aspettative degli abitanti.

Si tratta quindi di rinnovare le metodologie di intervento sulla città contemporanea attraverso tre principali azioni:

- *definire* correttamente gli obiettivi dell'intervento di riqualificazione urbana, attraverso l'identificazione delle diverse urgenze espresse dalle utenze e l'individuazione dei problemi reali degli utenti;

<sup>(1)</sup> Il concetto di *città sostenibile*, ribadito con la *Carta di Lipsia*, è introdotto precedentemente nella *Carta di Aalborg*, in cui il significato di sostenibilità è associato più che mai al concetto di "vivibilità" o di qualità di vita che una città riesce ad offrire ai suoi cittadini.

<sup>(2)</sup> Un aspetto piacevole e familiare, una strategia progettuale sensibile all'identità locale ed accessibile, assieme ad una previsione di *mix* di funzioni indirizzati a diverse fasce di popolazione, differenti per età cultura ed estrazione sociale, trasmette alla strada quella certa "atmosfera dei luoghi", già specificata da Norberg-Schulz e raffigurabile come quella particolare capacità di interazione tra persone e luoghi capace di restituire qualità anche all'architettura costruita.

- *considerare* la strada non solo una rete viaria, strutturale che si snoda sul territorio e che garantisce la mobilità di merci e persone, ma anche come l'elemento principale per la realizzazione di spazi di inclusione sociale per conseguire quel tanto evocato "diritto alla città";
- *reinventare* le strade come luoghi, considerando il connotato sociale secondo cui la stessa rappresenta il luogo dove la gente può sentirsi al sicuro e ritrovare il senso di appartenenza alla città.

La *prima azione* si compone di due fasi, una di carattere teorico di aggiornamento delle tematiche relative alla *mobilità sostenibile*, necessario per la costruzione di un sistema di supporto per la conoscenza; una di carattere propositivo e pratico, mirante a definirne, in modo compiuto, i contenuti, attraverso indicazioni su come:

- *Guardare la città*: Questa indicazione ha l'obiettivo di mettere in evidenza le qualità uniche di una città, considerandone il *carattere locale*, e attraverso l'individuazione di tre scale di lettura dello spazio urbano: *City level, Space level, Detail level* <sup>(3)</sup>.
- *Definire la tipologia degli spazi pubblici*: Corrispondente all'analisi della *leggibilità* dei luoghi rappresentativi di una città, costituiti da elementi naturali, architettonici, da spazi aperti, da elementi di *public art* o vari *landmarks* che costituiscono segnali visivi di forte impatto fisico (sul territorio) e psicologico (sulle persone).
- *Effettuare analisi qualitative e d'uso dello spazio da parte dell'utenza*: Si pone in stretta relazione il rapporto che si instaura tra il brano di città preso in considerazione, fatto appunto di percorsi, di spazi, dalle quinte delle facciate dei palazzi, di bordi, di attrezzature, di particolari condizioni climatiche, ecc., con l'utenza e le sue esigenze.
- *Verificare le criticità/potenzialità dell'area in esame*: Si mettono in evidenza le criticità dell'area come potenzialità di sviluppo ancora inespresse.

La *seconda azione*, di carattere operativo, è finalizzata a:

- *Valutare riferimenti di best practices, linee guida progettuali, ecc. compatibili per la definizione e risoluzione delle criticità individuate*: i problemi individuati nelle fasi precedenti sono messi a paragone con le soluzioni attinenti adottate in altri contesti urbani.
- *Applicare lo strumento per il progetto*: fornire le modalità per leggere e guardare la strada insieme alla città, dando una lettura per attività/azioni generali, svolte delle persone, in un contesto urbano (*muoversi, stare, fare attenzione, riposarsi, osservare, partecipare*); tale approccio può essere la soluzione per superare il *gap* dei tradizionali metodi progettuali.

La *terza azione* di carattere riflessivo, riguarda la verifica delle soluzioni progettuali finali.

<sup>(3)</sup> Si fa riferimento alla metodologia di Jan Gehl, Architetto e Professore di urbanistica, di fama mondiale, da oltre trent'anni impegnato nel campo dell'*urban design*. È Direttore del *Center for Public Space Research* alla *Scuola di Architettura della Royal Danish Academy of Fine Arts* a Copenaghen, socio fondatore di *Gehl Architects - Urban Quality Consultants*. <http://www.gehlarchitects.dk/>.

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Composizione Architettonica, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### 3.4 Un'interpretazione della sostenibilità in architettura An interpretation of sustainability in architecture

di *Laura Thermes* (\*)

#### ABSTRACT

*La dissipazione delle energie fossili e, conseguentemente, la necessità di una strategia sostenibile per il territorio e per la città sono all'origine di un pensiero nuovo il quale sta riformulando sul piano tecnico orizzonti e modalità dell'architettura, pensiero che potrà avere risultati risolutivi solo se corrispondente ad una rivoluzione dei valori e dei comportamenti sociali.*

*La sostenibilità in architettura non ha dato finora risultati convincenti, anche se non mancano edifici notevoli che rientrano in questo genere. È sicuramente nato uno stile della sostenibilità, ma la concezione dell'edificio non ha subito modificazioni significative. Probabilmente solo se saranno effettuati esperimenti nei quali la sostenibilità assumerà una dimensione urbana, coinvolgendo parti consistenti del tessuto edilizio, questo limite stilistico potrà essere superato con risultati che prefigureranno un nuovo abitare.*

*The dissipation of energy generated by fossil fuels and, consequently, the need for a sustainable strategy for territories or cities are at the roots of a new school of thought that is re-formulating architecture's horizons and methods at the technical level. This new approach may yield crucial results only if it is matched by a revolution in social values and behaviour. So far, sustainability in architecture has not produced any convincing results although there are some remarkable buildings that can be considered in these terms. A sustainability-related style has undoubtedly developed but basic building concepts have not undergone significant changes. Probably, only if experiments are carried out giving sustainability an urban dimension, involving substantial parts of the urban fabric, will these style-related limitations be overcome with results that may prefigure a new way of inhabiting.*

L'architettura è la forma fisica e insieme simbolica della società.

Nello stesso tempo quest'ultima è il prodotto primario dell'architettura. Il carattere dell'arte del costruire, che deriva da questa totalità tematica, trova il suo centro nelle permanenze dell'abitare e nel suo costante miglioramento. In breve: assicurare l'evoluzione positiva dell'abitare rappresenta la finalità prima di ogni azione progettuale e realizzativa.

Negli ultimi due decenni la consapevolezza che l'abitare umano sia insidiato da rischi crescenti è costantemente aumentata. La dissipazione sempre più accelerata delle energie fossili e conseguentemente la necessità di una strategia sostenibile nel governo del territorio e della città sono all'origine di un pensiero architettonico nuovo il quale, prendendo coscienza di una condizione economica e produttiva ormai fuori controllo, sta riformulando radicalmente orizzonti e modalità dell'architettura.

La strategia della sostenibilità non è però qualcosa che riguarda solo la questione dell'energia. Essa concerne infatti gli ambiti politici, sociali, culturali, produttivi, organizzativi, etici. In effetti se la sostenibilità non coinvolgesse i valori sociali non avrebbe alcun esito perché la mentalità prevalente non la sosterebbe. Nello stesso tempo la politica deve, a sua volta, configurarsi come uno spazio nuovo nel quale la democrazia rappresentativa e quella diretta – una emanazione della rete – debbono trovare un equilibrio.

Anche la cultura va ripensata in questa ottica. Se la sostenibilità non fosse intesa come una vera e propria rivoluzione dei valori e dei comportamenti non potrebbe incidere positivamente sugli obiettivi e sugli strumenti per raggiungerli. La stessa cosa si può affermare per gli aspetti produttivi, organizzativi ed etici delle varie società globali che agiscono nel pianeta.

In sintesi la sostenibilità è tanto più efficace sul piano tecnico quanto più è fondata su categorie qualitative riferite alla dimensione generale dell'abitare.

Attualmente la problematica della sostenibilità nel campo dell'architettura, nonostante significative dichiarazioni di intenti, è prevalentemente ancorata alla sola questione energetica. Spostarla da questo piano alla complessità tematica di cui si è detto appare come un obiettivo quanto mai urgente, senza il cui raggiungimento non è realistico aspettarsi risultati risolutivi.

Può essere utile a questo punto fare il classico passo indietro. L'esigenza di riorganizzare l'abitare facendo riferimento a un comportamento energetico in grado di utilizzare in modo consapevole le risorse e di non produrre inquinamento ambientale nel quadro di una sostenibilità ampia e articolata si era già manifestata nell'Ottocento come critica ai problemi creati dall'industrializzazione e dalla città capitalistica partendo da due punti di vista.

Il primo, che aveva origine dalle filosofie liberistiche, sosteneva che la società nata con la rivoluzione industriale era la migliore. Sia pur mettendone in evidenza gli squilibri, si sosteneva che gli aspetti negativi sarebbero stati eliminati attraverso lo sviluppo scientifico e tecnologico.

Il secondo punto di vista derivava invece dalle ideologie anticapitaliste che si sono opposte allo sviluppo in nome di un modello di società più equilibrato nelle sue componenti e meno polarizzato sull'accumulo della ricchezza. Un pensiero derivato dal socialismo di protagonisti del pensiero utopistico come Owen, Fourier, Saint-Simon cercava di correggere gli eccessi del capitalismo rifiutandone l'accentuazione degli aspetti economici e un consumismo divenuto, da strumento per migliorare le condizioni di vita, un *fine*.

In alternativa al mondo capitalista si proponevano modelli urbani e architettonici ispirati a organizzazioni sociali alternative, a loro volta dedotte dal riformismo di matrice borghese il quale, denunciando le condizioni di degrado, cercava di risolvere la questione storica delle abitazioni prodotta dalla straordinaria e veloce crescita delle città. Tema centrale, questo, anche per il marxismo, che rifiutava però sia il socialismo utopistico sia il riformismo borghese in nome della priorità della lotta di classe. Va ricordato a proposito delle soluzioni utopistiche il loro carattere massimalista e astratto, per il quale era necessario che l'individuo perdesse la sua autonomia per diventare *cellula* di una collettività in cui l'individuo stesso doveva cedere la propria identità e gran parte della sua libertà in nome di un ideale che lo trascendeva.

La maggior parte delle posizioni filosofiche e politiche espresse dalle personalità appena ricordate si basava sulla corrispondenza tra utopia sociale e modello urbanistico. Alcune di esse sono state sperimentate nell'Ottocento con la realizzazione di colonie industriali modello, rivelatesi poi difficilmente sostenibili dal punto di vista economico e sociale. Altri esperimenti si ebbero in periodi successivi a quei diversi orientamenti anticapitalisti che concepivano l'esistenza umana in stretta relazione con i ritmi naturali. Le comunità di artisti del Monte Verità in Svizzera, di Darmstadt in Germania, di Taos nel New Messico e di Arcosanti in Arizona, nel loro idealizzato isolarsi hanno rivelato però l'impossibilità di trasformare realmente la società.

Alla fine del Novecento i problemi connessi alla sostenibilità si sono sempre più accentuati, soprattutto a seguito dello sviluppo capitalistico di Paesi prima esclusi da questo processo e della gigantesca espansione di megalopoli come Pechino, Hong Kong, Seoul, São Paulo, Città di Messico, portando al centro dell'attenzione globale le problematiche della crisi energetica e della questione ambientale. Contemporaneamente, però, come avviene in tutti i cambiamenti di paradigma, la stessa emergenza energetica ha rischiato e rischia ancora oggi di diventare una parola d'ordine risolta in slogan mediatici perdendo così la sua portata innovatrice e consumando le sue valenze più autentiche e originali nella dimensione di un retorico e inoperante *politicamente corretto*.

Attualmente si guarda alla questione ambientale ancora a partire dai due schieramenti prima elencati. Schematizzando, si può ritenere che il primo punto di vista nasce all'interno del capitalismo, mentre il secondo è esterno e avverso alle logiche economiche dominanti.



All'interno del capitalismo attuale o, se si preferisce, del neocapitalismo, parola introdotta in realtà negli anni Sessanta ma capace di rappresentare altri modelli storici di questo modello economico, qualche anno fa Richard Florida, criticando l'economia dell'informazione e della conoscenza, affermava che è la creatività a determinare la crescita economica.

Nel suo celebre libro *L'ascesa della classe creativa* lo studioso statunitense lancia lo slogan delle tre T, Tecnologia, Talento, Tolleranza. Proprio la tecnologia, ridotta ai suoi archetipi nel pensiero anticapitalistico, diventa in questo caso la chiave concettuale della sostenibilità facendosi, nel suo versante neocapitalista, high-tech.

Nella visione di Florida permane una evidente contraddizione. Essa riguarda il fatto che si individua nella tecnologia uno spazio essenziale per il superamento delle ricorrenti crisi del sistema economico e produttivo nel momento stesso in cui queste stesse sono in gran parte causate proprio dal dominio della tecnologia nell'età moderna. Prima di Florida il capitalismo aveva cercato una soluzione alle gravi carenze dei suoi processi funzionali e alle incertezze sul suo futuro attraverso una *correzione* strutturale dello sviluppo, che doveva trovare un'alternativa ai suoi *limiti*, come veniva affermato nel libro edito dal Club di Roma nel 1972.

Il secondo punto di vista si identifica con le posizioni di intellettuali come Serge Latouche, che rifiuta la nozione di sviluppo, anche se corretto dall'aggettivo sostenibile, perché ritiene sia un modo surrettizio di far credere che dalla crescita economica dipenda il benessere dei popoli. Egli parla di "decrescita felice" ed elenca otto strategie – Riutilizzare, Riciclare, Ridurre, Ristrutturare, Rilocalizzare, Ricontestualizzare, Ridistribuire, Rivalutare – che costituirebbero altrettanti antidoti alle derive di un sistema produttivo incapace ormai di regolarsi. Altri intellettuali, come Paolo Portoghesi, che auspica un "abitare poetico" e un'architettura in simbiosi con la natura; Maurizio Pallante, che riprende le tesi di Latouche adattandole alla scenario italiano; e Carlo Petrini, fautore di un ecologismo equilibrato tra sviluppo e tutela dell'ambiente, propongono modelli di vita più autentici e spontanei, liberi da mitologie produttivistiche, risolti in insediamenti in stretto rapporto con la campagna.

Pur con notevoli differenze si può far rientrare in questo secondo orientamento tutta la vasta letteratura che a partire dalla fine del Novecento si è opposta alla metropoli e alle megalopoli e che oggi vede la globalizzazione come un nuovo ciclo negativo per le comunità urbane. Gli scritti di molti sociologi e antropologi, tra i quali Zigmunt Bauman, Alain Touraine, Marc Augé, Massimo Ilardi, Antonio Negri, hanno messo in evidenza i fenomeni che stanno facendo delle moltitudini che popolano le metropoli contemporanee altrettante entità in conflitto permanente tra di loro e irriducibili ormai a un'idea condivisa di società. A queste letture si aggiungono le analisi antiurbane e antiglobali di altri studiosi come Mike Davis, Saskia Sassen, Naomi Klein, che rifiutano l'idea di sviluppo economico.

A tal proposito è utile ricordare la celebre distinzione introdotta da Pier Paolo Pasolini tra l'idea di *sviluppo*, da lui criticata, e di *progresso*, inteso come vero obiettivo dell'umanità. Lo sviluppo era inteso dal poeta di Casarsa come un aspetto inevitabile ed essenziale del capitalismo, per il quale la crescita era ed è un imperativo categorico, un obiettivo assoluto. Il progresso consisteva invece in un avvicinamento individuale e sociale a una consapevolezza culturale maggiore e a una forma di socialità più avanzate.

Ciò che si è detto finora fa comprendere come la questione della sostenibilità, seppure sia ormai sentita come urgente pressoché dalla totalità dell'opinione pubblica, oltre che dalla maggioranza degli architetti, non abbia ancora raggiunto un livello argomentativo pari alla sua reale importanza.

Se si accetta infatti la globalizzazione con tutte le sue conseguenze, è difficile piuttosto conciliarla con il *chilometro zero* e con l'uso, nel costruire, solo di materiali locali.



Non si tratta di rifiutare il passaggio di beni materiali e delle modalità produttive da un territorio all'altro, ma occorre fare sì che questi movimenti di merci e di persone, che nella storia sono stati uno dei più potenti fattori evolutivi delle varie comunità, non siano causa di degrado ma, al contrario, producano un paesaggio artificiale denso di valori nuovi. È forse il caso di ricordare, per rafforzare questo concetto, che il paesaggio è proprio il risultato dell'interazione plurimillennaria della scena naturale con le necessità umane.

Una volta depurata dalle semplificazioni neoideologiche che oggi la caratterizzano, la sostenibilità si rivela come l'esito di un ritorno degli insediamenti umani alla loro principale finalità: di costituire un abitare nel quale la possibilità di evoluzioni future è strettamente legata a una dialettica tra continuità e discontinuità. In sintesi, tutte le fasi di esistenza di un territorio o di una città sono legate, per un verso, tra di loro da progressioni graduali nelle quali i caratteri fondativi che si individuano in questi insediamenti si confermano, seppure con divergenze e innesti; per l'altro in tali fasi si verificano, in casi particolari, improvvise mutazioni strutturali e morfologiche che determinano discontinuità significative sia nell'impianto strutturale del territorio sia nella città e nei suoi edifici.

In questo senso la sostenibilità è dunque un carattere interno all'abitare umano, un *dispositivo di autoregolazione* il quale fa sì che tra il tutto e le parti le relazioni siano sempre tali da assicurare un regime vitale accettabile. In determinati periodi, però, questa capacità di *autogoverno biologico*, viene messa in crisi. C'è bisogno allora di provvedere a ridefinire alcuni parametri strutturali e un certo numero di processi funzionali per restituire al territorio e alla città una giusta tonalità vitale.

Negli ultimi quarant'anni si è indubbiamente entrati in una stagione in cui i meccanismi che presiedevano all'alternanza organica tra continuità e discontinuità si sono gravemente alterati. Occorre quindi fare sì che la sostenibilità sia ripensata in altri termini, tenendo presente che la sua forma energetica è l'ultimo anello della catena.

Il primo termine è la relazione tra natura e architettura, vale a dire tra la scena naturale, ovviamente modificata nel tempo, e l'assetto attuale degli insediamenti. La condizione critica di questi ultimi, sulla quale non si possono nutrire dubbi, deriva dal fatto che l'*artificializzazione* del suolo ha travalicato da molto tempo le possibilità che il suolo stesso possa adeguatamente metabolizzare le quantità di costruito e soprattutto i processi che si svolgono su di esso.

Da qui la necessità, non più rinviabile, non solo di ridurre la pressione delle forze che agiscono sul territorio e sulla città, diminuendo ad esempio il traffico, regolando il consumo energetico degli edifici, modificando il sistema di raccolta dei rifiuti, ripensando integralmente il modo attraverso il quale essi si producono, ma soprattutto di procedere ad una ricostruzione totale del paesaggio e della città. Una ricostruzione a partire da una pratica della demolizione e della sostituzione edilizia che sia collegata alla riaffermazione di un'idea che l'urbanistica moderna ha del tutto esautorato, vale a dire l'idea di *forma urbis* come un modello di riferimento di una città che non si limita a fissare la dimensione e la figura della città stessa, ma definisce le sue modalità evolutive come fa il DNA per gli organismi viventi.

Questa idea di una sostanziale *riforma della città* sotto il segno di una compatibilità reale tra le risorse e il loro uso è qualcosa di più della *rigenerazione urbana*, sebbene questa nozione sia senz'altro accettabile e positiva.

È qualcosa di più perché la rigenerazione urbana avviene sul piano della funzionalità della città, che quindi viene semplicemente *corretta* nella sua fisiologia. In realtà ciò che più di ogni altra cosa è necessario riscoprire è il senso della città come *comunità umana* prima ancora che come spazio di una società organizzata.



Una comunità che trova nel suolo il suo centro ideale ma non come elemento identitario dal quale non muoversi, ma come una porzione, unica e irripetibile, della superficie terrestre dalla quale si parte, idealmente e fisicamente, per trovare altri territori e altre città.

Il luogo come una *porta*, tanto per essere più chiari. La sostenibilità dunque non è una categoria della quale l'urbanistica e l'architettura devono impadronirsi, ma il modo attuale di concepire questi due ambiti dell'agire umano. Un ulteriore aspetto del quadro che si sta cercando di delineare consiste nel passaggio tra l'idea di *resistenza* e quella di *resilienza*. Resistere significa opporsi a un fenomeno degenerativo tramite una serie di misure di segno contrario rispetto alle cause che hanno dato vita al fenomeno stesso.

La resilienza è invece una strategia che si fonda sull'utilizzazione di ciò che causa un problema rovesciandone l'effetto. La resilienza è per questo la forma più sostenibile di una reazione che si rende necessaria per ristabilire un equilibrio messo in pericolo. In altre parole l'*aggressività* di un processo degenerativo non deve tanto essere combattuta quanto spostata con mosse adeguate contro le sue stesse modalità di azione. Un ambiente urbano, ma anche un edificio, saranno in grado di reagire molto meglio ai fattori negativi che ne compromettono l'integrità se non ricorreranno a soluzioni dello stesso rango, sebbene di segno inverso, affidandosi alla comprensione di quanto ciò che li sta mettendo in pericolo rivela di loro. Pensata all'interno della resilienza la sostenibilità assume così un volto meno meccanicistico, facendosi *capacità adattativa*, attitudine evolutiva e reattività ambientale.

Il tutto in un'idea di intervento urbano e di edificio meno rigida di quelle correnti. In qualche modo un'architettura dovrebbe essere concepita non più come un sistema chiuso di spazi definiti una volta per tutte, ma come una configurazione aperta e metamorfica, senza però rinunciare a una identità formale riconoscibile, anche se mobile, *attiva*, di volta in volta ricontestualizzata.

A livello di edificio la progettazione sostenibile è un processo decisionale attraverso il quale non si definisce solo un manufatto, ma l'intero campo delle sue interazioni con ambiti contigui. A partire dal suolo sul quale l'edificio poggerà, si dovrà tornare a prestare attenzione, come nel passato, al modo con il quale la costruzione si comporterà nei confronti degli agenti atmosferici, in modo da utilizzare l'azione di questi elementi in senso positivo, come ricordano le culture architettoniche dell'Estremo Oriente con la teoria del feng-shui, ma anche le considerazioni di Vitruvio sui siti dove costruire. Occorrerà anche controllare quanta energia servirà per realizzare i materiali costruttivi necessari, oltre a stabilire come questi saranno recuperati alla fine del ciclo di esistenza del manufatto. Una grande attenzione sarà riservata ai processi di manutenzione così come a quei dispositivi non meccanici di ventilazione in grado di assicurare un buon livello di abitabilità. Inoltre il manufatto dovrà provvedere, tramite sistemi di captazione delle energie rinnovabili, a produrre esso stesso una parte consistente di ciò che consumerà, con l'avvertenza che tali sistemi siano ambientalmente compatibili. Tuttavia queste soluzioni virtuose relative al comportamento dell'edificio non sarebbero sufficienti se esso non offrisse – a chi lo abiterà, vi lavorerà o lo visiterà – un insieme organico di spazi accoglienti, sicuri, non solo gradevoli, ma esteticamente pregevoli, spazi nei quali la vita potrà essere più libera e felice.



Per concludere queste note c'è da rilevare che la sostenibilità in architettura non ha dato finora risultati molto convincenti, anche se non mancano edifici notevoli che rientrano in questo genere. È sicuramente nato uno stile, ma la concezione dell'edificio non ha subito modificazioni significative. Probabilmente solo grazie ad esperimenti nei quali la sostenibilità assumerà una dimensione urbana, coinvolgendo parti consistenti del tessuto edilizio, questo limite stilistico potrà essere superato con risultati che prefigureranno un nuovo abitare.

### 3.4.1 *L'in-sostenibile assenza della forma* *The un-sustainable absence of form*

di Carlo Moccia (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di  
Composizione Architettonica e Urbana,  
Politecnico di Bari.

#### ABSTRACT

*La ricerca contemporanea in architettura oscilla tra due atteggiamenti: uno si alimenta dello "spirito del tempo" e tende a un continuo rinnovamento dell'episteme disciplinare, l'altro si fonda sull'assunzione dell'autonomia della disciplina e riconosce soltanto questioni fondate nel corpus disciplinare. Entrambi, se portati all'estremo, conducono alla negazione del modo proprio all'architettura di produrre conoscenza.*

*La cultura del nostro tempo è segnata da una profonda tensione ambientalista. Il progetto di architettura può acquistare, in questa prospettiva, grande importanza: il progetto ci fa riconoscere il valore dell'ambiente in cui viviamo, il senso della natura e il valore della sua presenza. Non si può pensare di rinunciare al valore rappresentativo della forma o barattare la sostenibilità con la perdita della forma portatrice di senso.*

*Contemporary research in architecture is fluctuating between two different approaches: one that feeds on the "spirit of the times" and tends towards a constant renewal in the disciplinary episteme and another based on the assumption that discipline is autonomous and acknowledges only issues that have their roots in the disciplinary corpus. Both, if taken to the extreme, produce a rejection of architecture's specific method of generating knowledge. Our current culture is marked by a strong environmentalism. Within this framework, architectural design can be of extreme importance: a project can help us recognise the value of the environment we live in, the meaning of nature and the value of its presence. It is impossible to think of abandoning the representative value of form or of bartering the loss of meaningful form for sustainability.*

La ricerca contemporanea in architettura sembra oscillare tra due atteggiamenti contrapposti: uno che si alimenta dello "spirito del tempo" e tende a un continuo rinnovamento dell'episteme disciplinare, l'altro che si fonda sull'assunzione dell'autonomia della disciplina e riconosce soltanto questioni fondate nel suo *corpus* disciplinare.

Entrambi gli atteggiamenti, se portati all'estremo, conducono alla negazione del modo proprio all'architettura di produrre conoscenza.

Il primo atteggiamento sembra portare, a volte, al misconoscimento del valore della forma architettonica, alla negazione della conoscenza specifica prodotta dalla meditazione sulla forma.

Il rischio del secondo è nella negazione del rapporto che si stabilisce tra la vita e le forme, nella riduzione della ricerca architettonica a una pratica accademica separata dalla vita.

La cultura del nostro tempo è sicuramente segnata da una profonda tensione ambientalista. Vogliamo trovare un modo sostenibile di abitare la Terra, che salvaguardi il diritto ad esistere delle generazioni future. La ricerca in architettura non può ignorare questo comune sentire.

La ricerca sulle forme dell'architettura deve trovare il modo per spezzare il binomio *distruzione e progetto* di cui ha scritto Nicola Emery.

In questa prospettiva il valore del progetto acquista grande importanza: il progetto ben fatto può certamente perseguire una migliore economia nell'uso delle risorse, può consentirci di risparmiare energia o di preservare suolo, ma questo non basta. Un progetto ben fatto ci fa riconoscere il valore dell'*ambiente* in cui viviamo, il senso della *natura* e il valore della sua presenza per la nostra esistenza. Non si può pensare di rinunciare al valore rappresentativo della forma o, peggio, barattare la *sostenibilità* nell'architettura con la perdita della *forma* portatrice di senso.

Il riconoscimento del valore della *natura* può profondamente segnare un salto epistemologico per la nostra disciplina, a patto che si assuma in tutta la sua portata rifondativa.

I temi di architettura vanno rifondati assumendo il rapporto con la *natura* come ragione della forma dell'edificio.

Le forme della casa, per esempio, piuttosto che rapportarsi al luogo della strada, dovranno definirsi in rapporto agli elementi di natura: il sole verso cui la casa si espone o l'ombra che la raffresca, il suolo su cui la casa si dispone o il giardino su cui si affaccia.

Le forme della città vanno rifondate assumendo come costitutiva la relazione che esse stabiliscono con la forma della Terra: la forma del sostrato orografico su cui la città si costruisce o la forma del mare, di un lago o di un fiume verso cui si rivolge. Il rapporto tra le forme della geografia fisica e le forme insediative, il rapporto tra gli spazi compressi della città densa e gli spazi liberi e dilatati di natura, il ruolo sintattico dei vuoti di natura nella struttura della "città in estensione": sono alcuni dei temi che si pongono alla nostra riflessione.

Abbiamo bisogno dello spazio dell'internità (lo spazio delle "stanze" urbane: lo spazio della corte e della piazza) per dare forma al senso dello "stare", identificandolo con un luogo definito e delimitato, ma abbiamo anche bisogno dello spazio dell'"apertura" per stabilire relazioni rinnovate tra le forme dell'architettura e i vuoti di natura, presenti in quella che Giuseppe Samonà chiamava *città in estensione*.

L'area del progetto, costruito in Puglia, si colloca nella periferia di una piccola città. Le nuove costruzioni sorgono al margine di un giardino pubblico. Nell'area di progetto erano previsti la costruzione di un nuovo isolato e il completamento di un isolato esistente. Abbiamo progettato gli edifici interpretando il tema dell'isolato "a blocco". Questo è definito attraverso la relazione tra due parti. Una parte, estesa nell'intera dimensione dell'isolato perimetrato dalle strade, che si costruisce come *basamento* ed è destinata alle attività commerciali. Un'altra parte, posta in continuità col basamento, che si articola in corpi di fabbrica orientati verso il giardino pubblico.

Questi corpi, che ospitano le residenze, sono caratterizzati da una sezione dell'edificio che si riduce progressivamente definendo un sistema di *terrazzi* su cui si affacciano gli alloggi. L'edificio si costruisce come "società di stanze" murarie. La relazione tra le unità spaziali e costruttive delle stanze caratterizza il progetto: il progressivo diradamento delle scatole murarie, man mano che si procede verso l'alto, determina ai piani superiori l'articolazione dei terrazzi. I caratteri stereotomici propri della costruzione muraria sono apparsi i più corrispondenti al principio tipologico definito.

La costruzione in muratura ha permesso di definire un carattere di forte internità per alcuni ambienti della casa: le stanze "di ognuno" e i vani serventi. Un diverso carattere, contrapposto al primo, è quello che definisce gli spazi comuni dei soggiorni, luminosi e ariosi. Questi sono delimitati da diaframmi in vetro e si aprono sul luogo dei terrazzi e dei giardini pensili.

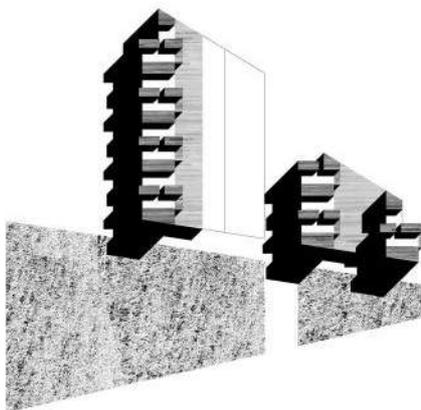
L'esposizione est-ovest dei soggiorni passanti assicura un'illuminazione costante degli spazi comuni durante l'intera giornata. Un sistema di persiane scorrevoli in alluminio permette di graduare la condizione di luce e di ombra nelle diverse stagioni.

L'edificio è costruito con un doppio sistema strutturale. La struttura interna è costituita da setti in calcestruzzo armato. Il muro esterno autoportante è costruito con blocchi di pietra leccese. Le caratteristiche della costruzione muraria assicurano naturalmente alle case il fresco d'estate e il caldo d'inverno.

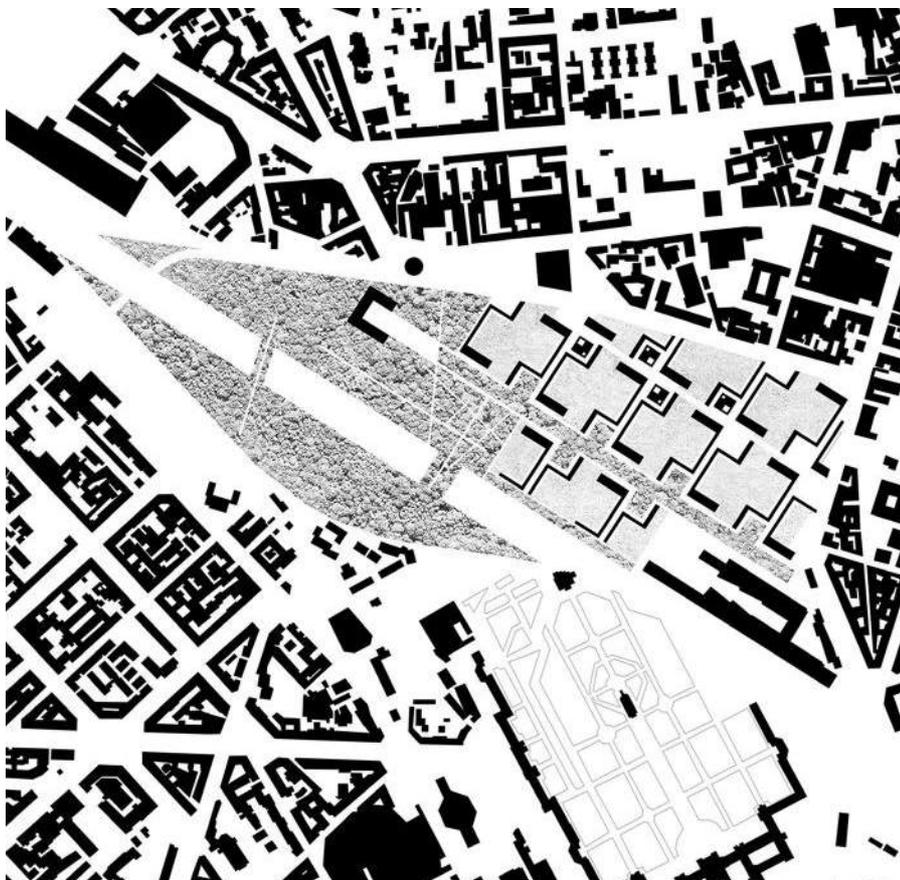
L'area dismessa dello Scalo Farini a Milano costituisce una straordinaria opportunità per la sperimentazione di un'*idea di città* appropriata alla cultura dell'abitare del nostro tempo.



Case in pietra, foto d'insieme



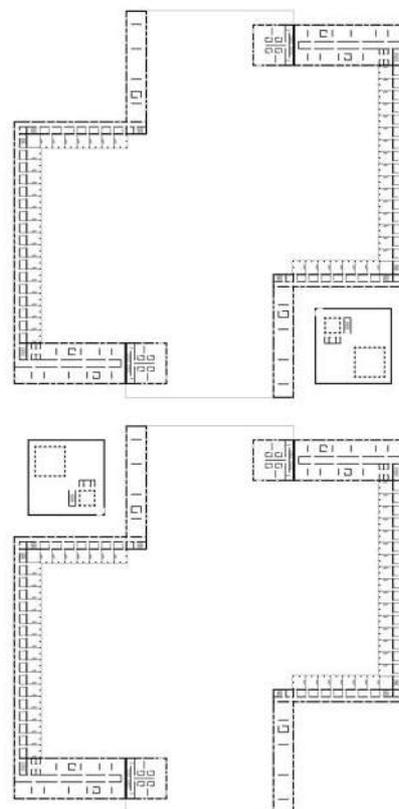
Case in pietra, planivolumetrico



Scalo Farini, planimetria generale

Un'idea di città in cui gli spazi liberi di natura si collochino non soltanto all'esterno ma anche all'interno della città consolidata, costituendo il rinnovato contesto della costruzione urbana. Il progetto parte dal *masterplan* pensato da Antonio Monestiroli. L'abbiamo fatto nostro nei suoi elementi costitutivi: il grande *parco* collocato a ridosso del tracciato ferroviario a riunificare le due parti della città divise dal fascio dei binari; la *rambla*, che si propone come spina centrale di questa nuova parte di città; il sistema dei *giardini* attraversabili, posti all'interno degli isolati. Il progetto attribuisce ad ognuno di questi luoghi di natura un differente carattere spaziale, declinando l'esternità degli spazi naturali in rapporto all'internità di quelli urbani. Alle forme dell'architettura è affidato il compito di istituire queste relazioni. Un edificio "castello", segnato dalla presenza di quattro torri sventanti, si colloca nel parco, nel punto cospicuo determinato dalla convergenza di due importanti tracciati urbani. Il "castello" è un'architettura autonoma il cui proporzionamento è pensato in relazione alle dimensioni dilatate del parco. Serve a mettere in tensione lo spazio libero di natura.

Un sistema di *redents* costruisce i luoghi della residenza. I *redents*, che si specchiano ribaltandosi lungo l'asse di attraversamento degli isolati, determinano una successione di giardini delimitati, ma nello stesso tempo continui e concatenati. Su queste corti si affacciano le logge delle case stabilendo, attraverso il rapporto con il luogo delimitato, il senso dello *stare*. La presenza di alcune torri, destinate alle case temporanee e agli uffici, sottolinea i varchi di passaggio tra le corti dei *redents* e la loro relazione con le strade. La scelta dei *redents* permette una contestuale articolazione dello spazio esterno all'isolato: lo spazio delle strade e degli slarghi, a volte occupati dagli edifici collettivi ad aula. Gli spazi compressi delle strade e dei passaggi, gli spazi delimitati ma aperti delle corti, lo spazio continuo del parco convivono in questo "frammento" di *città-natura*.



Scalo Farini, pianta dei redents

(\*) Architetto, Docente a contratto di Progettazione urbana presso Università "Federico II".

### **3.4.2 Conoscere, fare, cambiare** **Knowing, doing, changing**

di Federico Verderosa (\*)

#### **ABSTRACT**

*Rigenerare una città non significa solamente intervenire sugli aspetti estetici del paesaggio urbano, ma usare l'architettura come indicazione di una trasformazione più profonda e radicale in grado di riportare l'uomo al centro di tutte le riflessioni.*

*Rigenerare significa continuare a trasformare il territorio, lavorando soprattutto negli spazi tra le cose e conferendo senso d'appartenenza al principio di spazio collettivo. È lo spazio tra le cose il motore di ogni processo rigenerativo di qualità, perché unico elemento su cui riporre le certezze del domani.*

*La sostenibilità, così come il progresso tecnologico, trae la sua stessa essenza e ragione d'essere dall'etica degli oggetti e dal rispetto dei luoghi. La dimensione ecologica delle città deve comprendere come abitare al meglio e qualitativamente luoghi e territori, deve divenire sempre più fondamento di ogni azione progettuale.*

*Se le nostre città, come modello abitativo stanziale, sono giunte alla fine di un ciclo, l'architettura ha il dovere di rendersene conto e prendersene cura facendosi carico di interpretare un nuovo modo di essere della città, quindi comunità.*

*Regenerating a city does not just mean taking action on the visual aspects of the urban landscape. It is more a question of using architecture to highlight a more profound and radical transformation that can bring man back to the core of all considerations.*

*Regeneration means continuing to transform the territory, working mainly in the spaces between things and attaching a sense of belonging to the principle of collective space. The space between things is the driver of every quality regeneration process, because it is the only element on which to base future certainties.*

*Sustainability, like technological progress, draws its essence and justification for its existence from the ethics of objects and respect for places. The ecological dimension of cities must include the best and the qualitatively soundest ways of inhabiting places and territories, and it needs to become more and more the foundation of every project.*

*If our cities are now at the end of a cycle in terms of providing a stable habitation model, architecture has a duty to acknowledge this and to take on the task of interpreting a new way of being for cities and therefore communities.*

L'Italia è il Paese europeo con il più alto numero di architetti: oltre 150.000, 5 ogni duemila abitanti, che rappresentano il 27% del totale europeo.

L'architettura italiana, come volume di affari, si colloca al secondo posto dopo la Germania, con un mercato pari a 2,8 miliardi di euro.

La congiuntura economica, la persistente situazione di difficoltà della Pubblica Amministrazione, la frenata degli investimenti da parte delle imprese per l'attività edilizia hanno registrato una importante flessione nel mercato del residenziale (50%), del non residenziale (40%), del comparto dei lavori pubblici (30%).

Abbiamo immediato bisogno di interventi specifici che rilancino gli investimenti in infrastrutture, in opere pubbliche, attraverso la riqualificazione del patrimonio abitativo esistente, con un'attenzione all'efficienza energetica e un occhio al dissesto idrogeologico; le scuole cadono a pezzi; l'edilizia costruita senza regole sismiche negli anni del dopoguerra non reggerebbe a un sisma violento. Se il primo boom economico ci fu con la ricostruzione postbellica, il secondo avverrà ancora con l'edilizia come settore trainante, non più orientato all'edificazione di nuove costruzioni quanto al recupero dell'esistente.

Se è vero che le nostre città sono caratterizzate da una periferia squallida e degradata sorta nell'immediato dopoguerra con una ricostruzione frenetica ed incontrollata, e cresciuta con l'abusivismo edilizio dei giorni nostri, molto occorrerebbe fare sull'esistente (riqualificazioni estetico-funzionali, adeguamenti sismici, demolizioni e ricostruzioni, ecc.).

Rigenerare una città, quindi, non significa solamente intervenire sugli aspetti estetici del paesaggio urbano, ma usare l'architettura come indicazione di una trasformazione più profonda e radicale in grado di riportare l'uomo al centro di tutte le riflessioni.

È importante ricordarsi che il progetto (lat. *proiectum*, gettare in avanti) deve farsi interprete del modo in cui le persone si muovono e si relazionano tra loro e nei confronti degli spazi che abitano.

Rigenerare significa continuare a trasformare il territorio, lavorando soprattutto negli spazi tra le cose e conferendo senso d'appartenenza al principio di spazio collettivo.

È lo spazio tra le cose il motore di ogni processo rigenerativo di qualità, perché unico elemento su cui riporre le certezze del domani. La sostenibilità, così come il progresso tecnologico, trae la sua stessa essenza e ragione d'essere dall'etica degli oggetti e dal rispetto dei luoghi.

La dimensione ecologica delle città deve comprendere come abitare al meglio e qualitativamente luoghi e territori, deve divenire sempre più fondamento di ogni azione progettuale.

Se le nostre città, come modello abitativo stanziale, sono giunte alla fine di un ciclo, l'architettura ha il dovere di rendersene conto e prendersene cura facendosi carico di interpretare un nuovo modo di essere della città, quindi comunità.

Le quattro opere illustrate, di cui una rimasta sulla carta, sono il tentativo di dare una risposta alle nuove forme di agire i cui insegnamenti sono per esempio riconvertire, recuperare, rigenerare, riqualificare.

#### *Lioni, Alta Irpinia, Riconversione di un ex dispensario, da antitubercolare ad asilo nido*

Il centro antitubercolare di Lioni è in disuso da circa un decennio. La struttura sorge in una zona, una volta periferica, del paese. L'edificio, ad un livello, ha una pianta a ferro di cavallo con la facciata principale orientata a sud, contraddistinta da un ampio pronao d'ingresso scandito da quattro pilastri e accessibile attraverso un grande scalone. Da tale zona si accede ad un cortile centrale aperto ed ad un corridoio distributivo che serve i vari locali posti sul perimetro dell'edificio.

Il progetto adotta due strategie complementari: da una parte la riqualificazione complessiva dell'edificio e del suo intorno volta a ribadire l'importanza storico-architettonica dell'opera, dall'altra il mutamento della sua destinazione d'uso da centro sanitario ad asilo nido. Tali obiettivi si raggiungono attraverso l'abbassamento del muro di contenimento esterno, il ridisegno dell'area di pertinenza, che diventa un giardino per bambini, la razionalizzazione degli spazi interni ed infine, la realizzazione di un nuovo spazio polifunzionale caratterizzato da un linguaggio architettonico contemporaneo: "la maruca dorata".

#### *Perugia, Recupero di una casa dello studente, Itaca, foresteria per ricercatori universitari*

L'edificio si trova in uno dei luoghi più belli di Perugia, più densi di storia e di significato.

L'edificio, con pianta rettangolare di dimensioni circa 31,60 x 10,85, è costituito da cinque piani di cui uno seminterrato e quattro fuori terra.

L'ultimo piano è frutto di una sopraelevazione avvenuta nella prima metà del secolo scorso.



*Ex dispensario, Lioni, stato di fatto*



*Ex dispensario, Lioni, Progetto di riconversione*



*Perugia, Casa dello studente prima dell'intervento*



*Perugia, Casa dello studente, realizzazione*



*Rocca San Felice, Casa canonica, prima dell'intervento*



*Rocca San Felice, Casa canonica, realizzazione*



*Lioni, alloggi, prima dell'intervento*



*Lioni, alloggi, realizzazione*

Obiettivo primario dell'intervento è stato quello di eliminare il maggior numero possibile di carenze strutturali, cercando al tempo stesso di ottenere un miglioramento significativo del comportamento della struttura come contrasto all'evento sismico; l'intervento si estende anche agli impianti tecnologici a servizio dell'edificio, con particolare attenzione all'installazione di un sistema automatico di gestione dell'edificio e delle camere.

Parallelamente il progetto ha previsto il mantenimento dell'attuale destinazione d'uso – residenza universitaria – migliorando il servizio offerto agli utenti, sia per quanto attiene alle funzioni residenziali e di supporto correlate, sia per quanto attiene alle funzioni di supporto alla didattica e alla ricerca, e alle funzioni culturali e ricreative.

*Rocca San Felice, Rigenerazione di un edificio, Casa canonica*

L'area dove sorge l'edificio era interessata dalla presenza di una struttura realizzata verso la fine degli anni '60 che è stata demolita.

La nuova casa canonica, di dimensioni ridotte rispetto all'esistente, è stata costruita all'interno del perimetro dei muri di sostegno esistenti.

L'edificio, di tre piani fuori terra, è un rettangolo di dimensioni 10,95 x 6,85.

Esso è stato pensato nel rispetto della tradizione costruttiva e dei materiali locali: un inequivocabile volume edilizio intonacato, con un tetto a doppia falda.

L'ingresso è situato sul lato sud-ovest dell'edificio e prospetta su un'area di forma rettangolare allungata, uno spazio da adibire a piazza e luogo di incontro. Al primo livello si trova il salone parrocchiale, al secondo livello sono ubicate le funzioni della zona giorno, al terzo livello quelle connesse alla zona notte.

La proposta progettuale ha considerato i seguenti sistemi concettuali per gli involucri esterni: una massa muraria consistente in grado di creare ostacolo ai venti freddi, un tetto ventilato in grado di assorbire gli sbalzi termici e termoregolare gli spazi sottostanti.

*Lioni, Alta Irpinia, Riquilificazione di un'area prefabbricati post-sisma, 20 alloggi di edilizia residenziale pubblica*

La realizzazione di alloggi di edilizia residenziale pubblica costituisce uno degli ultimi atti di un processo di ricostruzione post sisma '80 durato oltre 20 anni. Le scelte progettuali hanno seguito strategie sostenibili. I fabbricati sono disposti intorno ad una piazza pedonale e orientati secondo l'asse eliotermico.

La tipologia degli edifici, l'aggregazione a corte e la scelta di utilizzare 4 livelli fuori terra portano ad organismi compatti; si liberano vaste superfici all'intorno con beneficio in termini di uso degli spazi verdi e di visuali sul paesaggio. I volumi, con i connettivi aperti sulla corte centrale, sono incernierati intorno ai corpi scala; le masse sono continuamente scavate e articolate sulle linee naturali dell'orografia locale; prevale il segno orizzontale sottolineato dalla falda unica della copertura e dall'aggetto dei cornicioni.

Gli edifici contengono una serie di appartamenti di diversa superficie in modo da permettere un mix sociale non uniforme. Alla frantumazione del tessuto esistente si oppone l'organizzazione compositiva di progetto con l'obiettivo della riconoscibilità qualitativa degli interventi.

### 3.4.3 **Housing sociale: orizzonti della ricerca** **Social housing: research horizons**

(\*) Architetto, Professore Ordinario di  
Composizione Architettonica e Urbana,  
Università di Firenze.

di *Fabrizio Rossi Prodi* (\*)

#### **ABSTRACT**

*Alcune tematiche e alcuni nuclei problematici comuni attraversano il dibattito e la cultura del progetto architettonico contemporaneo, nel settore degli insediamenti residenziali in Italia e in Europa e si riscontrano nelle ricerche, nei progetti e nelle realizzazioni.*

*I nuovi insediamenti residenziali non rispondono solo a logiche costruttive o funzionali. Sono più ambiziosi. L'attenzione del progetto, anche negli insediamenti residenziali, si sposta dalla ricerca linguistica sulla morfologia e sui caratteri architettonici, al disegno dei luoghi e degli spazi comuni. Oggi il progetto torna a occuparsi di cose più unili e semplici: della materia impiegata, dell'energia, dei modelli di vita. Sta facendo scuola l'esempio di Fondazione Housing Sociale, con i suoi modelli di "una comunità per crescere".*

*There are themes and sets of problems that cut across the debate and the culture of contemporary architectural design for residential buildings in Italy and in Europe and are to be found in studies, projects and in the buildings themselves.*

*New residential settlements do not respond only to a construction or functional logic. They are more ambitious than that. Also in the case of residential areas, the focus of projects is shifting from a linguistic study of morphology and architectural features to the design of shared places and spaces. Design is nowadays, once again, dealing with more down to earth and simple aspects: the matter used, energy, life models. For instance, the Social Housing Foundation is setting an example with its models for a "community to grow".*



Alcune tematiche e alcuni nuclei problematici comuni attraversano il dibattito e la cultura del progetto architettonico contemporaneo, nel settore degli insediamenti residenziali in Italia e in Europa e si riscontrano nelle ricerche, nei progetti e nelle realizzazioni.

Il primo punto riguarda una richiesta di maggiore qualità urbana. I nuovi insediamenti residenziali non rispondono solo a logiche costruttive o funzionali, non scaturiscono da un montaggio di scatole economiche e, soprattutto, non sorgono isolati. Sono più ambiziosi: richiedono di costruire un brano di tessuto urbano, rispettandone principi e regole compositive, rapporti tipo-morfologici, sistemi di masse e vuoti, scale e misure del tessuto esistente, apparati architettonici, ma anche sistemi di flussi e di relazioni. In una parola cercano di ritrovare l'identità profonda dei luoghi. Ma questa ricerca dei principi insediativi da replicare spesso si confronta con periferie trasandate e allora l'identità va trovata più lontano, magari nei centri storici o nella struttura del paesaggio, e si cela non solo nelle forme fisiche dei tessuti, ma anche nelle espressioni culturali e nello spirito espresso dalle comunità. Ecco il compito: mettere in luce i valori della comunità attraverso il disegno urbano dei nuovi tessuti, a volte seguendo un principio di continuità con l'esistente, a volte costituendo nuova, inedita morfologia urbana.

Un secondo aspetto deriva da un cambiamento di clima generale, nel quale l'euforia liberista che aveva accompagnato la civiltà occidentale nel primo decennio del 2000 è definitivamente scomparsa e sostituita da altri valori e altri metodi, che esercitano delle ricadute sul dibattito culturale e anche su quello architettonico. Sembra già in atto una devoluzione di valore dal privato alla comunità e alla condivisione. Per questo l'attenzione del progetto, anche negli insediamenti residenziali, si sposta dalla ricerca linguistica sulla morfologia e sui caratteri architettonici, al disegno dei luoghi e degli spazi comuni. Con una precisazione: che il disegno dello spazio pubblico o dei vuoti urbani non è solo il pavimento, ma coinvolge anche le pareti o le viste inquadrature dalle masse e il sistema dei paesaggi, insomma si occupa di un vaso di caratteri che accompagnano l'esperienza spaziale. Sarà per questa rinnovata attenzione che sono nate espressioni come spazi semiprivati, spazi semipubblici e, soprattutto, spazi intermedi: sono i luoghi non pubblici e non privati, i domini che vengono contrattati dagli abitanti, occupati e ceduti, sono anche gli spazi di socialità non istituzionalizzata, pochi e ben collocati per non provocare il loro rigetto e il degrado delle corti interne.

Insomma nella ricerca architettonica torna a contare lo spazio di relazione, e un'utenza più consapevole e più esigente cerca proprio nei luoghi all'aperto o nei pochi spazi comuni chiusi negli insediamenti le opportunità funzionali e sociali che in casa non può avere.

Un terzo fattore di riflessione riguarda la nuova sensibilità ambientale.

Essa si intreccia con un cambiamento di paradigma concettuale e metodologico che si va diffondendo in questi anni: la lunga stagione dell'ermeneutica, del pensiero debole e del post-modernismo sta tramontando e lascia spazio a un maggiore confronto con la realtà e i suoi problemi, fra cui la necessità di non dissipare le nostre risorse. Per questo oggi il progetto torna a occuparsi di cose più umili e semplici: della materia impiegata, dell'energia, dei modelli di vita. Non occorre cadere nel fanatismo e nella verdolatria, non si deve scambiare la sostenibilità per il progetto *tout court*, giacché la prima sostenibilità sta nel non perdere l'occasione di dare qualità all'architettura e alla città, progettando brani di tessuto urbano vivibile e dignitoso. Qualcuno sperimenta il legno, altri il tetto verde, nuovi materiali, i sistemi di schermatura o la geotermia. Tornano i camini di ventilazione, tornano i principi della buona esposizione. Anche nel disegno urbano delle masse e dei vuoti ci facciamo un po' guidare dai venti e dall'irraggiamento, dalle ombre e dal rumore, ma senza turbare la continuità dei tessuti, delle morfologie e dei luoghi. Abbiamo riscoperto che i sistemi di logge, terrazze, serre solari costituiscono un presidio ambientale e di controllo del microclima interno.



*Soggetto attuatore*  
Fondo Abitare Sociale 1 gestito da  
Polaris Real Estate

*Progetto architettonico*  
Rossiprodi Associati s.r.l.  
(Fabrizio Rossi Prodi, Marco Zucconi,  
Simone Abbado, Emiliano Romagnoli),  
con Francesca Genise, Tommaso Rafanelli

*Coordinamento generale, progetto  
strutture in c.a., progetto impianti*  
Tekne s.p.a.

*Progetto strutture X-Lam*  
Borlini & Zanini SA

*Impresa costruttrice*  
Carron s.p.a.  
Service Legno s.r.l.

E a un certo punto abbiamo scoperto che tutte queste soluzioni erano patrimonio culturale e disciplinare del buon progettare e costruire di altri tempi, delle nostre tradizioni regionali di lunga durata, della nostra profonda identità culturale. Non è necessario scomodare i più noti modelli nordici, da noi poco attuabili: “Abitare Mediterraneo” è il nostro orizzonte e stiamo ri-trovando i suoi elementi costitutivi.

Un quarto fattore è rappresentato dalla diversa composizione sociale delle comunità e dalla loro diversa dinamica, ci si riferisce alla società liquida e multietnica. Tutto questo si riflette in una maggiore variazione e nel dare valore alla differenza. La scelta di diversificare le tipologie e il sistema di distribuzione degli alloggi, ad esempio, può creare un nuovo paesaggio residenziale. Si diffonde sempre più la mixité funzionale, la varietà tipologica e un disegno degli spazi di distribuzione – magari con sistemi misti che arricchiscano il corpo scale – dotati di occasioni di incontro, di esperienza spaziale e di ausilio bioclimatico.

Funzioni diverse (commercio, uffici, servizi e luoghi semipubblici) vengono incluse nei nuovi insediamenti e li vivacizzano, superando i ghetti della cultura monofunzionale e delle rigidità urbanistiche. Funzioni condominiali (portierato sociale, soggiorni comuni, cucine, bricolage, cura del giardino, spazi bambini, spazi sportivi o street-sports, ecc.) creano uno spirito comunitario, integrano le differenze valorizzandole, creano occasioni.

Qui sta facendo scuola l'esempio di Fondazione Housing Sociale, con i suoi modelli di “una comunità per crescere”. Anche la diversità di tipi di alloggio genera vivacità architettonica, ma soprattutto consente di insediare quei tipi familiari diversi, che oggi si vanno diffondendo (famiglie solidali, cohousing, comunità di studenti, single, anziani, ecc.) ed è una risorsa di flessibilità nel tempo.

I cittadini sono oggi più sensibili alla qualità e non si accontentano più delle risposte quantitative; dobbiamo invece sforzarci di disegnare luoghi che abbiano i caratteri della domesticità e dell'umanizzazione.

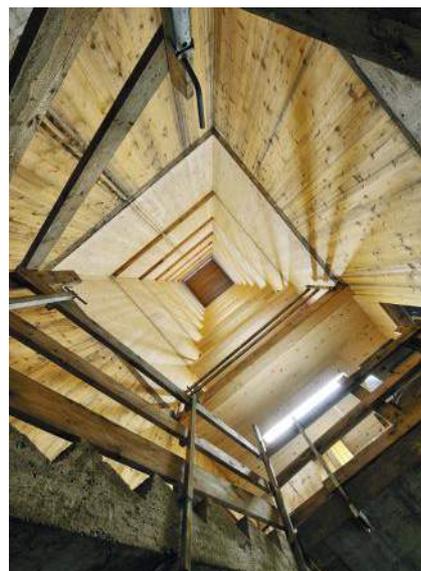
Un quinto aspetto riguarda un punto di crisi della ricerca: l'alloggio.

Non si registrano apprezzabili risultati nella ricerca sui tagli d'alloggio.

Altri Paesi sperimentano. Noi invece giriamo ancora intorno ai modelli del Razionalismo, riveduti e pietrificati da una normativa rigida. Occorrerà ben riformare le norme. Anche il modello di Abitare sotteso alle tipologie degli appartamenti, eccettuata una maggior sensibilità ambientale, non è più cambiato nei nostri progetti dagli anni '50. Gli elementi compositivi dell'alloggio vengono rigidamente ripetuti e così il loro assemblaggio in zone rigorosamente separate. Invece la società si è evoluta e l'abitare contemporaneo pure.

Rimaniamo in attesa di ricerca e sperimentazione su questi temi.

Un ultimo punto, legato certamente a quelli precedenti, riguarda un diverso approccio alla ricerca, più simile al contemporaneo *surfare* fra gli attori del processo. Ciascun punto di vista – quello architettonico, quello tipologico, quello costruttivo, ecc. – per quanto approfondito, è chiuso nella sua isola; anche l'autonomia disciplinare ha ormai esaurito quel che poteva dare. Siamo alla ricerca di una logica diversa, magari possiamo imitare la rete, toccare discipline diverse, farle reagire e, nel corto circuito fra indirizzi e tematiche diverse, trovare le nuove sintesi e i nuovi paradigmi. Dobbiamo mettere a lavorare e a progettare insieme tutti i soggetti della filiera, da chi si occupa di strumenti finanziari, di ricerche sociali, di pianificazione, di perequazione, di progettazione, di tecnologie e di sostenibilità, di costruzione, ma anche di gestione degli insediamenti, nella convinzione che solo un modello integrato, che ricostruisca tutto il processo, possa far recuperare alla cultura architettonica italiana quei livelli di eccellenza raggiunti in passato nel progetto dell'abitare. In barba alle rigidità di norme e procedure ormai desuete e insostenibili.



(\*) Architetto, Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura, Politecnico di Milano.

(\*\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Politecnico di Milano.

### 3.5 Misurare la sostenibilità ambientale. Applicazioni di Life Cycle Assessment nelle costruzioni

#### Measuring environmental sustainability. Applying Life Cycle Assessment to buildings

di Andrea Campioli (\*), Michele Paleari (\*\*)

#### ABSTRACT

*La necessità di affrontare con rigore il tema della sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni impone la messa a punto di metodi e strumenti che consentano a progettisti, produttori e imprese di costruzioni di valutare in modo obiettivo l'efficienza ambientale di materiali, prodotti, componenti, edifici.*

*Il Life Cycle Assessment costituisce uno degli scenari più interessanti entro cui compiere questo sforzo.*

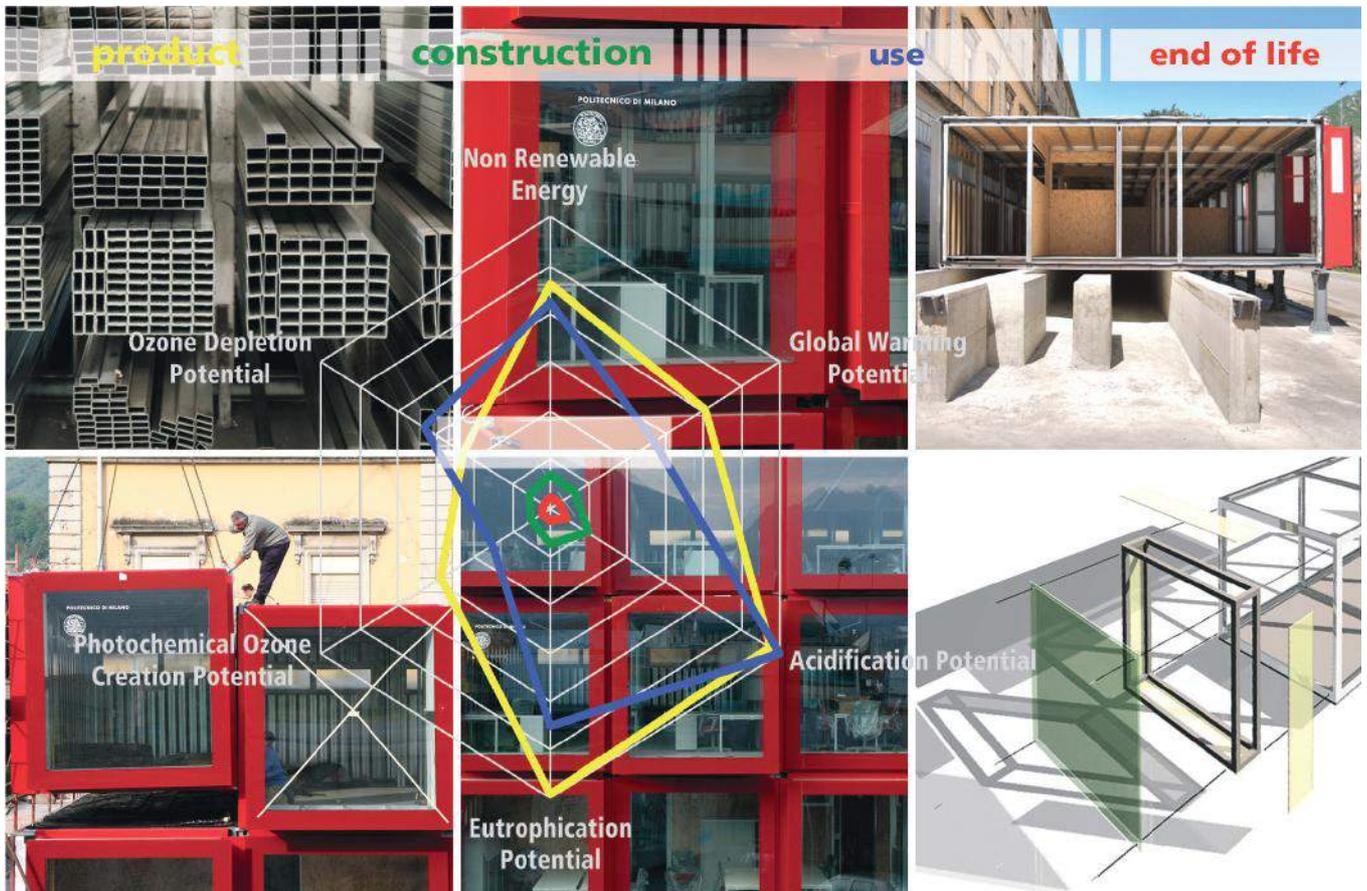
*Le possibili applicazioni di questo strumento nel settore edilizio interessano tutte le scale: dal materiale al prodotto da costruzione e al componente complesso, dal subsistema all'edificio intero. Ad ogni livello è possibile adottare l'LCA come guida alla scelta tra opzioni alternative che garantiscano le medesime prestazioni tecniche ma a fronte di comportamenti ambientali diversi.*

*Because the issue of environmental sustainability in the building sector must be tackled rigorously, methods and instruments need to be improved so that designers, manufacturers and building companies can objectively assess the environmental efficiency of materials, products, components and buildings.*

*Life Cycle Assessment provides a valuable framework within which to develop these efforts.*

*It is an instrument that may be applied to every aspect of the building sector: from building materials to products and complex components, from sub-systems to entire buildings. On all levels, the LCA tool can provide guidelines in the choice between alternative options capable of ensuring the same technical performance but with a different environmental impact.*

*Gli impatti ambientali nelle fasi della vita di un edificio. Sullo sfondo le fasi della vita del Campus Point di Lecco (progetto Studio Ardea) 2007-2013*



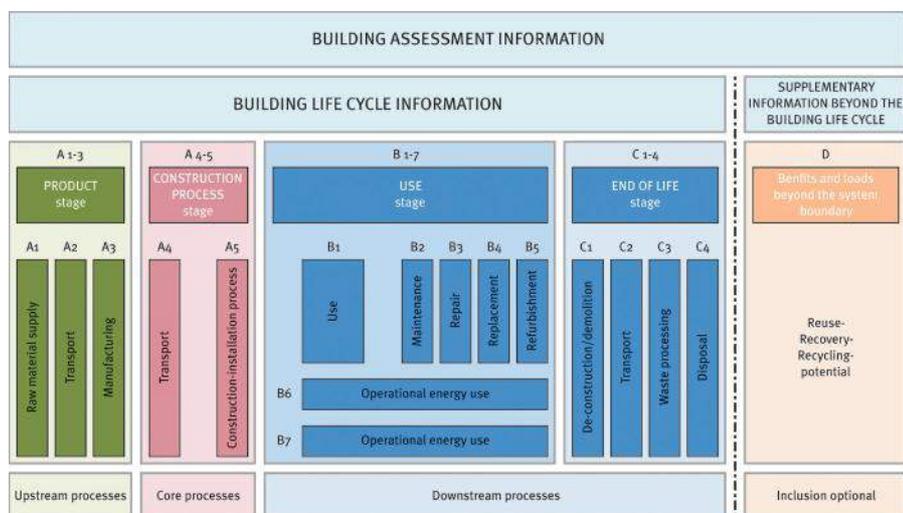
Il tema della sostenibilità ambientale ha assunto in questi ultimi anni, anche nello specifico ambito delle costruzioni, una rilevanza e una centralità pressoché assolute. A fronte di una diffusa e crescente sensibilità nei confronti delle questioni ambientali, la riflessione sulla sostenibilità ambientale dei progetti, dei materiali, dei prodotti e degli edifici si delinea sempre più chiaramente come il punto di applicazione prioritario per la ricerca scientifica, per la progettazione e per la produzione.

Sul fronte della ricerca scientifica le tematiche ambientali impongono la messa a fuoco di nuovi ambiti di approfondimento e di nuovi apparati metodologici, fortemente connotati dalla trasversalità disciplinare, che aggiungono ulteriori elementi di complessità a un campo di indagine per sua natura già molto articolato; nel mondo della progettazione il confronto con l'efficienza ambientale delle soluzioni proposte delinea inediti paradigmi di riferimento che pervadono l'attività progettuale ai molteplici livelli, da quello della configurazione architettonica degli edifici, fino a quello della scelta dei materiali; nel variegato universo dei produttori di materiali e componenti e delle imprese la preoccupazione per la riduzione degli impatti ambientali connessi ai cicli di produzione ha assunto il ruolo di motore trainante dei più significativi processi di innovazione.

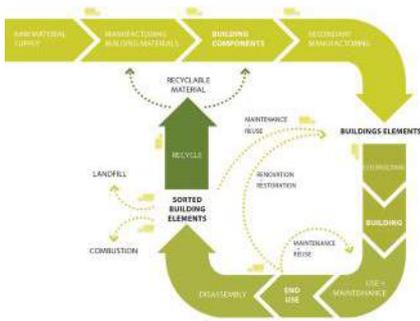
All'interno di questo quadro, due questioni appaiono particolarmente rilevanti per il settore delle costruzioni.

In primo luogo occorre osservare come la dimensione ambientale sia soltanto uno degli aspetti da considerare nella valutazione del livello di sostenibilità di un intervento edilizio. Come argomenta la letteratura prodotta in ambito internazionale in questi anni, equità sociale, congruità economica e integrità ambientale rappresentano infatti tre obiettivi ben distinti che tuttavia, in una prospettiva di sostenibilità, devono essere perseguiti in modo sinergico. Dal punto di vista degli strumenti molto è stato fatto per quanto riguarda la dimensione economica e ambientale, mentre ancora molto deve essere fatto sul fronte della dimensione sociale. E questa arretratezza costituisce un aspetto particolarmente critico per il settore delle costruzioni, dove le implicazioni sociali delle scelte tecniche hanno una rilevanza assai più significativa rispetto ad altri settori.

La seconda questione riguarda la necessità di collocare il problema della sostenibilità ambientale in una prospettiva che assuma come riferimento l'intero ciclo di vita dei prodotti edilizi. Troppo spesso ci si limita a valutare la sostenibilità ambientale di un materiale, o di un componente, o di un edificio in ragione dei consumi energetici e degli impatti che esso produce sull'ambiente limitatamente ad alcune delle fasi del suo ciclo di vita.



Schema dell'articolazione dell'informazione nelle diverse fasi di valutazione delle prestazioni ambientali di un edificio secondo la Norma EN 15978 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method



Schema sintetico dell'approccio Life Cycle Thinking nel settore delle costruzioni

Emblematica in tal senso è l'identificazione dell'edificio ambientalmente sostenibile con l'edificio a basso consumo energetico in fase di uso a prescindere dalla quantità di energia incorporata nei materiali che l'incremento della prestazione isolante impone; oppure il riconoscimento del materiale ambientalmente efficiente con quello che non rilascia agenti nocivi nella fase d'uso a prescindere dagli impatti che si determinano sull'ambiente nei diversi cicli di trasformazione, dalla materia prima al prodotto finito. Una corretta valutazione, invece, non può esimersi dal considerare l'insieme degli impatti che un'attività determina nelle sue diverse fasi. Tutto ciò implica differenti responsabilità per i diversi attori del processo edilizio: ai committenti e agli utenti spetta il compito di sollecitare soluzioni progettuali economicamente praticabili e al contempo caratterizzate da elevati livelli di sostenibilità; i progettisti sono chiamati a sviluppare progetti attenti alle ricadute sociali degli insediamenti che vengono realizzati e a individuare tipologie abitative, tecnologie costruttive e materiali orientati al contenimento degli impatti, pensando all'intera vita utile dell'edificio e dei suoi componenti; le imprese e le industrie devono assumere come presupposto della loro attività di ricerca e sviluppo l'obiettivo del miglioramento delle prestazioni ambientali dei loro prodotti a partire da una attenta analisi del ciclo di vita.

Il tema della misurazione della sostenibilità ambientale è stato affrontato in questi anni seguendo approcci molto differenti. In alcuni casi la complessità di una lettura che implica l'osservazione e la valutazione delle reazioni dell'ambiente rispetto alle attività compiute dall'uomo è stata semplificata mediante il riferimento a indicatori sintetici, come per esempio l'impronta ecologica, che misura la quantità di territorio necessaria per metabolizzare gli impatti di una determinata attività. In altri casi sono stati invece studiati metodi di valutazione basati sulla messa a sistema di differenti indicatori, consentendo una comprensione ampia dei problemi. Si tratta di una lettura che se da un lato ha il merito di assumere allo stesso tempo elementi di valutazione di tipo quantitativo e qualitativo, dall'altro presenta il problema di considerare come intercambiabili i diversi tipi di impatto, rendendo quindi difficile una effettiva valutazione della prestazione ambientale di un sistema rispetto a quegli indicatori che, in un determinato contesto, potrebbero presentarsi come particolarmente critici.

Si tratta di uno scenario assai articolato, in ragione anche dei diversi contesti geografici economici e settoriali, all'interno del quale risulta spesso difficile orientarsi.

Sul fronte della possibilità di misurare oggettivamente la sostenibilità ambientale a partire dalla considerazione degli impatti connessi alla realizzazione di un intervento edilizio lungo l'intero ciclo di vita che lo caratterizza, uno scenario da assumere con particolare attenzione è quello costituito dall'impiego dello strumento del Life Cycle Assessment.

Frutto di un lungo percorso di ricerca che ha avuto origine in ambito industriale negli Stati Uniti negli anni Sessanta, il Life Cycle Assessment costituisce oggi uno strumento di riferimento maturo, attraverso il quale è possibile gestire il miglioramento delle prestazioni ambientali di un prodotto o di un servizio, considerandone l'intero ciclo di vita (1). Secondo la definizione proposta dalla Environmental Protection Agency il "Life Cycle Assessment è uno strumento per la valutazione ambientale dei sistemi industriali dalla culla alla tomba. In questa logica, il processo ha inizio con il reperimento delle materie prime necessarie alla realizzazione di un prodotto (la culla) e ha termine soltanto quando tutti i materiali utilizzati ritornano alla terra (la tomba)".

Il Life Cycle Assessment consente quindi di stimare l'impatto ambientale complessivo risultante da tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, considerate come interdipendenti, comprese alcune fasi (come per esempio l'estrazione delle materie prime, il trasporto e lo smaltimento del prodotto a fine vita) spesso non considerate all'interno di analisi più tradizionali.

(1) A livello internazionale la metodologia LCA è regolamentata dalle norme ISO 14040 e ISO 14044. La valutazione del ciclo di vita prevede: la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'analisi, la compilazione di un inventario degli input e degli output di un determinato sistema, la valutazione del potenziale impatto ambientale correlato a tali input ed output e infine l'interpretazione dei risultati.

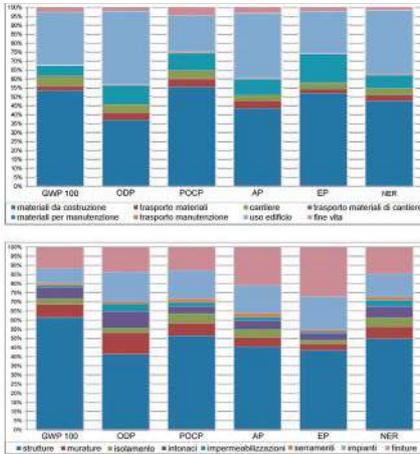
Una valutazione LCA è cioè in grado di dare indicazioni relative all'energia incorporata in un prodotto e agli impatti provocati sull'ambiente per quanto riguarda il depauperamento delle risorse naturali, il riscaldamento globale, l'acidificazione, l'eutrofizzazione, la formazione di ossidanti fotochimici, l'assottigliamento dello strato di ozono, il consumo di acqua, la tossicità per l'uomo, la presenza di sostanze pericolose.

Dal momento che nella valutazione vengono considerate tutte le diverse attività svolte durante la vita utile del prodotto, dalla sua produzione, al suo uso, alla sua manutenzione, fino alla sua dismissione, questo approccio consente una visione più precisa e completa delle reali differenze del comportamento ambientale tra prodotti o processi alternativi. L'idea di base del Life Cycle Assessment è la registrazione di tutti i flussi di materiale ed energia connessi con un prodotto, un processo o un servizio. Si comprende allora come una piena applicazione dell'approccio Life Cycle Assessment presenti non poche criticità relativamente al sistema edificio, all'interno del quale sono chiamate a interagire logiche di impronta chiaramente industriale (l'ambito della componentistica) con logiche ancora radicate in una cultura tecnica di tipo artigianale (il cantiere) difficilmente controllabili.

Nel settore edilizio il primo livello di applicazione del metodo LCA è legato alla valutazione degli edifici per comprendere gli impatti complessivi lungo l'intera vita, il rapporto tra le fasi e l'incidenza relativa delle parti costituenti. A titolo di esempio, si presenta la valutazione di un complesso residenziale composto da 4 edifici con tipologia in linea disposti attorno ad una corte interna; ciascuno di essi si sviluppa su due piani più mansarda per un totale di 61 unità abitative (4.000 m<sup>2</sup> di superficie utile). Un volume interrato costituisce il basamento del complesso e accoglie 90 autorimesse e numerosi vani tecnici e spazi accessori, per una superficie totale di circa 7.000 m<sup>2</sup>. Nonostante gli edifici siano stati realizzati su iniziativa privata tra il 2008 e il 2012, la progettazione ha puntato sull'obiettivo "energia quasi zero" (nZEB), anticipando i contenuti della Direttiva europea 2010/31/EU. Le tipologie, le tecnologie costruttive e i materiali tradizionali sono stati quindi interpretati secondo obiettivi di elevata efficienza energetica e affiancati da dispositivi per la produzione energetica in sito, al fine di promuovere l'autosufficienza del complesso.

Le strutture portanti sono in calcestruzzo armato e laterocemento, mentre le coperture sono in legno lamellare; le chiusure verticali opache sono in blocchi Poroton con cappotto in lana di roccia e le partizioni interne in laterizio; i serramenti esterni hanno telai in PVC. La produzione di calore e di acqua calda sanitaria è assicurata dalla presenza di un impianto centralizzato con pompe di calore elettriche coadiuvate da uno scambiatore geotermico orizzontale installato nella platea di fondazione. Sulle coperture e in una parte del giardino condominiale sono presenti numerosi moduli fotovoltaici policristallini che assicurano l'energia elettrica sufficiente a coprire il fabbisogno energetico per riscaldamento e circa il 50% di quello per la produzione di acqua calda sanitaria. La valutazione LCA (condotta secondo le Norme ISO 14040, ISO 14044 e EN 15978) ha portato ad evidenziare che, su uno scenario di vita utile di 100 anni, la fase di pre-uso, suddivisa in produzione dei materiali, trasporto fino al cantiere e costruzione, ammonta nel suo complesso al 56% degli impatti. La sola fase di uso ammonta al 41%, ma la parte direttamente collegata con i consumi energetici per riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria è limitata al solo 31%. Da ciò si evince che analizzare il comportamento ambientale di questo complesso residenziale prendendo in considerazione solo i consumi energetici in uso significa preoccuparsi solo di circa 1/3 degli impatti reali lungo il suo ciclo di vita.

In conclusione, la valutazione LCA ha permesso di comprendere come l'obiettivo di riduzione dei consumi energetici in uso abbia portato a generare notevoli impatti durante la fase di costruzione dell'edificio a seguito dell'impiego di ingenti quantità di materiali e componenti complessi.



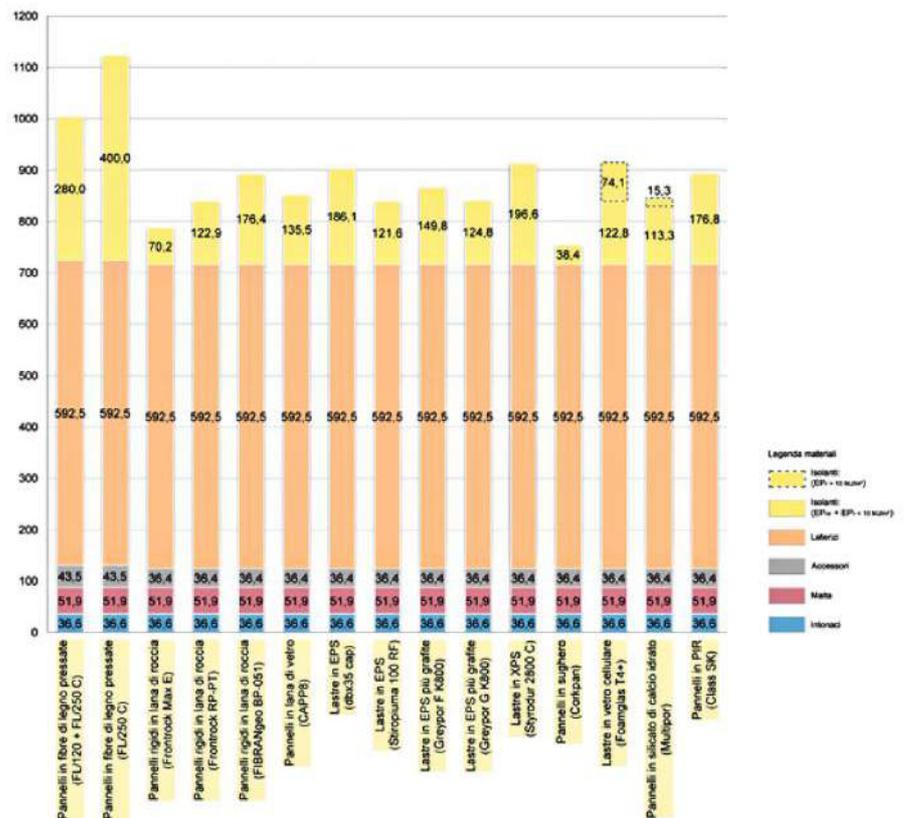
Gli impatti ambientali nelle fasi della vita dell'edificio e relativi ai subsistemi edilizi. GWP: Global warming Potential; Ozone Depletion Potential; POCP: Photochemical Ozone Creation Potential; AP: Acidification Potential; EP: Eutrophication Potential; NER: Non-Renewable Energy

Di conseguenza, l'adozione del metodo LCA come strumento per guidare le scelte di progetto può aiutare ad identificare le soluzioni che assicurino il minore impatto ambientale complessivo sulla vita intera, bilanciando le opzioni di riduzione del fabbisogno energetico (come incrementare l'isolamento dell'involucro), la produzione di energia da rinnovabili e la limitazione degli impatti dovuti ai componenti edilizi (più semplici e più durevoli).

Il secondo livello di analisi mira a comprendere il profilo ambientale dei sistemi edilizi al fine di compiere le scelte più opportune nella realizzazione di edifici ambientalmente efficienti.

L'esempio costituisce la valutazione di alcune soluzioni di chiusura verticale opaca in laterizio, intendendo l'involucro come componente costruttiva complessa chiamata a rispondere a molteplici prestazioni quali la limitazione della dispersione di calore durante il periodo invernale (trasmissione termica  $U$ ), il mantenimento di adeguate condizioni di comfort estivo (sfasamento termico  $\phi$ , fattore di attenuazione  $f_a$ , trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$ ) e la protezione dalla trasmissione acustica ( $R_w$ ). Due gli indicatori principali utilizzati (energia incorporata  $EE$  e  $CO_2$  incorporata o potenziale di riscaldamento globale  $GWP$ ). È stata condotta un'indagine sulle due tecniche costruttive a maggiore diffusione sul territorio nazionale, realizzate accoppiando laterizi e materiali isolanti: la parete monoblocco con isolamento a cappotto esterno e la doppia parete con intercapedine isolata. Nell'ambito delle due famiglie citate sono stati composti numerosi pacchetti esemplificativi in relazione a diversi spessori e tipologie di elementi in laterizio ai quali affiancare 33 prodotti isolanti, giungendo a comporre un parterre di 168 soluzioni, divise in 10 gruppi a seconda delle caratteristiche del supporto.

La valutazione ambientale, condotta a parità di trasmittanza termica ( $U=0,33$   $W/m^2K$ ), ha evidenziato nelle soluzioni a cappotto, l'uso di blocchi porizzati di spessore rilevante (30 cm) rende meno evidente l'apporto dei materiali coibenti sia in termini di prestazioni termiche che acustiche ed economiche.

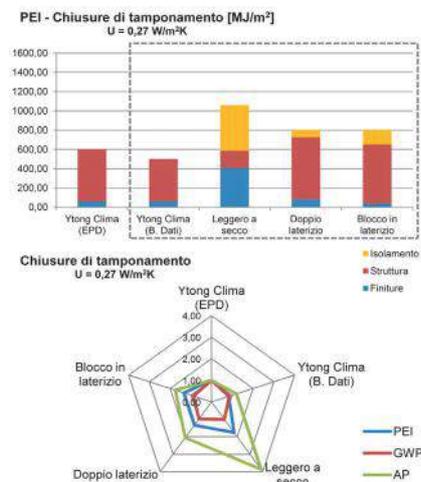


L'energia incorporata di 15 soluzioni a cappotto con blocchi porizzati da 25 cm

Al contrario, il profilo ambientale risulta penalizzato in ragione dell'elevato quantitativo di materia nel passaggio di spessore da 25 a 30 cm e tra blocchi tradizionali e porizzati: l'EE sale da 863 a 981 MJ/m<sup>2</sup> e l'EC da 66 a 78 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>. Nel caso delle soluzioni a doppia parete il tipo di laterizio impiegato modifica il profilo prestazionale della chiusura. L'uso di soli laterizi forati evidenzia un maggiore contributo dell'isolante nel conseguire le prestazioni termoacustiche ottimali e un profilo ambientale migliore rispetto alle chiusure a cappotto con valori di EE nel range 516-810 MJ/m<sup>2</sup> e di EC tra 43 e 57 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>. Le soluzioni che accoppiano blocchi semipieni tradizionali e laterizi forati possiedono le prestazioni ambientali meno positive, risultando talvolta peggiorative rispetto al cappotto. Infine, l'accoppiamento di due paramenti in blocchi porizzati negli spessori di 8 e 12/15 cm è consigliabile rispetto all'uso di laterizi semipieni da 12/15 cm e mattoni forati da 8 cm sotto il profilo energetico/ambientale e del comportamento inerziale, con costi mediamente equivalenti. Al contrario, l'impiego dei blocchi porizzati in pasta comporta un profilo prestazionale migliore rispetto alle soluzioni meno performanti della tecnica costruttiva a cappotto. Il livello di maggior dettaglio a cui applicare la valutazione LCA è costituito dall'insieme di materiali e componenti che costituiscono i sistemi edilizi. L'analisi ambientale di questi elementi costituisce una base per affrontare consapevolmente la scelta dei prodotti da costruzione. Questo esempio è incentrato sui blocchi di calcestruzzo aerato autoclavato Ytong, analizzati in relazione ad alcuni usi e comparati ad altre soluzioni di chiusura verticale. Sono state individuate 9 opzioni, ripartite in 2 gruppi (chiusure di tamponamento e in muratura portante) e con due livelli di trasmittanza termica (0,27 W/m<sup>2</sup>K e 0,18 W/m<sup>2</sup>K).

Nel primo gruppo, la soluzione monostrato con Ytong Clima 350 è confrontata con una chiusura leggera stratificata a secco con struttura metallica, una doppia parete in laterizi porizzati e mattoni forati con interposto un pannello semirigido in lana di roccia e una soluzione bistrato in blocchi porizzati e cappotto in EPS. Il risultato vede un comportamento ambientale più vantaggioso per le soluzioni realizzate in calcestruzzo aerato autoclavato grazie alla densità ridotta rispetto agli altri elementi in muratura. Nella chiusura leggera, al ridotto impatto relativo alla struttura (telaio) corrispondono valori notevoli dovuti alle lastre di rivestimento e alla significativa quantità di isolante tipicamente utilizzata in queste soluzioni. Per l'isolante è stata scelta una densità elevata (che quindi rende più significativi gli impatti) per cercare di conferire una accettabile prestazione di inerzia termica.

Nel secondo gruppo, le diverse soluzioni bistrato con blocchi Ytong e pannelli Multipor sono confrontate con blocchi porizzati e cappotto in polistirene espanso sinterizzato e con una soluzione stratificata in legno con pannello portante X-lam, cappotto in fibra di legno e controparete isolata. Dall'analisi emerge che le soluzioni realizzate con blocchi AAC non sismiche hanno un comportamento ambientale vantaggioso rispetto alle altre, grazie alla densità ridotta rispetto agli altri elementi in muratura. Più critica è la soluzione con Ytong Sismico poiché la sua densità è superiore. La soluzione in X-lam causa le minori emissioni di gas serra poiché viene conteggiata l'anidride carbonica assorbita dalla pianta durante la crescita; al contrario, causa notevole acidificazione a seguito dell'uso di composti di azoto per favorire la crescita delle foreste, dell'uso prevalente di energia elettrica nel processo produttivo e della produzione e uso di collanti.



*Soluzioni di chiusura verticale. L'energia incorporata delle parti costituenti (sopra) e il confronto tra indicatori ambientali (sotto)*

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università di Bologna.

### 3.5.1 **Ottimizzazione ambientale dei processi produttivi: imparare dal settore industriale** *Environmental optimisation of manufacturing processes: learning from the industrial sector*

di Ernesto Antonini (\*)

#### ABSTRACT

*Malgrado gli edifici incorporino in misura sempre maggiore forniture di provenienza industriale, la realizzazione dell'opera e la formazione di una parte rilevante del suo valore, invece, dipendono ancora largamente da logiche e processi pre-industriali, che ne condizionano negativamente gli esiti: bassa produttività, previsioni di tempi e costi sempre aleatorie, livelli di qualità esposti a tutti gli imprevisti e alle approssimazioni, tecnologie arretrate. La chiave per aumentare efficienza dei processi e qualità dei prodotti è l'industrializzazione: produrre fuori opera, con tecnologie efficienti, puntando ad edifici di elevato valore incorporato. Non le stecche di triste memoria, ma architetture con ottime prestazioni tecniche ed eccellenti profili di sostenibilità: meno scarti; manutenzioni poco invasive, smontaggio semplificato, riciclaggio degli elementi a fine vita; tempi di produzione rapidi e costi senza sorprese.*

*Although they do now increasingly use industrial products, actual buildings and the creation of much of their value, instead, still largely depend on pre-industrial logic and processes that have a negative influence on the final result: low productivity, unpredictable timetables and costs, quality levels exposed to all kinds of unforeseen events and approximation, out-dated technologies.*

*The key to increase process efficiency and product quality lies in industrialisation: off-site manufacturing, use of efficient technologies, aiming for buildings with a high level built-in value. The serious errors of the past must be avoided with buildings that can ensure first-rate technical performance and have an excellent sustainability profile: less waste, minimally invasive maintenance, simplified dismantling, recycling of components at the end of their life; short production time and costs with no surprises.*

(<sup>1</sup>) *"Je suis prêt à fabriquer des maisons en grande série, comme Citroën l'a fait dès 1919 pour les automobiles (...) le temps de la brouette est passé ! Le fer, l'acier (...) c'est mon truc! avec le fer, on construit vite et solide". Jean Prouvé, Il faut des maisons usinées. Nancy le 6 février 1946.*

(<sup>2</sup>) *"Occorre creare lo spirito della produzione in serie, lo spirito di costruire case in serie, di concepire case in serie. (...) La grande industria deve occuparsi della costruzione e produrre in serie gli elementi della casa" Le Corbusier (1923); Vers une architecture (trad. it.: Milano, 1973, p. LXI).*

(<sup>3</sup>) In UE le costruzioni realizzano circa il 10% del PIL con 10 milioni di addetti. Secondo uno studio della CE (COM(97)539 f), fra il 1970 e il 1990 la produttività è cresciuta con tassi medi annui inferiori all'1%, mentre la produttività dell'insieme dei settori industriali progrediva a velocità doppia. L'EUROSTAT calcola che nel 2000 a fronte del 10% degli addetti, il valore aggiunto del settore raggiungeva l'8% del totale. J. Lienhardt, *The construction industry*, in: "Statistics in Focus", Theme 4, n. 25/2003, EUROSTAT, Brussels.

Semplici e versatili, poveri ma disponibili in abbondanza, prelevati dalla natura per essere subito trasferiti in cantiere, nelle mani di abili maestranze capaci di modellarli facendo loro acquisire forma e valore: sabbia, terra, legnami, pietre sono gli ingredienti fondamentali della costruzione, la farina e le uova della cucina dell'edilizia. Così, almeno, ci era stato insegnato.

Negli ultimi decenni, invece, anche la cucina dell'edilizia è cambiata. Da un lato, un'offerta massiccia di ogni tipo di semilavorato e componente, prodotto industrialmente e fornito a piè d'opera *ready to install*, con una conseguente accelerata trasformazione del cantiere in luogo di assemblaggio di manufatti realizzati altrove. Dall'altro, un processo di rapida evoluzione dei materiali che un tempo chiamavamo "primari" e che oggi tali non sono più, essendo invece a loro volta diventati prodotti industriali intensamente elaborati, trasformati, additivati prima di arrivare in cantiere.

Si potrebbe pensare che davvero *il tempo della carriola è finito*, come annunciava Jean Prouvé nel 1947 (<sup>1</sup>) facendo eco a Le Corbusier (<sup>2</sup>) e invocando l'avvento di *maisons usinées*, di case prodotte in fabbrica.

Invece non è andata così. Nei quasi settant'anni trascorsi da allora, l'industria manifatturiera ha percorso con successo la strada della meccanizzazione, l'ha potenziata innestandovi elettronica e automazione e oggi quasi tutti i beni offerti sul mercato, compresa la galassia di materiali e componenti che servono a realizzare gli edifici, tutto è ormai "fatto a macchina".

In cantiere, invece, molto resta ancora "fatto a mano" ricorrendo a tecniche artigianali e a logiche e processi pre-industriali. Con gli effetti noti: bassa efficienza, previsioni di tempi e costi sempre molto aleatorie, livelli di qualità esposti a tutti gli imprevisti e alle approssimazioni, tecnologie arretrate. Il settore registra indici di produttività bassi, il cui miglioramento è molto più lento e molto meno consistente di quello che caratterizza l'insieme dei comparti industriali (<sup>3</sup>).

Un quadro preoccupante, considerato che le costruzioni – nonostante la profonda crisi in cui si dibattono dal 2008 e da cui non sembrano ancora in grado di risollevarsi <sup>(4)</sup> – rappresentano comunque una delle voci principali nella formazione del PIL e un'attività fondamentale per la vita dei cittadini e la crescita economica.

Se le lavorazioni di cantiere sono costrette a bassi livelli di produttività, i costi necessari per ottenere manufatti dotati di standard di qualità migliori diventano insopportabili. E le prestazioni più severe (a cominciare da quelle energetiche) che pretendiamo dai nostri edifici, irraggiungibili <sup>(5)</sup>. Quindi dovremo far aumentare il *valore* dei nostri edifici più del loro *costo*. Conosciamo un solo modo per farlo: meccanizzare quante più lavorazioni possibile, mobilitando tutta l'innovazione necessaria, sia *visibile* che *invisibile* <sup>(6)</sup>.

Estendere i benefici dell'industrializzazione dai settori dell'indotto al processo primario delle costruzioni significa, dunque, produrre fuori opera, con tecnologie efficienti, e riorganizzare di conseguenza la filiera, puntando ad una produzione ad alto valore incorporato. Non le stecche di triste memoria, disegnate con lo scalpello, ma buone architetture, con elevate prestazioni tecniche ed eccellenti profili di sostenibilità: meno scarti e più facili da gestire e avviare a recupero, manutenzioni poco invasive, smontaggio semplificato e riciclaggio degli elementi a fine vita. E poi tempi di produzione rapidi e costi senza sorprese.

Sulla via della prefabbricazione del terzo millennio, la Gran Bretagna svolge il ruolo di pioniere <sup>(7)</sup>.

Non qualche stravagante sperimentazione, nessuna voglia di rivincita né nostalgie per i ruggenti anni Sessanta. Molto pragmatismo, invece, con la prospettiva di un rapido sviluppo di tutti i Metodi Moderni di Costruzione (*Modern Methods of Construction*, in sigla MMC) e di tecnologie di costruzione fuori opera (*Off-Site Construction*, OSC).

Stimolate dalla pubblicazione del Rapporto *Rethinking Construction* <sup>(8)</sup>, fin dai primi anni '2000 nasce un nuovo interesse per la prefabbricazione, con il ritorno sulla scena dei MMC, di cui in uno studio del 2003 <sup>(9)</sup> il Ministero Inglese per il Commercio e l'Industria riassumeva i vantaggi.

<b>TABELLA A: Indicatori di sostenibilità dei sistemi costruttivi prefabbricati</b>
• Consumi energetici in esercizio - Effetto positivo
La migliore qualità tecnica può offrire elevate prestazioni di isolamento termico e di efficienza impiantistica.
• Energia incorporata - Effetto positivo
Le produzioni fuori opera permettono di limitare i rifiuti e di aumentare il riciclaggio, con conseguenti riduzioni dell'energia incorporata associata ai processi produttivi.
• Energia dovuta ai trasporti - Effetto negativo
La movimentazione di componenti prefabbricati richiede il trasporto di grandi volumi di aria, specialmente nel caso di moduli tridimensionali.
• Rifiuti - Effetto positivo
La produzione in ambiente industriale può ridurre in misura rilevante i rifiuti rispetto a quanto avviene in cantiere.
• Acqua - Effetto positivo
Se realizzati in ambiente industriale, i processi di produzione di componenti che consumano acqua possono essere meglio controllati, gli sprechi ridotti e il riuso e riciclaggio dell'acqua di scarto può essere realizzato in modo più efficiente che in cantiere.
• Biodiversità - Effetto positivo
La produzione in stabilimento riduce le emissioni e l'inquinamento nel sito del cantiere, limitando gli impatti sulle specie viventi presenti nel sito. Tuttavia, la qualità insediativa e la mitigazione degli effetti dell'intervento sul paesaggio dipendono dalle scelte del progetto, e non sono significativamente modificate dall'uso di tecnologie prefabbricate o tradizionali.
FONTE: Office of Deputy Prime Minister & English Partnership (2005), <i>Design for Manufacturing Competition Brief-Stage 1</i> , London.

<sup>(4)</sup> E. Antonini, G. Primiceri, *I numeri della crisi/The crisis in figures*, in: *Techno-Journal of Technology for Architecture and Environment*, Issue 1, Year 1 ("Oltre la crisi/ Beyond the Crisis"), 2011, pp. 148-157.

<sup>(5)</sup> Malgrado le nostalgie passatiste trovano oggi parecchio consenso, non c'è una ragionevole possibilità di affrontare il dissesto ecologico, la crisi energetica e la sfida ambientale che inquietano il futuro prossimo del pianeta facendo a meno di acciaio, vetro, cemento armato, materie plastiche, e delle loro formidabili prestazioni. Se non addirittura armati di soluzioni e tecnologie del passato, di cui viene predicata fin troppo ingenuamente la restaurazione integralista: tecniche costruttive arcaiche e di materiali dalla rustica verginità naïve. Si veda Diamond, Jared (1997), *Guns, Germs and Steel. Brief history of the world in the last thirteen thousand year*, New York (USA): W.W. Norton & Company (trad. it: *Armi acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, Torino, Einaudi, 1997 e anche: E. Antonini, *Materiali Complessi*, in: *Materia*, n. 58, giugno-luglio 2008, pp. 144-155.

<sup>(6)</sup> Nella accezione qui utilizzata, il concetto di *invisibile* (e quello contrapposto di *visibile*) sono mutuati da Nicola Sinopoli, che li ha introdotti nel suo *La tecnologia invisibile* (Milano, F. Angeli, 1997) utilizzando per designare due fondamentali dinamiche di innovazione tecnologica, rispettivamente orientate a fare evolvere, la prima gli assetti organizzativi, la seconda le caratteristiche fisiche dei prodotti e delle tecniche utilizzati nei processi edilizi.

<sup>(7)</sup> Sul deciso ritorno della prefabbricazione edilizia in GB, si veda: S. Russo Ermolli, *I magnifici sette*, in: *Costruire* n. 291, settembre 2007, e anche: E. Antonini, *Prefabbricazione. La variante inglese*, in: *Costruire* n. 289, giugno 2007.

<sup>(8)</sup> J. Egan (1998), *Rethinking Construction. Report of the Construction Task Force*, Department of Trade and Industry, London ([http://www.rethinkingconstruction.org/documents/Rethinking Construction Report.pdf](http://www.rethinkingconstruction.org/documents/Rethinking_Construction_Report.pdf)).

<sup>(9)</sup> Building Research Establishment Ltd., Scotland (2003), *Current Practice and Potential Uses of Prefabrication. DTI Construction Industry Directorate Project Report*, London, Department of Trade and Industry, Report No. 203032, pp. 9-14.



Promosso nell'ambito del Concorso Design for Manufacture e completato nel 2008 da Norwest Holst Limited (controllata dalla francese Vinci), l'intervento di Hounslow, nel Middlesex, comprende 48.000 m<sup>2</sup> di residenza e terziario: (garage da 400 posti, supermercato da 7.000 m<sup>2</sup>, un centro medico e 334 appartamenti in edifici di 8 piani) per un Investimento complessivo di oltre 60 milioni di euro (Foto: Kingspan)

(10) Benché pervenga a conclusioni analoghe, l'indagine affidata nel 2005 dal Governo Britannico al National Audit Office tuttavia segnala che la velocità con cui si sviluppa il processo MMC fa crescere rapidamente i rischi per il promotore e rende opportuna l'adozione di procedure di *risk management* e che, inoltre, il processo deve essere accuratamente pianificato, altrimenti i vantaggi ottenuti con MMC possono essere vanificati. Si veda: NAO (2005), *Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently*, London, NAO.

Riduzione dei tempi di preparazione del cantiere; minore esposizione ai rischi dovuti agli agenti atmosferici; più efficace coordinamento delle attività esecutive e controllo della qualità; diminuzione dei tempi di costruzione, dell'uso di acqua ed energia, di sfridi di lavorazione e di rifiuti; aumento delle possibilità di riciclaggio dei residui, della precisione e della affidabilità dei montaggi. Con una riduzione del consumo energetico totale e dell'impatto ambientale del processo, che compensa ampiamente gli effetti negativi indotti dal trasporto degli elementi (10).

La domanda di architetture più *sostenibili*, cioè di processi edilizi che producano un impatto meno destabilizzante per l'ecosistema, costituisce quindi uno dei motori più potenti che spingono verso l'industrializzazione dei processi edili nel terzo millennio. Una domanda che stimola a cercare risposte nuove, non accontentandoci di rassicuranti luoghi comuni e cercando di cogliere quindi tutte le potenzialità dell'innovazione.

Offsite Manufactured - Volumetric	Three-dimensional units produced in a factory, fully fitted out before being transported to site and stacked onto prepared foundations to form the dwellings
Offsite Manufactured - Panellised	Flat panel units built in a factory and transported to site for assembly into a three-dimensional structure or to fit within an existing structure
Offsite Manufactured - Hybrid	Volumetric units integrated with panellised systems. Hybrid construction is also referred to as semivolumetric construction. Highly serviced areas such as kitchens or bathrooms can be constructed as volumetric units, with the rest of the dwelling constructed with panels
Offsite Manufactured - Sub assemblies and components	Larger components that can be incorporated into either conventionally built or MMC dwellings. These items are not full housing 'systems' and are usually factory made or, occasionally, site-assembled. Sub-assemblies and components in this category are (i.e.): pre-fabricated foundations, pre-assembled roof structure, wiring looms and pre-fabricated plumbing, ...
Non-Offsite MMCs	Innovative methods of construction used on-site and the use of conventional components in an innovative way

Fonte: K. Ross, P. Cartwright, O. Novakovic (BRE Housing Innovation Centre) (2006), *A guide to modern methods of construction*, Amersham (UK), NHBC Foundation.



Il sistema costruttivo dell'edificio di Hounslow è composto da travi e pilastri in acciaio e pannelli leggeri (rivestiti in Alucobond) per i tamponamenti di facciata, che vengono montati già completamente prefiniti, serramenti compresi (Foto: Kingspan)

### 3.5.2 **Il consumo energetico dei materiali da costruzione dalla produzione alla dismissione**

#### **Energy consumption of building materials from production to disposal**

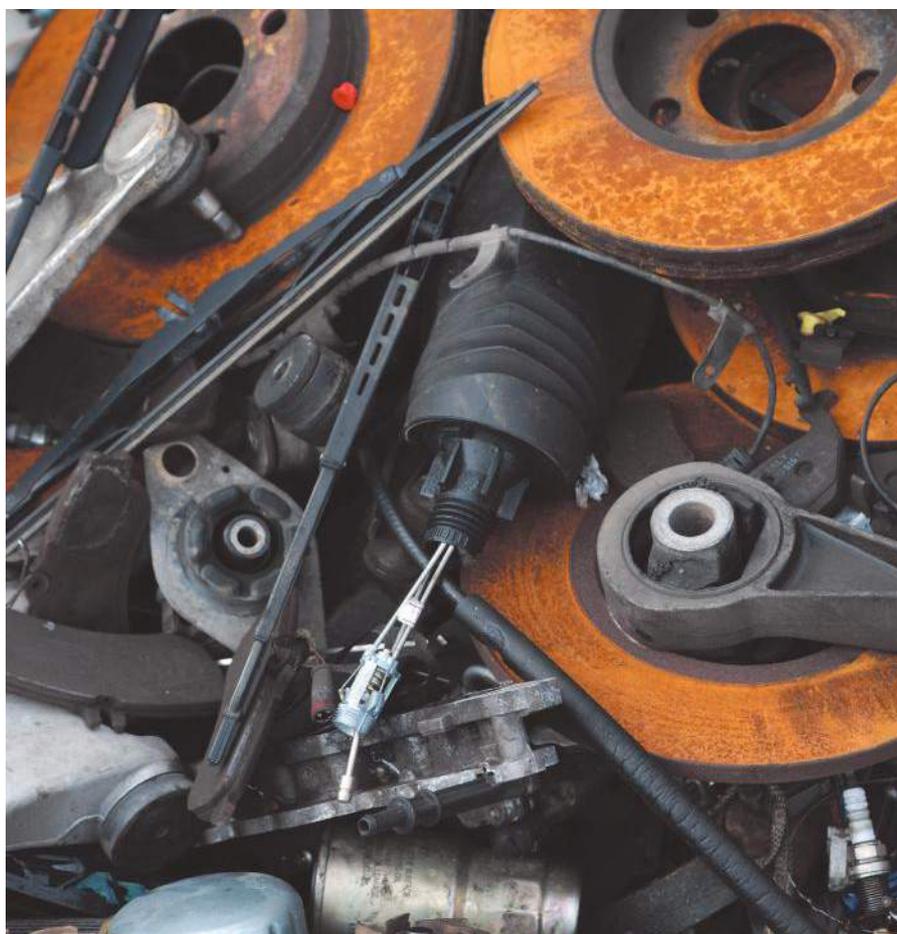
di Massimo Rossetti (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università Iuav di Venezia.

#### **ABSTRACT**

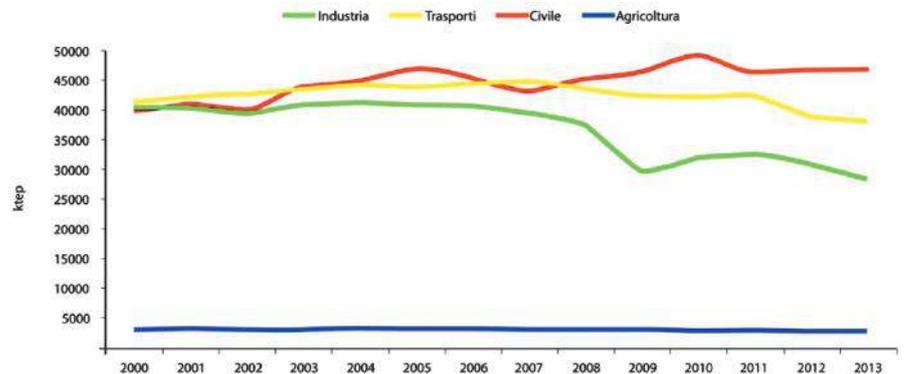
*La consapevolezza che gli edifici siano il maggiore responsabile dei consumi energetici europei e italiani sta incentivando la messa a punto di strumenti finalizzati a una valutazione obiettiva dell'impatto energetico dei materiali e dei prodotti da costruzione. L'incremento dell'efficienza energetica in edilizia, indicato a livello europeo come obiettivo prioritario, passa infatti attraverso sia un miglioramento delle condizioni di esercizio degli edifici, sia attraverso l'uso di materiali e prodotti a ridotto impatto ambientale. In tale ambito, la direzione intrapresa dal settore risulta sempre più frequentemente quella di fornire indicazioni confrontabili sul "peso" energetico dei materiali da costruzione, in particolare grazie alla metodologia LCA e allo sviluppo di certificazioni di prodotto.*

*Awareness of the fact that buildings are responsible for most European and Italian energy consumption is encouraging the development of instruments for an objective assessment of the energy impact of building materials and products. Improvements in energy efficiency in the building sector, indicated at the European level as a priority goal, indeed involve improvements in the operating conditions of buildings as well as the use of materials and products with a reduced environmental impact. In this context, the direction taken by the sector appears to increasingly involve comparable indications on the energy "load" of building materials, in particular thanks to the LCA method and the development of product certifications.*



Tra le principali caratteristiche del settore delle costruzioni vi è, come noto ormai da tempo, l'essere il maggiore responsabile a livello europeo e italiano dei consumi energetici. Secondo dati recenti, infatti, al settore delle costruzioni si deve attribuire circa il 40% dei consumi energetici europei <sup>(1)</sup> e il 36,7% di quelli italiani <sup>(2)</sup>; una situazione, quest'ultima, particolarmente preoccupante se analizzata in riferimento agli anni più recenti. È significativo infatti come, nonostante la crisi abbia investito tutto il comparto nel periodo 2007-2013 <sup>(3)</sup> (susseguente alla fase di grande crescita del settore edile, gli anni tra il 1998 e il 2006), non si sia registrato un calo nei consumi, come invece accaduto agli altri due grandi settori energivori, industria e trasporti. Un chiaro indicatore di come il mondo delle costruzioni debba rimanere, ancora a lungo, in cima all'agenda politica degli interventi di riqualificazione energetica (Fig. 1).

Figura 1. Andamento dei consumi energetici in Italia per settore nel periodo 2000-2013 (Fonte: Bilancio Energetico Nazionale - Ministero dello Sviluppo Economico)



<sup>(1)</sup> La quota del 40% è indicata dalla Direttiva 2010/31/UE e da altre fonti, ad esempio dal documento BPIE (Building Performance Institute Europe) *Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings*, 2011, p. 20 (fonte: DG ENER). Al settore dell'edilizia viene anche attribuito il 36% delle emissioni di gas serra (Fonte: Commissione Europea, *Sostegno finanziario all'efficienza energetica degli edifici*, COM (2013) 225 final).

<sup>(2)</sup> Fonte: Bilancio Energetico Nazionale - Ministero dello Sviluppo Economico.

<sup>(3)</sup> Si stima che nel periodo 2008-2014 gli investimenti in costruzioni siano calati di quasi il 32%, con un conseguente calo nelle occupazioni di circa il 26% (Fonte: Ance su dati ISTAT).

<sup>(4)</sup> Commissione Europea, *Piano di Efficienza Energetica 2011*, COM(2011) 109 definitivo.

<sup>(5)</sup> ENEA, *Rapporto energia e ambiente 2009-2010. L'analisi*, 2012, pp. 64-65.

<sup>(6)</sup> Una considerevole parte dei prodotti per l'edilizia è infatti realizzata mediante l'unione di materiali diversi, per cui si può parlare di "plurimatericità" (quale ad esempio un pannello sandwich), a differenza di altri prodotti (quale ad esempio un blocco in laterizio), essenzialmente monomaterici.

<sup>(7)</sup> Si veda M. Lavagna, *Life Cycle Assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano, 2008, p. 103.

È questo ruolo che rende il settore delle costruzioni il terreno più fertile per il miglioramento dell'efficienza energetica e il conseguente abbattimento dei consumi, come indicato anche dalla Commissione Europea nel Piano di Efficienza Energetica 2011: "Il maggiore potenziale di risparmio energetico è insito negli edifici. Il piano è incentrato su strumenti atti ad incentivare il processo di ristrutturazione di edifici pubblici e privati e a migliorare il rendimento energetico dei componenti e degli apparecchi in essi utilizzati" <sup>(4)</sup>. La stessa posizione espressa dall'Enea nel *Rapporto Energie e Ambiente del 2012*: "L'efficienza energetica rappresenta di certo la principale opzione tecnologica per la riduzione delle emissioni nel breve periodo e una componente fondamentale di qualunque strategia per la sicurezza energetica e per la competitività del sistema Paese. Il settore Civile (Residenziale + Terziario) potrebbe rappresentare il principale segmento di intervento, data la varietà di opzioni tecnologiche disponibili per soddisfare i servizi energetici richiesti nel settore" <sup>(5)</sup>.

Il perseguimento di una maggiore efficienza energetica in edilizia parte dalla considerazione che l'impatto ambientale degli edifici dipende principalmente da due aspetti: la fase di esercizio, quindi i consumi durante il periodo di vita utile (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, ecc.), e le caratteristiche dei materiali utilizzati, quindi il loro "peso" energetico. Nel primo caso, è fondamentale pensare l'edificio, e i dispositivi tecnici in esso utilizzati, con l'obiettivo del contenimento dei consumi energetici; nel secondo è necessario stimare quale sia l'effettivo "peso" di un materiale (ma è più corretto parlare di prodotti) <sup>(6)</sup> dal momento della produzione al momento della dismissione. A tale proposito, nonostante non si possa parlare di materiali o prodotti ecologici in senso assoluto <sup>(7)</sup>, è invece possibile determinare il loro maggiore o minore impatto ambientale, facendo riferimento ad alcuni parametri quantificabili e confrontabili, che ne possano descrivere le caratteristiche. Un indicatore significativo è, ad esempio, la quantità di energia incorporata (*embodied energy*) che ogni materiale (da costruzione o non) possiede, definita come l'"energia totale usata per creare un prodotto, compresa l'energia

usata nella fase di estrazione delle materie prime, di manifatturazione e trasporto" <sup>(8)</sup>, oppure come la "quantità di energia necessaria per produrre e per portare in cantiere un materiale" <sup>(9)</sup>. Prendendo in considerazione alcuni dei più comuni materiali da costruzione, si nota come i valori varino enormemente. Nonostante tale indicatore non sia sufficiente a stabilire l'impatto di un materiale o prodotto utilizzato in un edificio (per avere un calcolo più preciso bisognerebbe, infatti, conoscerne anche la quantità utilizzata e il periodo stimato di vita utile), è comunque indicativo del maggiore o minore peso energetico (Tab. 1). Per una più precisa valutazione di tale peso è invece possibile considerare l'analisi del ciclo di vita (LCA, Life Cycle Assessment, o Valutazione del Ciclo di Vita), che fornisce uno strumento utilizzabile in qualsiasi contesto, in grado di produrre risultati confrontabili, anche a diverse scale (dal materiale, al prodotto, al sistema costruttivo, fino all'intero edificio). L'analisi LCA rappresenta quindi la "base" per una successiva certificazione ambientale dei prodotti, che indica il livello di impatto di un manufatto basandosi su criteri quantificabili. È il caso, ad esempio, della certificazione EPD (Environmental Product Declaration, o Dichiarazione Ambientale di Prodotto), un "documento contenente la quantificazione delle prestazioni ambientali di un prodotto mediante opportune categorie di parametri calcolati con la metodologia dell'analisi del ciclo di vita, LCA) e quindi seguendo gli standard della serie ISO 14040" <sup>(10)</sup>.

Le prestazioni ambientali del prodotto devono rispettare i criteri e i requisiti presenti nel PCR (Product Category Rules, o Regole Specifiche di Prodotto), documento che "permette di predisporre gli studi LCA e le relative dichiarazioni ambientali in modo coerente e confrontabile" <sup>(11)</sup>.

Un processo di certificazione EPD definisce innanzitutto i tre "recinti" di intervento:

1. *upstream processes*: le lavorazioni che stanno a monte del processo di produzione, dette anche *from cradle to gate*, dalla culla al cancello, inteso come cancello dell'azienda produttrice;
2. *core processes*: il vero e proprio processo di produzione del manufatto, detto anche *from gate to gate*, dal cancello al cancello, a indicare che tali operazioni si svolgono all'interno dell'azienda;
3. *downstream processes*: lavorazioni che stanno a valle del processo di produzione, dette anche *from gate to grave*, dal cancello alla tomba, a indicare il periodo compreso da quando il prodotto lascia l'azienda fino alla sua dismissione.

<sup>(8)</sup> G. Longhi, *Linee guida per una progettazione sostenibile*, Officina edizioni, Roma, 2003, p. 122.

<sup>(9)</sup> G.P. Hammond, C.I. Jones, *Embodied energy and carbon in construction materials. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Energy*, 2008, 161 (2), pp. 87-98. Si veda anche: *The Inventory of Carbon and Energy – The ICE database* (<https://www.circularecology.com/embodied-energy-and-carbon-footprint-database.html#.VNOVHGSG-s5> e <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/research/ser/>).

<sup>(10)</sup> Si veda <http://www.environdec.com/>. La certificazione EPD appartiene alle certificazioni di Tipo III, come definite dalla UNI EN ISO 14025:2006 *Etichette e dichiarazioni ambientali – Dichiarazioni ambientali di Tipo III – Principi e procedure*. Le etichette del Tipo III riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti, contenenti una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Sono sottoposte a un controllo indipendente, presentate in forma chiara e confrontabile e non è richiesto che le prestazioni del prodotto raggiungano una soglia minima di accettabilità.

<sup>(11)</sup> <http://www.environdec.com/>. A fine novembre 2015 i prodotti inseriti nella sezione "Construction products" erano 185.

Tabella 1. Valori di embodied energy dei più comuni materiali da costruzione (Fonte: Hammond e Jones)

MATERIALE	MJ/kg	MATERIALE	MJ/kg
<b>Mattoni</b>		Fibra di vetro	28,00
Generici	3,00	Temprato	23,50
<b>Cemento</b>		<b>Acciaio</b>	
Portland	3,50 / 5,90	Generico (contenuto di riciclato pari al 42,3%)	24,40
Fibrocemento	10,90	Generico (da altoforno)	35,30
Malta	1,09 / 1,40	Generico (da forno elettrico ad arco)	9,50
<b>Calcestruzzo armato</b>		Acciaio galvanizzato	39,00
Generico (proporzioni cemento:sabbia:inerti 1:2:4)	0,95	Lastre	31,50
Calcestruzzo prefabbricato	2,00	Cavi	36,00
1:1:2 (ad alta resistenza)	1,39	Inossidabile	56,70
1:1,5:3 (utilizzo strutturale)	1,11	<b>Legno</b>	
1:3:6 (utilizzo non strutturale)	0,77	Generico	8,50
Calcestruzzo cellulare autoclavato	3,50	MDF	11,00
Calcestruzzo fibrorinforzato	7,75	Truciolare	9,50
<b>Vetro</b>		Compensato	15,00
Generico	15,00	Truciolare nobilitato (es. per arredi)	23,00

La fase di *upstream processes* comprende, tra le operazioni, l'estrazione e lavorazione delle materie prime e il riciclo di materiali provenienti da altri processi; la generazione di elettricità, vapore e calore da fonti primarie di energia, inclusa la loro estrazione, raffinazione e trasporto. La fase di *core processes* comprende, tra le operazioni, i trasporti esterni e interni; la manifattura del prodotto, incluso il processo di riciclo di qualsiasi materiale riciclato acquistato, e il trasporto di questo dal luogo di riciclo fino al luogo di utilizzo; il trattamento degli imballaggi e dei rifiuti generati dal processo di costruzione. Infine, la fase di *downstream processes* comprende, tra le operazioni, il trasporto dei prodotti dal sito di produzione al cantiere, il loro stoccaggio, inclusa la fornitura di riscaldamento, raffrescamento, controllo dell'umidità, ecc.; il trasporto dei rifiuti generati in cantiere; l'installazione del prodotto nell'edificio, inclusa l'energia e l'acqua richieste per la costruzione o le operazioni di cantiere; l'uso e, infine, la manutenzione, le riparazioni, le sostituzioni, il recupero, le demolizioni, il trasporto dei materiali da demolizione, la lavorazione e gestione dei rifiuti (Tab. 2). Determinare in maniera attendibile l'impatto ambientale di un materiale o prodotto ha quindi principalmente tre effetti: renderli confrontabili (allo scopo di orientare le scelte degli operatori), spingere i produttori verso un costante miglioramento dei loro prodotti e fornire una base per il calcolo dell'impatto ambientale dell'intero edificio. La natura volontaria di tale certificazione, che determini in maniera comunque obiettiva l'impatto ambientale di un prodotto da costruzione, non la rende per questo meno efficace; al contrario, il diffondersi di una valutazione quantificabile e comparabile può permettere l'innescarsi di un circolo virtuoso, in particolare tra gli operatori del settore, in grado di ridurre, in maniera progressiva, l'impatto ambientale dei manufatti architettonici.

(12) Si veda: <http://www.environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=8098#.VNXoKbCG-s4>.

Tabella 2. Il ciclo di vita di un edificio secondo il documento PCR per i prodotti da costruzione (12)

Comparability basis			Within the product group	Performance in a construction application
Life cycle stages in the International EPD® System	Asset life cycle stages (EN 15804)	Information module (EN 15804)	EPD type	
			Declared unit: Cradle-Gate, Cradle-Gate with options	Functional unit: Cradle-Grave
Upstream	A1) Raw material supply	A1-3) Product stage	Mandatory	Mandatory
Core	A2) Transport			
	A3) Manufacturing			
Downstream	A4) Transport	A4-5) Construction process stage	Optional	Mandatory
	A5) Construction installation			
	B1) Use	B) Use stage	Optional	Mandatory
	B2) Maintenance			
	B3) Repair			
	B4) Replacement			
	B5) Refurbishment			
	Other environmental information	C1) Deconstruction, demolition	C) End of life stage	Optional
C2) Transport				
C3) Waste processing				
C4) Disposal				
Inclusion of reference service life (RSL)	D) Future, reuse, recycling or energy recovery	D) Future, reuse, recycling or energy recovery	Optional	Optional
-	-	-	Mandatory if any module in B is included	Mandatory

### 3.5.3 **Materialità innovata e Slow Tech: tecnologie materiche a basso impatto energetico e ambientale** *Innovated materials and Slow Tech: low energy and environmental impact technologies of matter*

di Francesca Giglio (\*)

(\*) Architetto, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Il paragrafo descrive gli scenari di innovazione che derivano dal rapporto tra necessità industriali e ricerca, con particolare riferimento ai processi di ripensamento della materia. Spesso, tale rapporto porta allo sviluppo di materiali innovativi che, da un fronte, si manifesta nella sperimentazione di materiali ad alta complessità tecnologica, dall'altro tende a recuperare tradizioni metrico-costruttive, per rispondere alla domanda di rinnovamento di un modello economico, da tempo non più sostenibile per la produzione.*

*Un approccio che richiede un continuo approfondimento di nuove conoscenze tecniche e scientifiche e che è sempre più evidente negli scenari di sviluppo di diverse categorie materiche, in cui la disponibilità di materiali e risorse naturali diventa il punto focale intorno al quale concentrare gli obiettivi della ricerca scientifica e industriale e anche della produzione.*

*The section describes the innovative scenarios resulting from the connection between industrial requirements and research, with reference in particular to processes involving a re-thinking of matter. Often, this relationship leads to the development of innovative materials that, on the one hand, is expressed by experimenting with highly complex technological materials while, on the other, it tends to recover building traditions and traditional materials so as to meet the demand for a renewal in an economic model that has been unsustainable for a long time as regards the production.*

*This approach requires an on-going in-depth study of technical and scientific concepts and is increasingly evident in the development settings for different categories of matter, where the availability of materials and natural resources becomes a focal point on which to concentrate the objectives of scientific and industrial research, as well as production.*



*Foto di Albert Hardy, Newcastle street 1950. Immagine di copertina di Kynaston D. Austerity Britain 1945-1951, Walker Publishing Company, New York, 2008*

Nel settore edilizio, i problemi connessi alla produzione, all'uso dei materiali e alla disponibilità di materie prime hanno trovato storicamente una risposta attraverso la Tecnologia. In particolare, La Tecnologia dei materiali, intesa come disciplina che governa i processi di trasformazione, è più che mai coinvolta nei processi di ripensamento e utilizzo della materia, per soddisfare quelle che possono essere definite le *necessità dell'innovazione sostenibile*. Il recente sviluppo delle conoscenze in campo chimico ha radicalmente mutato il rapporto tra uomo e materia, consentendo di manipolare le strutture atomiche molecolari, mettendo a punto nuovi materiali "a complessità gestita" <sup>(1)</sup> nei quali le impurità e le anisotropie vengono appositamente progettate per ottenere prestazioni precise e puntuali.

Una delle principali sfide dello sviluppo industriale attuale è rappresentata, quindi, dalla disponibilità di nuovi materiali, progettati e modellati *a priori*, con strutture e proprietà specifiche, capaci di essere prodotti, trasformati, applicati, riciclati e riutilizzati in modo sostenibile. Quello che, nei manuali tecnici, un tempo veniva definito come concetto di *individualità costruttiva* dei materiali e delle opere strutturali <sup>(2)</sup> viene sostituito da una individualità di tipo prestazionale, mutando un codice di riferimento che per secoli aveva aiutato l'uomo a conoscere il mondo circostante. La materia di recente generazione è inclassificabile secondo i parametri consolidati poiché si propone come un *continuum* di possibilità dai comportamenti imprevedibili.

Tale approccio richiede l'approfondimento di nuove conoscenze tecniche e scientifiche e l'applicazione di concetti di sostenibilità accompagnati da un'analisi integrale del ciclo di vita delle tecnologie e dei prodotti.

Questi due fattori – *nuove conoscenze e sostenibilità* –, integrati in forma sinergica, offrono nuove opportunità di innovazione per lo sviluppo industriale. Le discipline della scienza e tecnologia dei materiali comprendono la progettazione, la loro produzione e la trasformazione dei materiali, con un ruolo basilare della chimica, in un approccio multidisciplinare che include l'ingegneria chimica e meccanica, la fisica, le biotecnologie, l'elettronica, l'informatica <sup>(3)</sup>. Uno scenario complesso, che si manifesta soprattutto attraverso tre grandi traiettorie della ricerca scientifica:

- la dinamica delle nuove prestazioni materiche;
- l'efficienza delle tecnologie di produzione e miglioramento del prodotto;
- l'ottimizzazione dei processi costruttivi.

Tre ambiti che dimostrano quanto, ormai, si richieda, in termini di prestazioni, di processi innovativi ed efficienza energetica, in quella che è la ricerca e lo sviluppo di materiali e sistemi di produzione industriale che hanno l'obiettivo di aumentare la disponibilità di prodotti sul mercato per diversi settori tecnologici e, naturalmente, in particolar modo per il settore costruttivo. Spesso, il rapporto tra le *necessità industriali e ricerca* porta ad una posizione di rilevanza lo sviluppo dei materiali innovativi che, da un fronte, si orienta verso la sperimentazione di nuovi materiali ad alta complessità tecnologica, come i materiali compositi e i materiali nano-strutturati, dall'altro tende a recuperare tradizioni costruttive e materiali tradizionali, per rispondere alla domanda di rinnovamento di un modello economico, non più sostenibile, che si basa sul prelievo (di risorse e materie prime) e sullo scarto (di rifiuti ed emissioni di sostanze inquinanti) per la produzione di materiali. Il recupero di tutte le tipologie di scarti, il riutilizzo delle materie prime seconde e l'utilizzo di risorse locali diventano, in tal modo, l'elemento strategico e determinante per avviare un nuovo modo di produrre e di consumare.

Un cambiamento di rotta, dichiarato anche dal recente rapporto "Materials in Green Buildings" stilato dall'Istituto di Ricerca Navigant Research <sup>(4)</sup>, che evidenzia come l'interesse scientifico si stia nuovamente spostando verso materiali e tecniche costruttive tradizionali. I materiali avanzati di ultima generazione, secondo il rapporto, stanno attraversando in questo momento in Europa, una fase di regressione, mentre stanno rapidamente crescendo i materiali tradizionali a basso impatto per l'ambiente: strutture di legno, paglia, calce, malte, pavimenti in bambù e rivestimenti naturali <sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> E. Manzini, *La materia dell'invenzione*, Arcadia Edizioni, Milano, 1986.

<sup>(2)</sup> A. Cavallari-Murat, *Classificazioni dei materiali e delle opere in base al concetto di individualità costruttiva*, in: "Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino", nuova serie, anno 6, n. 10, 1952, pp. 305-312.

<sup>(3)</sup> J.M. Kenny, *La sfida dei materiali: tecnologia, innovazione, sviluppo*, in: "Le frontiere dei materiali innovativi", rapporto di ricerca, Agenzia Umbria Ricerche, 2009, Perugia.

<sup>(4)</sup> L'Istituto di ricerca Navigant Research si occupa di ricerche di mercato e consulenza su Innovazione costruttiva, tecnologie pulite, domande di mercato, efficienza nei trasporti. Fonte: [www.navigantresearch.com](http://www.navigantresearch.com).

<sup>(5)</sup> Energy Efficient Buildings: Global Outlook, Navigant Research Report, 11 December 2011.

Una inversione di tendenza, che si registra anche nelle categorie materiche ad elevata complessità tecnologica e funzionale; come ad esempio: i materiali compositi e i materiali funzionalizzati. La ricerca sui materiali compositi si sta orientando verso la sperimentazione delle fibre naturali in sostituzione delle fibre di carbonio, vetro o kevlar, al fine di ottenere bio-compositi, fibrorinforzati, in cui, oltre alle fibre naturali, la matrice può essere formata da materie plastiche biodegradabili e polimeri naturali, per arrivare a materiali con caratteristiche di maggiore riciclabilità, minori emissioni di CO<sub>2</sub> nella produzione delle fibre, pari resistenza meccanica. Tali applicazioni hanno già una loro storicizzazione nei settori aeronautico, navale e automobilistico ed iniziano ad essere trasferite nel settore costruttivo, sia negli interventi di consolidamento, che nella realizzazione di componenti.

Rispetto ai materiali funzionalizzati, un esempio emblematico sono gli studi sulla produzione di sistemi fotovoltaici organici. L'Istituto per i processi chimico-fisici (Ipcf) del CNR di Messina <sup>(6)</sup> ha realizzato celle solari fotoelettrochimiche grazie ai pigmenti naturali, ottenuti da betalaine e antociani, molecole naturali responsabili della colorazione di molti vegetali e particolarmente abbondanti in arance rosse, more, melanzane, fichi d'India, uve.

Quando i pigmenti vengono investiti dalla radiazione luminosa, la trasferiscono ai propri elettroni che, attraverso una serie di processi chimico-fisici, chiudono il circuito producendo elettricità. Il sistema si ispira alla fotosintesi clorofilliana e si pone come possibile alternativa a quello delle celle al silicio degli impianti fotovoltaici convenzionali <sup>(7)</sup>. Nonostante, attualmente, il rendimento di un pannello fotovoltaico di questo tipo si aggiri intorno al 2% ed è, quindi, non competitivo rispetto ai tradizionali pannelli a silicio che hanno una resa del 15%, i vantaggi sono evidenti nel contenimento dei costi di produzione delle celle solari, e nell'innalzamento del livello medio di vita di un impianto (oltre i 10 anni).

Un profondo cambiamento, quindi, che investe il settore dell'innovazione e punta a proporsi sul mercato utilizzando tecnologie *diffuse per il territorio* e risorse disponibili. Un percorso incentivato anche dalla Comunità Europea, attraverso la promozione delle KET (*Key Enabling Technologies*), tecnologie abilitanti, ritenute fondamentali per la crescita e l'occupazione, poiché sviluppano soluzioni o miglioramenti tecnologici attraverso esperienze di ricerca capaci di rivitalizzare il sistema produttivo <sup>(8)</sup>. In quanto tali, le KET hanno rilevanza sistemica perché alimentano il valore della catena del sistema produttivo e hanno la capacità di innovare i processi, i prodotti e i servizi in tutti i settori economici dell'attività umana. Un approccio, quindi, "di filiera", che può attuarsi solo attraverso un utilizzo, efficace e pervasivo della ricerca e che interessa tutto il settore, non solo alcune sezioni tradizionalmente più attente all'innovazione. Nel lungo termine, infatti, gli attori chiave, ovvero le istituzioni europee, le imprese ed altre parti in causa, si troveranno a collaborare per garantire un'efficace applicazione industriale delle KET europee.

L'innovazione tecnologica si mostra come elemento preponderante ed essenziale in tale trasformazione, interpretata anche con altre chiavi di lettura che hanno posto l'enfasi ora sul territorio, ora sul settore, ora sulla rete di collaborazione tra imprese. Una differente declinazione del concetto d'innovazione, in controtendenza all'attuale *Cultura del Globale*, che dialoga con i luoghi e si plasma in funzione delle diversificate istanze sociali, economiche e culturali in cui si sviluppa.

Una innovazione *specificata* per ogni luogo e *compatibile* con ogni luogo, in cui la sperimentazione materica e prestazionale passa attraverso l'uso delle risorse locali, reinterpreta le tradizioni costruttive autoctone e le restituisce attraverso una nuova materialità, espressione della ricerca su nuove prestazioni, potenzialità e risorse di un luogo. Una nuova materialità che guarda alle tecnologie semplici, a bassa complessità tecnologica o *slow tech*.

<sup>(6)</sup> Ci si riferisce, in particolare, al gruppo "Solare" (Spettrofotometria optoelettronica luminescenza analisi termica rilassamenti energia) del CNR, in collaborazione con gruppi di ricerca nazionali e internazionali.

<sup>(7)</sup> Le notizie sono tratte da: *Almanacco della Scienza* (2012), Quindicinale a cura dell'Ufficio Stampa del Consiglio Nazionale delle Ricerche, N. 3 - 15 feb. Fonte: G. Calogero, G. Di Marco Istituto per i processi chimico-fisici, Messina.

<sup>(8)</sup> Secondo la definizione data dalla Commissione Europea, le tecnologie abilitanti sono tecnologie "ad alta intensità di conoscenza e associate a elevata intensità di R&S, a cicli di innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati".

#### **4. Ricerca sperimentale e processi progettuali in edilizia**

*Experimental research and design processes  
in the building sector*

(a cura di/edited by Corrado Trombetta)



(\*) Architetto, Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura, Università La "Sapienza" di Roma.

## 4.1 Sostenibilità *alias* riqualificazione. Progetto e sperimentazione Sustainability *alias* regeneration. Design and experimentation

di Luciano Cupelloni (\*)

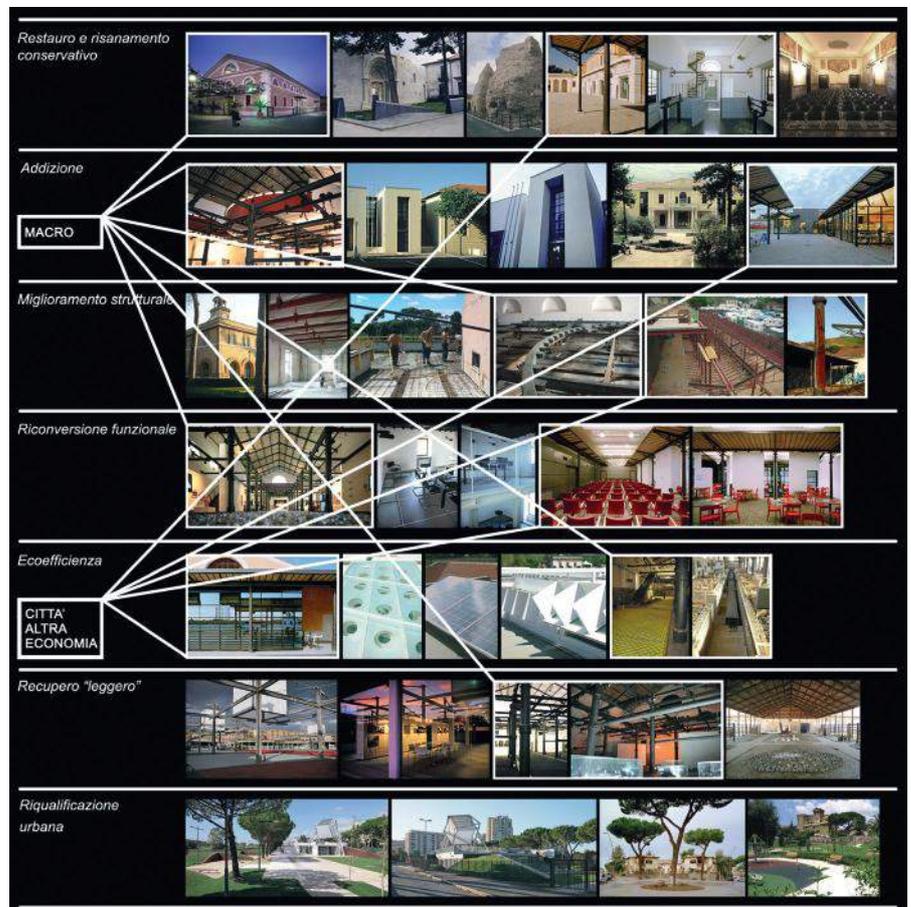
### ABSTRACT

*Il testo descrive le molteplici chance dell'intervento sul patrimonio architettonico, in riferimento ai temi della sostenibilità ambientale, dell'eco-efficienza e del risparmio energetico. Progetti e sperimentazioni delineano una concezione della riqualificazione che, superata la básica categoria del recupero, tende a restituire all'oggetto dell'intervento le qualità smarrite ma anche ad aggiungerne di nuove in una relazione complessa, reciproca e dinamica. Si tratta di esperienze dirette, su casi anche molto diversi per categoria d'intervento e per condizione urbana, basate su una metodologia rigorosa e sull'unitarietà della ricerca architettonica e tecnologica. Ricerca ed esperienze che consentono di trarre dalla concretezza della sperimentazione riflessioni di ordine generale sul rapporto di senso tra finalità del progetto e innovazione.*

*This paper describes the many opportunities for intervention on existing building stock with a view to environmental sustainability, eco-efficiency and energy savings.*

*Design and experimentation outline a regeneration strategy that, by going beyond the basic category of recovery, tends to return to the object involved the qualities that have been lost, adding new ones in a complex, reciprocal and dynamic relationship.*

*The following are actual experiences involving very different cases in terms of type of intervention and urban conditions and based on a strict methodology and on unity in architectural and technological research. Thanks to this study and these experiences, general considerations may be drawn from practical experimentation on the meaningful relationship between design and the aims of innovation.*



Casi e categorie d'intervento: la "misura" del progetto

Nell'arco degli anni, insieme al progressivo incremento della complessità normativa del progetto, dalla accezione dell'intervento come recupero – versione povera della più nobile attività di restauro – siamo giunti ad una ben più ampia concezione del progetto sull'esistente – storico e non – intendendo il progetto come declinazione di qualità nuove, generate o comunque rese possibili proprio dalla relazione complessa tra condizione di fatto e obiettivi strategici, tra specificità dell'architettura e degli spazi preesistenti e nuovi contenuti culturali e tecnici. Tra gli obiettivi e i nuovi contenuti riveste un ruolo prevalente l'insieme delle questioni che sintetizziamo con il termine sostenibilità, intesa come cultura dello sviluppo sostenibile.

Le molteplici *chance* dell'intervento sul patrimonio sono note. Per la qualità spesso eccezionale dei nostri beni, per il profondo significato culturale della tutela e della conservazione di arti e tecniche, di culture e testimonianze materiali, di storie e memorie.

Per i benefici connessi a quel mix tra restauro e riconversione funzionale, che caratterizza gli interventi più evoluti generando marginalità positive sia a livello urbano che territoriale.

*Chance* rilevanti anche in riferimento ai temi della sostenibilità ambientale, dell'eco-efficienza e del risparmio energetico. Si pensi al risparmio di suolo e al vantaggio infrastrutturale, insiti nell'intervento sul costruito. Si pensi alla qualità comportamentale dell'architettura pre-moderna, che assicurava “naturalmente” molte delle prestazioni che ricerchiamo “artificialmente” negli edifici moderni e contemporanei. Anche in termini energetici, dunque, la qualità è lì. Basti pensare al comportamento passivo delle costruzioni in muratura o in legno, alle prestazioni degli spessori murari, all'intelligenza della persiana o degli scuri lignei a protezione dal caldo o dal freddo.

Certamente si tratta di qualità che dobbiamo saper riconoscere e saper misurare – nella specificità dei casi e delle condizioni al contorno – ponendoci l'obiettivo di esaltarle. Integrandole, se possibile, di nuovo con soluzioni passive e, se necessario, ottimizzandone le relazioni con i diversi sistemi attivi. Soluzioni tecniche passive e sistemi tecnologici attivi ecoefficienti selezionati, ovviamente, nel rispetto delle peculiari caratteristiche storico-architettoniche del bene su cui interveniamo.

I miei progetti applicano questi criteri e tendono a questi obiettivi, e sappiamo pure che non sono gli unici. Il tema della riqualificazione non si esaurisce di certo nella questione dell'efficientamento energetico, approccio che non ritengo corretto laddove viene inteso come applicazione di soluzioni standardizzate se non come sovrapposizione di dispositivi tecnologici pensati per la nuova edificazione o per la sola funzione energetica.

Nella mia ottica, il progetto di riqualificazione integra la conservazione senza escludere l'addizione, obbliga alla riabilitazione strutturale e al miglioramento sismico, comporta la riconversione funzionale e l'adeguamento normativo e prestazionale. È dunque un progetto a tutto tondo. Spesso più complesso della costruzione *ex novo*, dove alle ragioni dell'architettura si sommano quelle dell'analisi storica e dell'interpretazione soggettiva, della diagnostica e della competenza specialistica, della conoscenza dei materiali e delle tecniche pre-moderne, della sensibilità verso i contesti unitamente al controllo dell'innovazione tecnologica. Nella sintesi complessa del progetto, è la comprensione profonda della preesistenza in rapporto alle nuove esigenze a dettare le scelte e le tecniche, e di certo non la schematica applicazione di protocolli, manuali o soluzioni tipo.

Per queste ragioni, parlo di “ri-qualificazione” architettonica e urbana come necessità di tradurre obiettivi complessi in soluzioni praticabili, rintracciando ogni volta la giusta “misura” del progetto. Un progetto che, superata la basica categoria del recupero, sia capace di restituire all'oggetto dell'intervento – che sia un edificio o un ambito urbano – le qualità smarrite, ma anche di aggiungere di nuove in una relazione reciproca e dinamica (¹).

(¹) Per una più ampia trattazione:

L. Cupelloni, *Fattore “R”. La declinazione complessa del progetto di riqualificazione*, in *Lectures#1. Design, pianificazione, tecnologia dell'architettura*, pp. 174-191, RDesignPress Editore, 2014.

L. Cupelloni, *Sostenibilità ambientale/innovazione tecnologica per la riqualificazione del patrimonio architettonico*, in *Efficienza ecologica ed energetica in architettura*, a cura di Fabrizio Tucci, pp. 226-245, Alinea editrice, 2011.

L. Cupelloni, *Archeologia industriale e periferia urbana. Due casi di progettazione tecnologica ambientale*, in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, 2, pp. 106-117, 2011.

L. Cupelloni, *Da parcheggio a Piazza*, in *Bioarchitettura*, 66, pp. 36-41, 2011.

L. Cupelloni, *Interpretation of historic Sites. Beyond Standard Solutions*, in *Detail*, 1, Refurbishment, 2010.

L. Cupelloni, *La città dell'Altra Economia al Mattatoio di Testaccio, strutture storiche e nuovi spazi: restauro, innovazione tecnologica, ecoefficienza*, Atti del Convegno “Risparmio energetico e uso delle fonti rinnovabili nel centro storico”, pp. 106-109, Kappa, 2008.

L. Cupelloni, *Post-operam. Cronache dai cantieri del Mattatoio di Testaccio in Roma*, in: *Recupero e conservazione*, 83, 2008.

L. Cupelloni, *Mattatoio Città delle Arti: conoscenza, interpretazione, innovazione*, Roma, Memorie della città industriale, a cura di Enrica Torelli Landini, pp. 69-73, Palombi Editori, 2007.

Il mio lavoro contiene questa complessa condizione culturale e tecnica. Ho tentato di esemplificarla con una sorta di tavola sinottica che ordina i casi secondo l'attribuzione della categoria d'intervento prevalente – quella che rappresenta il tratto distintivo se non l'obiettivo del progetto – indicandone altresì le relazioni, molteplici e variabili con l'oggetto dell'intervento, a sua volta vario e diverso. Ne deriva una matrice a ventaglio costituita da lavori che declinano ogni volta una diversa sperimentazione.

In termini urbani, architettonici e tecnologici, si tratta di progetti che si pongono come odierne stratificazioni della vicenda storica, alla ricerca di un equilibrio coerente tra conservazione e innovazione, tra restauro e nuova architettura, tra identità sedimentata e significati contemporanei.

Evidentemente, i lavori presentati non rappresentano soltanto il “ventaglio” delle categorie d'intervento. Alla ricerca puntuale della misura della trasformazione si unisce il rigore dell'impianto funzionale; all'introduzione della maggiore innovazione possibile corrisponde l'essenzialità del disegno; alla perseguita qualità della costruzione si accompagna l'appropriatezza tecnica, e non una generica alta tecnologia spesso “fuori luogo”; all'ambizione della morfologia si salda, necessariamente, la fattibilità economica.

Va detto che l'attenzione alla sostenibilità ambientale non è un *plus* del progetto, ma un modo di pensare e di operare. Sul patrimonio storico, anche quando il vincolo consentirebbe la deroga alle prestazioni di norma. Sulla città contemporanea, tanto vicina nel tempo quanto lontana per la sottovalutazione delle problematiche odierne. Nel cuore della città, nel suo centro storico, ma anche nella sterminata periferia.

È tale, ad esempio, il sistema delle soluzioni aerodinamiche che favoriscono la ventilazione naturale per il raffrescamento estivo, nel caso del progetto per il centro storico di Castelbasso e, in forme del tutto diverse, per la “Città dell'altra economia”. Analogamente per quanto concerne le soluzioni che intervengono sui punti critici dell'involucro – coperture, bucatore e nuove facciate vetrate – nei casi dei padiglioni del MACRO o dell'Accademia di Belle Arti, riducendo di fatto il contributo attivo dei sistemi impiantistici, opportunamente scelti in termini di eco-efficienza e di contenimento dei costi di installazione e di gestione.

Dove possibile, è senza dubbio decisivo l'impiego di tecnologie di produzione energetica da fonti rinnovabili – geotermica, eolica o solare – come nel caso dell'Altra Economia nel centro storico di Roma in un contesto vincolato quale il Mattatoio di Testaccio. Un impianto di discreta dimensione ma del tutto invisibile, al contrario della molto visibile proposta per la riconversione del mattatoio di Mola di Bari.

La mia esperienza mi porta a sostenere che sono certamente utili le linee guida, intese come criteri e indirizzi metodologici e non come indicazione di soluzioni possibili, tuttavia i progetti migliori non sono mai scaturiti dall'applicazione rigida della norma e tanto meno dall'importazione di soluzioni standardizzate avulse dalla particolarità di quel singolare rapporto tra valori antichi e tecnologie evolute che soltanto un progettista sensibile, colto e consapevole può tentare di stabilire declinando ogni volta – con originale misura – le molte variabili del progetto sul patrimonio.

Il marcato sviluppo lineare, la serialità ritmica degli edifici, l'alternarsi dei pieni e dei vuoti, la continuità visiva tra interno ed esterno, ma anche *open space*, luce dall'alto, quinte e tagli prospettici caratterizzano sia la Città dell'Altra Economia nel Campo boario dell'ex Mattatoio di Ersoch che il Centro culturale “Elsa Morante” al Laurentino di Barucci.

Si tratta certamente di molteplici analogie ma non di *schemi tipo* tanto è netta la diversità delle sperimentazioni. La prima è un intervento di recupero in un contesto storico, mentre la seconda è un caso atipico di nuova costruzione – di densificazione per uso pubblico – in un'area periferica.

Nel primo intervento, su rari esempi romani di strutture in ferro e ghisa, il progetto integra restauro e addizione, riabilitazione strutturale ed eco-efficienza, nell'ottica della ridefinizione unitaria di un contesto fortemente compromesso.



Ex Mattatoio, Mola di Bari, progetto di concorso Cupelloni Architettura, 2009



Accademia di Belle Arti, Roma, progetto e DL Cupelloni Architettura, 2008-2011

Nel distacco tra portico e pensiline, una nuova struttura in acciaio trasforma le tettoie e il vuoto intermedio in superfici utili e architetture originali.

Nel secondo, sul sistema a *redan* sperimentato al Campo boario, riproposto in tutt'altre dimensioni e forme nel complesso del Laurentino – su un'area pari a due volte Piazza Navona, quattro volte la galleria della Stazione Termini – il progetto opera per piani orizzontali: la quota zero, tutta pedonale e sistemata a verde, e una seconda quota su esili colonnine in acciaio, appena al di sotto delle chiome dei pini. Tra questi due piani si snodano i nuovi edifici, pensati come *open space*, disposti a ridosso di una lunga quinta metallica che li ordina in rapporto alla serie dei rilevati a verde.

L'intervento utilizza soluzioni passive e materiali ecologici, accumula le acque meteoriche per l'irrigazione del parco, produce energia pulita tramite sistemi fotovoltaici, simbolicamente espressi da tre grandi alberi tecnologici. Qui l'attenzione alla sostenibilità si esprime in termini di eco-efficienza di questi singolari edifici, caratterizzati da particolari soluzioni tecniche di isolamento dell'involucro e di controllo della trasmittanza tramite componenti di facciata evoluti e semplici terrapieni. L'analisi della radiazione solare ha condotto al disegno di *brise-soleil* orizzontali fissi che – grazie alla diversa angolazione a est, sud e ovest – proteggono le facciate vetrate dall'irraggiamento solare in estate, consentendo l'ingresso della luce naturale in inverno. Analoga funzione viene svolta dai lucernari in copertura. A questi si aggiungono *brise-soleil* verticali mobili che schermano le facciate vetrate sui fronti sud e ovest, proteggendo gli spazi di studio anche dall'introspezione.

In entrambi i casi – la Città dell'Altra Economia e il Centro culturale al Laurentino – per riqualificazione architettonica e rigenerazione urbana, una serie di manufatti tanto nobili quanto dimenticati, così come un'area di parcheggio anonima e periferica, danno luogo a un sistema integrato di servizi pregiati, verde pubblico e spazi di relazione di nuova qualità.

Se il progetto richiede la sperimentazione, questa suggerisce sempre nuove proposte. Spesso già in corso d'opera lascia intravedere altre possibilità.

Le discrete addizioni dell'Altra Economia genereranno nel progetto per le ex Fonderie Riunite di Modena addizioni ben più rilevanti. Vere e proprie nuove architetture in un rapporto molto complesso – e assolutamente emblematico – con la preesistenza, dettato da un programma dettagliato di funzioni pubbliche da sostenere interamente con l'intervento privato.

Caso diverso quello dei padiglioni del MACRO a Testaccio, dove il progetto, riproposta la condizione originaria celata dalle strutture per il movimento delle carni – aggiunte negli anni venti – introduce una seconda quota che consente attività e percezioni del tutto nuove. Insieme al ripristino dello stato *ante* si realizza una forte innovazione architettonica e visiva, nel rapporto tra grande contenitore e nuovi piani orizzontali e verticali.

Una sensazione di scoperta, di apprezzamento di una prospettiva peculiare che si ritrova – analoga quanto diversa – salendo sulle terrazze degli edifici del Centro Culturale Elsa Morante. In uno spazio aperto, anziché confinato come quello del MACRO, l'orizzontalità netta dei padiglioni dialoga con plastiche collinette verdi che, definendo gli spazi per la sosta e l'incontro, simulano il tipico rapporto romano tra città e campagna, dove ai filari dei pini si associano i rilevati erbosi delle strade e l'ondulazione del terreno.

In tutt'altro contesto, la strategia del *box in the box* e la stratificazione dei livelli funzionali – sperimentate nel MACRO – strutturano il progetto per la riconversione del mattatoio di Mola di Bari in Centro di produzione cinematografica. In questo caso, una trama orizzontale continua unifica un modesto aggregato di edifici, ne consente l'utilizzo al riparo dagli agenti atmosferici e soprattutto dalla radiazione solare, che ovviamente viene sfruttata a fini energetici. La stessa trama è struttura di supporto al sistema delle reti impiantistiche, connesse alla particolarità della funzione. Riflesso dall'acqua, il progetto esprime magicamente la sua doppia natura: il radicamento materiale al sito e la sovrapposizione tutta tecnologica.



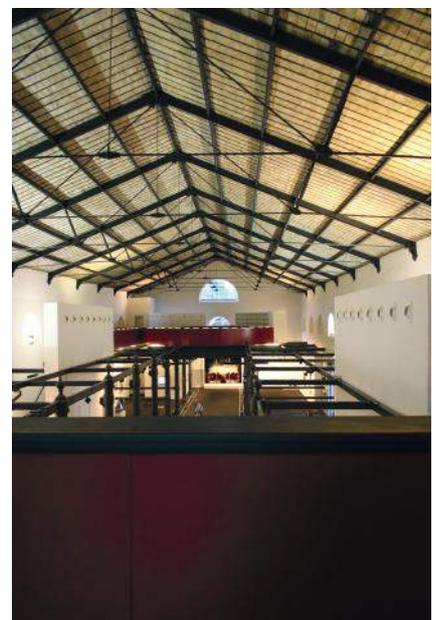
*Città dell'Altra Economia, Roma, progetto e DL Cupelloni Architettura, 2005-2007*



*Centro Culturale "Elsa Morante", Roma, progetto e DL Cupelloni Architettura, 2005-2011*



*Ex Fonderie Riunite, Modena, progetto di concorso Cupelloni Architettura, 2008*



*Macro Future, Roma, progetto e DL Cupelloni Architettura, 2004-2007*

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università La "Sapienza" di Roma.

#### 4.1.1 **Ricerca sperimentale per il progetto dell'Housing sociale bioclimatico** *Experimental research for designing bio-climatic social Housing*

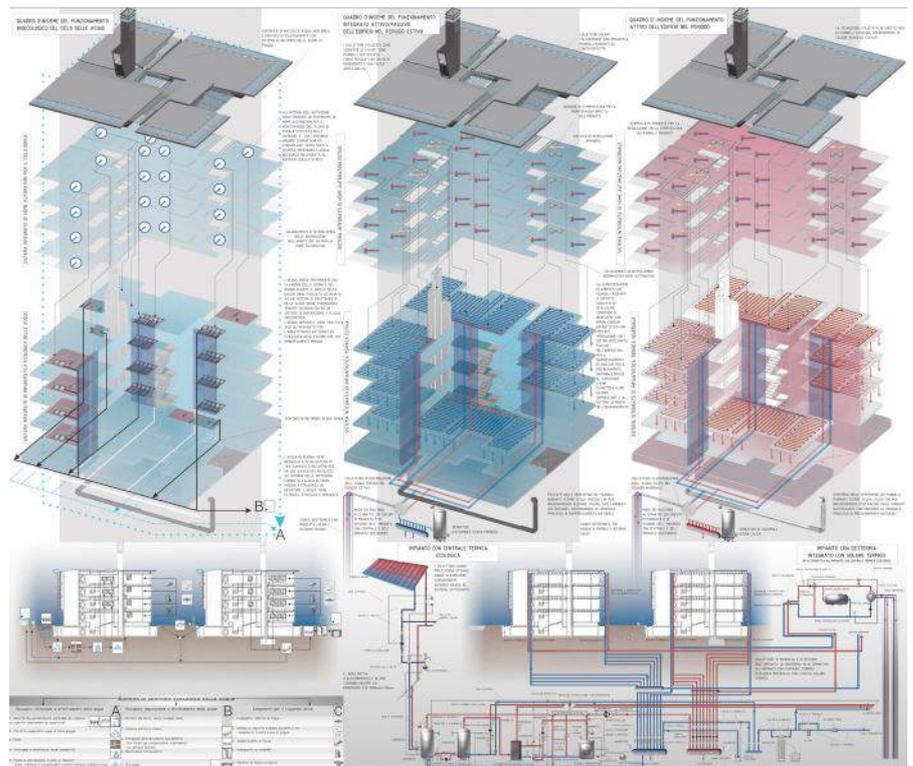
di *Fabrizio Tucci* (\*)

##### ABSTRACT

*Il paper vuole offrire un contributo sul tema della qualificazione ambientale del patrimonio residenziale sociale e pubblico, con particolare riferimento alle esperienze condotte dall'autore sui temi dell'efficientamento bioclimatico-energetico a supporto di concrete esperienze realizzate o in realizzazione nel Centro Italia. L'obiettivo è quello di fornire metodi e strumenti per operare le valutazioni e le scelte di ottimizzazione bioclimatica, energetica e ambientale connotanti gli interventi rispetto agli specifici caratteri dei diversi contesti. Nodo focale degli studi è la costruzione di un quadro di strategie e soluzioni tecnologiche semplici da un punto di vista costruttivo, economiche dal punto di vista dei costi realizzativi e gestionali, ma innovative dal punto di vista prestazionale, supportate dall'uso mirato della simulazione computazionale del complessivo comportamento energetico, termodinamico e fluidodinamico dell'edificio.*

*This paper means to provide a contribution on the environmental regeneration of social and public residential buildings with reference in particular to the author's experience in making buildings more efficient in terms of bio-climatic design and energy, with reference in particular to initiatives already carried out or currently under way in central Italy. The aim is to provide methods and instruments for making the assessments and choices in support of bio-climatic, energy and environmental optimisation that characterise such initiatives, taking into account each different context's specific features. The focal point of the study lies in building a framework made of strategies and technological solutions that can be simple from the construction viewpoint, cost-effective in terms of construction and management costs but innovative in terms of performance, all supported by a targeted use of computer simulation of the building's overall energy, thermodynamic and fluid dynamic behaviour.*

*Case bioclimatiche per l'Edilizia Residenziale Pubblica del Comune di Roma, 31 alloggi a Lunghezza, Roma, nell'ambito del Piano di Zona "Lunghezza 2". Concorso internazionale vinto da T. Herzog (capogruppo), F. Tucci (capo progetto), A. Battisti, F. Cipriani, M. Strickner. Comportamento bioclimatico passivo, classe energetica A+. Concorso: 2005. Progetto definitivo: 2006-2008. In realizzazione dal maggio 2014*



Nell'ultimo decennio la ricerca delle possibili forme di evoluzione e innovazione del progetto dell'Abitare, ed in particolare degli interventi residenziali sociali e pubblici, è diventata la vera sfida del progetto contemporaneo.

I dati ISTAT ci dicono che da dieci anni a questa parte il numero delle famiglie è aumentato di un milione e mezzo di unità, che 500.000 anziani vivono soli in affitto con pensioni intorno ai 500 euro, che 4,8 milioni di giovani cercano casa senza trovarla, che il 75% delle famiglie oggi guadagna troppo poco per poter pagare l'affitto regolarmente. C'è ormai una notevole quantità di popolazione, appartenente non solo al cosiddetto ceto basso, ma anche a quello medio, in progressivo impoverimento, che *ha bisogno di un nuovo progetto dell'abitare*, che complessivamente sia in grado di dare risposta ad un quadro di esigenze che sono costantemente in evoluzione e che guardano con rinnovata attesa agli obiettivi ambientali ed energetici.

Il dibattito sull'opportunità degli interventi di riqualificazione del patrimonio residenziale pubblico o comunque a carattere sociale sta conoscendo una nuova ondata di risveglio in tutta Europa, vissuta timidamente anche in Italia, senza però raggiungere il numero di interventi realizzati in altre nazioni più sensibili alla tematica come Olanda, Inghilterra, Francia, Germania e Spagna. Il rin vigorito interesse per il portato innovativo di tali tipologie di interventi si è inoltre arricchito degli aspetti dell'efficienza energetica e della sostenibilità ambientale, dettati da tre importanti direttive europee: la EPBD del 2002, la EE-EEI del 2006 e la più recente EPBD2 del maggio 2010; questioni centrali, ma che in passato non erano mai state affrontate in relazione al tema dell'Housing Sociale, visti soprattutto i limiti di applicabilità e trasferibilità nell'area mediterranea e in Italia di molte delle soluzioni morfologico-tecnologiche adottate prevalentemente nel Mittel Europa e nel Nord Europa.

Alla luce di tale inquadramento le azioni che possiamo porre in atto nella concezione, progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione dell'Housing Sociale dovranno fare riferimento ai temi del rapporto tra impiego di tecnologie – facilmente realizzabili e a basso costo – e il perseguimento dei rinnovati obiettivi progettuali (1).

Il riferimento è a tre classi prevalenti di relazioni:

- il rapporto tra tecnologie e gestione dei fattori bioclimatici, centrale perché permette di porre in gioco nella progettazione l'attenzione alle questioni immateriali della gestione e regolazione passiva dei fenomeni di ventilazione, illuminazione, raffrescamento e riscaldamento naturali;
- il rapporto tra tecnologie e gestione dei fattori biofisici naturali, e soprattutto la messa in gioco dei principi bioecologici nella progettazione architettonica in rapporto alla gestione dell'acqua, all'analisi della forma del terreno e della vegetazione, all'uso delle barriere vegetazionali al vento, alla progettazione dei biotopi;
- il rapporto tra tecnologie e gestione integrata delle energie rinnovabili, *in primis* la solare e l'eolica, soprattutto tramite lo studio, trasferito nell'architettura, dei fattori di ubicazione, delle caratteristiche evolutive intrinseche dei sistemi solari, delle tecnologie innovative dei collettori, delle modalità di captazione attiva microeolica, dei fattori di orientamento e di inclinazione, e per l'appunto della questione della loro integrazione.

A fronte del complesso quadro di relazioni da favorire nell'approccio progettuale, si può affermare che è venuto il momento di operare una codificazione delle tecniche d'intervento innovative e fortemente significative dal punto di vista del risultato prestazionale e architettonico, in rapporto alla rielaborazione e al reimpiego critico dei fenomeni presenti nella bioclimatica naturale e, nel contempo, al controllo degli aspetti di efficienza energetica ed ecologica.

Ma come procedere concretamente sul piano operativo e correttamente su quello metodologico nell'affrontare la complessa questione della qualificazione bioclimatica ed energetica dell'Housing Sociale?

Occorre muoversi nei tre ambiti della potenziale innovazione dell'Housing.

(1) Per un approfondimento di informazioni sulle sperimentazioni illustrate nel contributo può essere utile la consultazione delle seguenti pubblicazioni dell'Autore:

A. Battisti and F. Tucci, *Ambiente e cultura dell'Abitare. Innovazione tecnologica e sostenibilità del costruito nella sperimentazione del progetto ambientale*, Editrice Librerie Dedalo, Roma, 2012.

A. Battisti and F. Tucci, *Strategie Low Energy Low Cost per il Retrofitting del Social Housing*, in: *Il Progetto Sostenibile*, n. 25, giugno 2010.

T. Herzog, A. Battisti and F. Tucci, *Sperimentazioni di housing sociale tra efficienza energetico-ambientale e basso costo | Experimentation on Social housing between Energy-environment efficiency and low cost*, in: *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 4/2012, pp. 343-354.

F. Tucci, *Bioclimatic Social Housing*, in: C. Monti, M.R. Ronzoni, G. Trippa, I. Cicconi, R. Roda, G. Biondo (Ed). + *Qualità – Energia per costruire sostenibile*, Be-Ma Editrice, Milano, 2008.

F. Tucci, *Ecosocial Housing: tecnologie, prestazioni, costi*, in: AA.VV., *Low Cost Low Energy. Quality in Architecture. Una nuova stagione per l'Housing*, Be-Ma editrice, Milano, 2009.

F. Tucci, *Efficienza bioclimatico-ambientale per un Housing Sociale a Firenze | Bioclimatic-environmental Efficiency for Social Housing in Florence*, in: *Il Progetto Sostenibile*, vol. 32, gennaio-giugno 2013, pp. 40-47.

F. Tucci, *Housing sociale e sostenibilità ambientale: quattro esperienze nel centro Italia | Social Housing and Environmental sustainability: four experiences in Central Italy*, in: D. Francese and L. Buoninconti (Ed), *L'architettura sostenibile e le politiche dell'alloggio sociale*, Franco Angeli Editore, Milano, 2010, pp. 185-191.

F. Tucci, *Qualità ambientale. Sperimentazioni nell'edilizia residenziale pubblica*, *Edilizia Popolare*, n. 284-285, Anno 53°, 2010.

F. Tucci, *Technologies aimed at eco-efficiency in the experimentation of mediterranean social housing*, in: P. De Joanna, D. Francese, A. Passaro (Eds), *Sustainable Mediterranean Construction. Sustainable environment in Mediterranean Region: from housing to urban and land scale construction*, Franco Angeli Editore, Milano, 2012, pp. 219-229.

F. Tucci, *Technologies for natural cooling in the experimentation of eco efficient housing in the Mediterranean*, in: M. Santamouris (Ed), *Cooling the cities: the absolute Priority. Passive & low Energy Cooling for the Built Environment*, Conference proceedings. 3rd International Conference Palenc. 29 sept.-1 oct. 2010, Heliotrop Edition, Athens, Greece.

*Ambito "a", Innovazione dell'Housing e fattori micro ambientali.*

Dipendendo dalla situazione geografica, dalla forma fisica, dalla composizione materiale e dall'uso a cui la struttura è finalizzata, i vari modelli di sviluppo dell'organismo edilizio entrano in relazione con 5 principali fattori ambientali locali: 1) dati climatici; 2) grado di esposizione, aspetto degli spazi aperti e superficie del terreno; 3) sito, geometria, dimensione e volume degli edifici circostanti, formazioni topografiche, aree con acqua e vegetazione; 4) adattabilità delle masse esistenti a diventare accumulatori termici; 5) flussi di movimenti.

*Ambito "b", Innovazione dell'Housing e fattori processuali-produttivi.*

Altro punto è l'assunzione dell'insieme dei principi strategico-operativi totalmente ecologici che animano qualsiasi gestione produttiva, per cui anche nell'architettura residenziale l'impiego di materiali, le forme di costruzione, la produzione, le modalità di trasporto, l'assemblamento e lo smontaggio delle componenti devono tener conto del loro contenuto energetico e del loro ciclo di vita. Deve essere data la preferenza all'uso di materiali grezzi con un'energia primaria minimale/energia grigia contenuta; deve essere garantito il riciclaggio dei materiali usati; deve essere potenziata la durabilità delle strutture portanti e della pelle degli edifici; devono essere soggetti al massimo sviluppo gli elementi costruttivi che servono per l'impiego attivo e passivo e delle fonti energetiche rinnovabili; deve essere incentivata l'adozione progettuale dei nuovi sistemi energetici in particolare negli interventi di integrazione, rifacimento e manutenzione di parti o di interi involucri di edifici esistenti.

*Ambito "c", Innovazione dell'Housing e fattori energetici.*

Il terzo ambito pone in rapporto gli edifici rispetto al loro bilancio energetico, rapporto per il quale l'innovazione degli involucri architettonici e l'inserimento di alcuni apparati tecnologici bioclimatici strategici – torri di ventilazione, camini solari, condotti di aerazione passiva, schermature solari, ecc. – dovrebbero essere considerati sistemi di autocontrollo capaci di operare uno sfruttamento ottimale di forme di energia sostenibili per l'ambiente.

*Riqualficazione energetico-ambientale del Quartiere IACP "Villa Aosta" a Senigallia, Ancona. Ricerca Conto Terzi del Dipartimento ITACA (oggi PDTA) dell'Università La "Sapienza" di Roma, condotta per il Comune di Senigallia e l'ERAP di Ancona. Coordinamento scientifico 1ª fase 2005-2007: F. Tucci. Coordinamento scientifico 2ª fase 2008-2009: A. Battisti e F. Tucci. Intervento realizzato dall'ERAP di Ancona tra il 2010 e il 2012*



L'ottica assunta in questo terzo ambito è quella per cui si dovrebbe sviluppare una sorta di "sistemi permanentemente mutabili", ossia in grado di garantire differenti utilizzazioni a lunga durata, per i quali: la progettazione di interventi di riqualificazione e retrofitting dei sistemi edilizi e la relativa scelta dei materiali e componenti per la residenza in area mediterranea dovrebbero essere basate sul concetto di massima flessibilità e dinamicità, ancor più spinte che nelle altre aree mittel e nord-europee; la permeabilità della pelle di un edificio residenziale a luce, calore e aria e la sua trasparenza dovrebbero subire trasformazioni progettuali tali da poter essere controllate e suscettibili di continui aggiustamenti e micro-modificazioni in coerenza con i mutamenti esigenti dei loro fruitori; dovrebbe essere possibile venire incontro ad esigenze di comfort attraverso una progettazione dell'edificio residenziale che incorpori misure passive con un effetto diretto da attuare, ancora una volta, prevalentemente attraverso le intrinseche qualità tecnologico-prestazionali dell'involucro architettonico ma anche attraverso i sistemi tecnologici bioclimatici integrati/integrabili nell'architettura <sup>(2)</sup>.

A supporto del nuovo approccio alla riqualificazione dell'Housing Sociale esiste una serie ormai attendibile – perché sperimentata negli ultimi quindici anni – di soluzioni tecnologiche innovative tese ad ottimizzare i cosiddetti comportamenti bioclimatici passivi dell'edificio: torri di ventilazione, condotti interrati per la movimentazione e lo scambio termico di masse d'aria, serre e logge solari, atri e chiostrine bioclimatiche, condotti solari, camini d'illuminazione naturale, sistemi di induzione e controllo dell'inerzia termica, materiali innovativi cromogenici e a cambiamento di fase, ecc.

Nel campo degli interventi di recupero, riqualificazione e retrofit dell'esistente, soprattutto in riferimento al diffusissimo caso dei condomini, dal punto di vista *tecnico* la strategia è quella di prediligere interventi che non comportino importanti cambiamenti spaziali o volumetrici.

Sono difficili da applicare i sistemi di atri/chiostrine bioclimatiche (a meno che non esista già uno spazio-atrio o uno spazio-chiostrino suscettibile, senza grosse variazioni volumetriche, al cambiamento in chiave bioclimatica), mentre è più fattibile dal punto di vista tecnico-economico introdurre, ma con sapienza e solo nei punti più opportuni da determinare attraverso le simulazioni, i sistemi di torri di ventilazioni (spesso possibili nei corpi scala), di serre solari (spesso determinabili agendo su logge o balconi esistenti), di condotti interrati (realizzabili solo se si ha una conoscenza attendibile della disposizione delle fondazioni e se si ricorre a sistemi di micro-scavo quali le innovative "talpe").



<sup>(2)</sup> Le tematiche a cui ascrivere i risultati di tipo ambientale, energetico e bioclimatico dei nostri progetti e delle nostre realizzazioni sono, in estrema sintesi, quelle relative alle dieci famiglie di strategie chiave sotto cui possiamo leggere il nuovo ruolo dei componenti tradizionali e innovativi nella concezione progettuale dell'Housing Sociale mediterraneo nella sua ampliata accezione di sistema complesso:

- 1) ottimizzare gli aspetti termodinamici passivi di raffrescamento e riscaldamento naturali;
- 2) ottimizzare gli aspetti fluidodinamici passivi di controllo della ventilazione naturale;
- 3) ottimizzare l'impiego e il controllo dell'illuminazione naturale e della schermatura solare;
- 4) abbassare drasticamente il suo fabbisogno di energia primaria;
- 5) massimizzare il contenimento delle dispersioni termiche in inverno e al contempo la dispersione termica d'estate;
- 6) approvvigionarsi di energia da fonti rinnovabili integrandone i dispositivi captativi;
- 7) ricorrere ad un'impiantistica attiva intelligente, pulita, ecologica, fortemente integrata nell'edificio e a ridotte, o meglio nulle, emissioni nocive;
- 8) massimizzare l'impiego di materiali ecocompatibili, riciclabili e durevoli, il riuso di prodotti e componenti ed il riciclaggio dei rifiuti;
- 9) stabilire una proficua interazione con il sistema di spazi intermedi e con i fattori biofisici di verde, acqua e suolo;
- 10) improntare la sue fasi di costruzione, manutenzione, gestione e dismissione ai principi del LCA e del *life cycle cost*.



*Edificio di Edilizia Residenziale Pubblica per 18 alloggi del Comune di Monterotondo, Roma, nell'ambito del Piano di Zona "Cappuccini". Progetto di L. Cortesini, con A. Battisti e F. Tucci per gli aspetti tecnologici, bioclimatici e ambientali, 2007-2008. Realizzato nel 2009-2010 rispettando i limiti low cost da ERP, abitato dal 2010, alta efficienza bioclimatica, classe energetica A+*

(<sup>3</sup>) In teoria ricorrere all'azione sugli involucri esterni con isolamenti a cappotto e cambi d'infissi è la cosa tecnicamente più semplice, ma spesso più difficile da realizzare perché non investe più solo gli spazi collettivi dell'edificio, più o meno lontani o comunque separati dall'alloggio privato, ma tira in ballo la disponibilità (notoriamente scarsa) del proprietario a vedersi direttamente cambiare le caratteristiche dei propri serramenti, delle proprie pareti e a subire il disagio di passare un determinato periodo di tempo "incartato" da ponteggi o simili strutture di supporto per l'esecuzione degli interventi.

Questa serie di soluzioni ha il pregio di essere sistemica ma puntuale nell'ambito dell'edificio, e di essere controllabile e confinabile dal punto di vista economico (<sup>3</sup>).

Altra serie di questioni centrali: occorre – oggi più che mai, e soprattutto in un contesto climatico come il nostro definibile "mediterraneo" – distinguere tra le soluzioni che producono un apporto in termini di risparmio energetico o più in generale di efficientamento energetico, che si sono stratificate, consolidate e codificate nel tempo, e quelle che – nell'assolvere comunque egregiamente al compito del contenimento dei fabbisogni energetici – tengono in grande considerazione anche le esigenze di miglioramento con strategie ed azioni del tutto naturali del comfort termoigrometrico e ambientale degli spazi fruiti. Puntare su soluzioni tecniche, quali enormi isolamenti a cappotto o ermeticità assoluta degli infissi esterni, può aiutare molto sul lato del puro risparmio energetico ma può rivelarsi devastante (non sempre, ma va simulato e controllato) dal punto di vista del comfort estivo spingendo spesso l'utenza a dotarsi di dispositivi di climatizzazione, durante la stagione calda, che producono un dissennato innalzamento dei consumi, oltre a quello che gli stessi progettisti avevano previsto.

Come uscire da questa potenziale *impasse*? Spostando l'attenzione progettuale sull'impiego, in ambito mediterraneo, di spazi e sistemi tecnologici che privilegino la movimentazione naturale di masse d'aria durante l'estate, combinata con un intelligente impiego della schermatura sulle frontiere dell'edificio per l'abbassamento naturale della temperatura dell'aria e di quello dell'inerzia termica sul perimetro e all'interno dell'edificio. Questo non significa ricominciare a fare i muri con spessori massivi ormai improponibili oggi, ma usare la massa come elemento progettuale da collocare sapientemente in punti chiave dell'edificio. Tutte strategie queste che – in quanto tali – possono produrre risultati importanti nella duplice ottica, di un'ottimizzazione dei processi di efficienza energetica e di un miglioramento del comfort ambientale, in particolare estivo, che – ormai lo abbiamo capito – è la vera sfida contemporanea del costruire e dell'abitare nel Mediterraneo.

Complesso di Edilizia Residenziale Pubblica per 88 alloggi del Comune di Firenze, nell'area di Torre degli Agli, a comportamento bioclimatico passivo e classe energetica A+. Progetto dell'ufficio tecnico di Casa Spa, Direttore V. Esposito, con A. Battisti e F. Tucci consulenti per gli aspetti tecnologici, bioclimatici, energetici e ambientali



## 4.1.2 “Le Albere” Trento “Le Albere” Trento

di Danilo Vespiér (\*)

(\*) Architetto, Associato dello studio  
“RPBW-Renzo Piano Building Workshop”,  
Genova.

### ABSTRACT

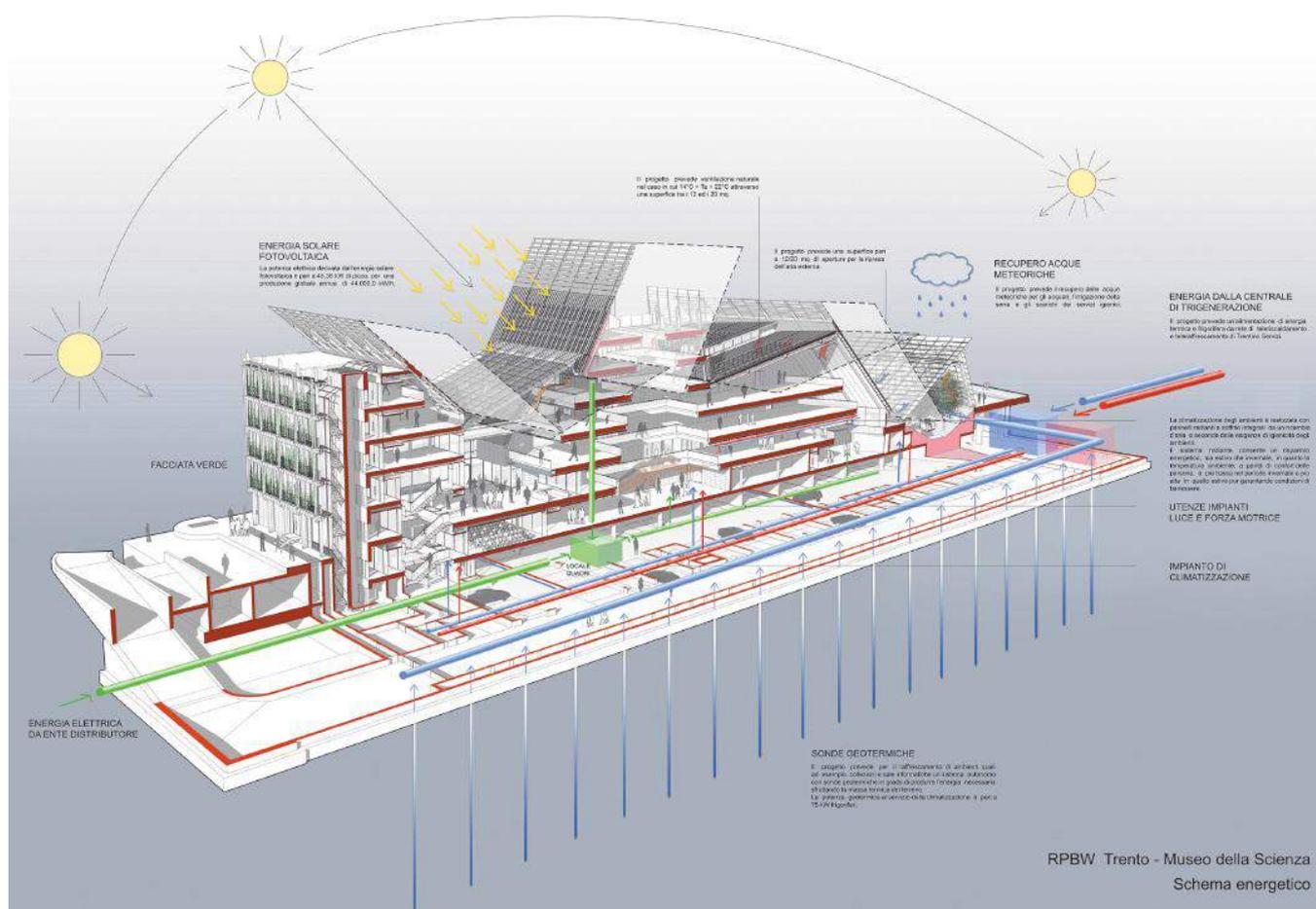
Il quartiere “Le Albere” riqualifica un tipico “brownfield” urbano – l’area produttiva dismessa della Michelin.

L’intervento ha come obiettivo quello di rendere urbani luoghi che, per ragioni sociali e culturali, nel tempo sono diventati marginali rispetto alla città.

La presenza del MuSe – il grande Museo delle Scienze – rappresenta un’occasione per connotare e dare un’identità forte a questa nuova parte di città, integrandola e dandole un’evidente centralità nelle sue dinamiche urbane e sociali complessive, oltre a rafforzarla come polo culturale e ricreativo su grande scala.

The “Le Albere” neighbourhood is an upgraded typical urban “brownfield” – a production area abandoned by Michelin, and the aim has been to re-include into the city areas that, for social and cultural reasons, had over time become marginal.

The presence of the MuSe – the large Science Museum – serves to characterise this new part of the city and give it a strong identity, integrating it and allowing its overall urban and social dynamics to play a strong central role, in addition to strengthening it as a large-scale cultural and recreational pole.



Il quartiere "Le Albere" riqualifica un tipico *brownfield* urbano – l'area produttiva dismessa della Michelin – che occupa un lotto di poco più di 11 ettari localizzato lungo la sponda sinistra dell'Adige, circa 800 metri in linea d'aria dalla Piazza del Duomo e dal centro storico.

L'industria francese si era insediata a Trento alla fine degli anni Venti, dando lavoro per quasi ottant'anni a migliaia di persone.

Nel 1998 l'attività produttiva dello stabilimento di Trento viene definitivamente sospesa. Si accelera allora un dibattito già avviato anni prima, che coinvolge amministratori pubblici e investitori privati, sul potenziale sviluppo urbanistico di quest'area e del contesto circostante.

L'area di intervento si estende da Palazzo delle Albere a Via Monte Baldo e dalla linea ferroviaria fino alla sponda sinistra dell'Adige. Si tratta di un comparto urbano con forti potenzialità qualitative, ma costretto a est e a ovest tra due barriere fisiche che nel tempo sono diventate anche psicologiche: il rilevato della ferrovia, che lo separa dal vicino centro storico, e la Via Sanseverino, che impedisce il suo contatto diretto con l'ambiente naturale del fiume Adige e con il vicino paesaggio del Monte Bondone.

Il progetto si prefigge, in primo luogo, proprio la ricucitura dell'intera area con il tessuto cittadino e il recupero del rapporto con l'ambiente fluviale, per favorire una migliore fruizione delle vicine risorse naturali. In secondo luogo l'intervento ha come obiettivo quello di rendere urbani luoghi che, per ragioni sociali e culturali, nel tempo sono diventati marginali rispetto alla città.

Questa trasformazione è innescata dall'insediamento nel nuovo quartiere di una miscela di funzioni diverse (residenze, uffici, negozi, spazi culturali, aree congressuali e ricreative).

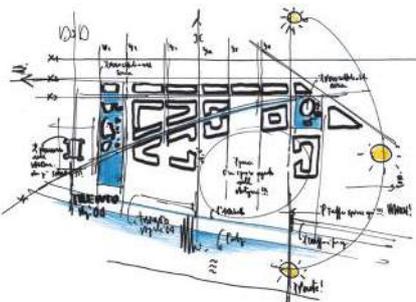
Il carattere del nuovo quartiere è definito principalmente dalla sua maglia urbana, caratterizzata da una precisa gerarchia dimensionale di strade, percorsi, piazze e spazi aperti. I volumi di nuova edificazione sono concentrati in una parte dell'area, la fascia est, in modo da mantenere libero uno spazio sufficientemente esteso destinato a verde e realizzare così un parco.

La definizione dei volumi che costituiscono il paesaggio costruito del nuovo quartiere nasce dallo studio dei caratteri fisici e architettonici del centro storico di Trento, da un'analisi attenta di come le varie attività occupano i differenti luoghi urbani, dalla riproposizione di proporzioni spaziali consolidate come quelle esistenti fra la larghezza delle strade e l'altezza dei fabbricati.

L'intero nuovo quartiere è caratterizzato da edifici alti 4-5 piani con tipologia prevalentemente in linea o a corte, e con la presenza, ai due estremi nord e sud dell'area, di due oggetti speciali, che hanno la funzione di magneti aggreganti a tutte le ore del giorno, per gli abitanti del nuovo insediamento, per il resto della città e per il flusso di turisti e visitatori.

La concentrazione degli edifici nella fascia più a est, verso il tracciato ferroviario ha permesso la creazione di un parco pubblico che si fonde con l'argine dell'Adige. Per realizzare questa connessione, una strada e un tratto del canale che serve a regolarizzare il flusso del fiume sono stati interrati per una lunghezza di circa 150 metri. L'area in corrispondenza di questo intervento, che raccorda la quota del parco con quella degli argini artificiali del fiume, è stata ricoperta di terra e poi piantumata, e costituisce ora una naturale estensione del parco. Completano il sistema tre sottopassi (due ciclopedonali, uno carrabile) e una passerella che, dal nuovo quartiere, consentono di raggiungere l'argine destro del fiume.

Da un punto di vista architettonico, nell'uso dei materiali il progetto ha regole precise, ma al tempo stesso flessibili, per potersi adattare alle varie destinazioni d'uso e per creare la diversità di linguaggio propria di un insediamento stratificato. Per le facciate è stato utilizzato il legno di larice lamellare, con elementi modulari da 3,75 metri: nella griglia così costruita si inserisce un sistema variabile di logge e di finestre, in grado di adattarsi alle funzioni ospitate all'interno degli edifici.



Gli uffici hanno particolari facciate verdi sul fronte est, che funzionano da filtro e schermatura rispetto al traffico ferroviario.

La pietra, usata tradizionalmente nelle costruzioni del centro storico nelle due varianti di Verdello e Rosso Trento, caratterizza invece i percorsi pubblici e da questi risale a rivestire i piani terra degli edifici, i setti dei corpi scala in tutta la loro altezza e le facciate opache dei due edifici pubblici, dando la giusta gerarchia a percorsi e funzioni. Le coperture degli edifici, ricorrenti e con varie inclinazioni, sono di zinco, e nel loro insieme costituiscono un altro elemento di unitarietà dell'intero intervento.

La presenza del MuSe – il grande Museo delle Scienze – all'interno del quartiere rappresenta un'occasione per connotare e dare un'identità forte a questa nuova parte di città, integrandola e dandole un'evidente centralità nelle sue dinamiche urbane e sociali complessive, oltre a rafforzarla come polo culturale e ricreativo su grande scala.

Il Museo si sviluppa in pianta su una lunghezza massima (est/ovest) di 130 metri (140 metri a livello interrato) e una larghezza massima (nord/sud) di 35 metri (45 metri a livello interrato). Le sue funzioni sono distribuite su 2 livelli interrati e 5 livelli fuori terra. Tutti i piani fuori terra e anche il livello – 1, accolgono sia funzioni destinate al pubblico che attività amministrative e di ricerca; il livello – 2 è destinato essenzialmente a parcheggio.

L'edificio è costituito da una successione di spazi e di volumi, di pieni e di vuoti, adagiati su un grande specchio d'acqua sul quale sembrano galleggiare, moltiplicando gli effetti e le vibrazioni della luce e delle ombre. Le grandi falde della copertura ne assecondano le forme e le rendono riconoscibili anche all'esterno, dando allo stesso tempo una forte unitarietà al loro insieme. L'idea architettonica nasce dalla ricerca di una giusta mediazione tra bisogno di flessibilità e risposta, precisa e coerente nelle forme, ai contenuti scientifici del progetto culturale. Un museo in cui i grandi temi del percorso espositivo siano riconoscibili anche nei volumi e nella loro articolazione, caratterizzato anche da un'ampia flessibilità di allestimento, tipica di un museo di nuova generazione. L'architettura nasce, oltre che dalla interpretazione volumetrica dei contenuti scientifici, anche dai rapporti con il contesto: il nuovo quartiere, il parco, il fiume, il vicino Palazzo delle Albere. Tutti questi input prendono poi materialmente forma attraverso una più libera declinazione degli elementi architettonici che costituiscono il resto del quartiere nelle sue altre funzioni: residenziale, terziaria e commerciale.

Uno degli aspetti più interessanti e innovativi dell'intero intervento è stato la ricerca costante di costruire una qualità diffusa: degli spazi, dei materiali, delle soluzioni tecniche. La cura nella progettazione e nella messa a punto delle soluzioni tecniche ha permesso di rendere effettivo e sostenibile, anche economicamente, un alto standard qualitativo in tutti gli edifici, per tutte le funzioni e in tutti gli interventi sugli spazi esterni.

Tra i principi fondativi dell'intero intervento vi è stato, sin dall'inizio, una particolare attenzione ai temi del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale. Nei piani interrati, suddivisi in 4 lotti (K1, K2, K3, K4), sono collocate varie sottocentrali tutte alimentate da un'unica centrale di trigenerazione posta in destra Adige. Il collegamento con la rete interna al quartiere avviene sfruttando la struttura della nuova passerella pedonale che unisce i due argini del fiume.

A questo sistema di produzione di energia si uniscono, oltre all'uso del fotovoltaico integrato nella struttura delle coperture, anche soluzioni per l'ottimizzazione del risparmio energetico di ogni singolo edificio per cui, in fase di progettazione esecutiva, sono stati perseguiti gli standard più alti in termini di coibenza e di controllo della dispersione termica.

Il Quartiere "Le Albere" è tra i progetti vincitori degli Awards CasaClima 2013. Tutti gli edifici residenziali e per uffici sono classificati "Casa Clima" livello B. Il MuSe è stato progettato e realizzato perseguendo ed ottenendo la certificazione Leed livello Gold.



### 4.1.3 **La Tensegrity del Museo Nazionale di Reggio Calabria** *Tensegrity at the National Museum in Reggio Calabria*

di *Odine Manfroni* (\*)

#### *ABSTRACT*

*Il concetto di leggerezza è connaturato alla esistenza umana ed alla naturale legge evolutiva che la governa, e che storicamente ha rappresentato un traguardo per l'uomo costituendo anche una sfida alle sue capacità cognitive ed alle sue possibilità di realizzazione.*

*Al concetto di leggerezza si affianca poi, inevitabilmente, quello di trasparenza. Così è in parte anche per il progetto della Tensegrity definito fin dall'inizio da tre concetti chiave: leggerezza, garantita dalla forma tenso-strutturale; trasparenza, dovuta all'impiego del vetro; casualità, ottenuta tramite elementi strutturali che differiscono l'uno dall'altro per inclinazione, forma e lunghezza.*

*The concept of lightness is part of human existence and of the natural law of evolution that governs it and that, historically, has been a goal for humans that has represented a challenge to their cognitive abilities and in terms of feasibility.*

*The idea of lightness is inevitably accompanied by the idea of transparency. This also applies to the Tensegrity projects defined from the start according to three key concepts: lightness, ensured by the tensile structure; transparency, thanks to the use of glass; spontaneousness, obtained through the use of structural elements that are different from each other in terms of angle, form and length.*

La contemporaneità ci vede testimoni di un'accelerazione travolgente del ritmo della vita, caratterizzata dal susseguirsi turbolento di prospettive animate dal progresso della tecnologia e della conoscenza scientifica. Dall'età dei "lumi" fino ai giorni nostri, infatti, il pensiero scientifico (quello teorizzato inizialmente da Kant e più recentemente da Karl Popper) ed il suo strumento esplicativo principale, la logica razionale, costituiscono la base e l'ambito entro cui trova spazio ogni nostra visione della realtà che ci circonda.

Analogamente la gravità terrestre e la sua percezione fisica rappresentano la massima esperienza terrena ed al contempo un limite importante che l'irrequieta mente umana sente la necessità di superare.

Il concetto di leggerezza è connaturato alla stessa esistenza umana ed alla naturale legge evolutiva che la governa e che storicamente ha rappresentato un traguardo per l'uomo costituendo anche una sfida alle sue capacità cognitive ed alle sue possibilità di realizzazione. Al concetto di leggerezza si affianca poi, inevitabilmente, quello di trasparenza, come se per assurdo la mancata percezione visiva della materia possa fare ritenere leggero il materiale. In questo contesto trova spazio e si giustifica la grande diffusione del vetro e delle sue innumerevoli applicazioni architettoniche. Va da sé che il solo materiale non avrebbe rappresentato alcun motivo di interesse per i progettisti ed i costruttori se non fosse stato accompagnato da forme strutturali ed architettoniche che acquisiscono ed enfatizzano le sue proprietà.

Storicamente, infatti, il successo di un prodotto, di una soluzione strutturale ed architettonica o semplicemente di un materiale è conseguente ad una speciale circostanza che vede coinvolta la triade vitruviana.

Nel secolo scorso, senza nulla togliere ad altri, progettisti come Nervi, Torroja e Candela hanno contribuito notevolmente alla diffusione del conglomerato cementizio dimostrando le sue enormi potenzialità plastiche per la realizzazione di forme inconsuete, ardite e soprattutto leggere. Analogamente, per quanto riguarda il vetro, architetti come Foster, Rogers e Piano ne sono i pionieri delle prime applicazioni di tipo strutturale.

Grazie poi al formidabile intuito statico dell'ingegnere Peter Rice, le forme vitree hanno trovato innumerevoli possibilità di applicazione con soluzioni tecnologicamente degne della migliore tradizione strutturista.

Non importa quale sia il materiale impiegato, la leggerezza assume un valore relativo in funzione di quale prodotto venga scelto; una struttura in calcestruzzo non è la stessa cosa di una fatta in laterizio, muratura o, ancora, in acciaio e vetro, ma tutte possono mostrare a loro modo leggerezza e slancio formale. Eppure il mestiere di progettisti, al pari della vita vissuta, è un cammino in continuo equilibrio tra verità consolidate, esigenze espresse, stimoli creativi e responsabilità acquisite. Qualcuno, pronunciando parole da un pulpito popolare, ha di recente chiamato tutto questo *equilibrio sopra la follia*; qualcun altro, in tempi più lontani ed in maniera più erudita, ha disquisito *sull'elogio della follia*, intendendo quest'ultima non tanto una condizione di illogicità e sconsideratezza, quanto una naturale ed indispensabile predisposizione al continuo apprendimento ed alla crescita culturale ed intellettuale.

L'ingegnere, in particolare, deve sapersi districare tra questi temi e formulare giudizi di merito sulla ingegnerizzazione e sulla sicurezza di quanto costruito. Pur tuttavia l'uso indiscriminato di facili soluzioni strutturali e di archetipi consolidati crea spesso ostacoli insuperabili alla creatività ed all'immaginazione, virtù indiscusse di qualunque sviluppo formativo.

La *téchne* è propedeutica e necessaria a qualunque attività creativa ed è doveroso per l'ingegnere possederla; la creatività, invece, è una dote personale che solamente la volontà e la perseveranza possono affinarla e trasformarla in talento. Se alla natura si presentasse la necessità di ricercare una nuova forma, la sua soluzione non sarebbe mai banale, ma sarebbe sempre tale da ottimizzare forma, funzione e statica.

Lo scheletro con cui essa costruirà la nuova forma non sarà mai preso a prestito da altre forme note, ma scaturirà per necessità dalle condizioni al contorno che definiscono il problema.

La Tensegrity del Museo Nazionale di Reggio Calabria è stata realizzata in sommità alla corte interna per creare una nuova superficie calpestabile e senza alterare sostanzialmente la luminosità degli ambienti sottostanti.

È costituita da travi orizzontali in acciaio con sezione a "V" che poggiano alle estremità sui solai esistenti e sono sostenute, per tutta la loro lunghezza, da un sistema di tiranti e puntoni dalla particolare configurazione geometrica. La struttura è completata da travi di bordo ed elementi in vetro-camera di sicurezza che costituiscono il piano di calpestio. La particolare configurazione geometrica determina uno schema statico riconducibile alla famiglia delle tensostrutture, con la sostanziale differenza che in questo caso non vi sono elementi compressi eccetto quelli di bordo ed i puntoni.

Essa è definita, fin dall'inizio, da tre concetti chiave: *leggerezza*, garantita dalla forma tensostrutturale; *trasparenza*, dovuta all'impiego del vetro; *casualità*, ottenuta tramite elementi strutturali che differiscono l'uno dall'altro per inclinazione, forma e lunghezza.

Tensegrity (tensional integrity), così come proposta per la prima volta dal suo ideatore R. Buckminster Fuller negli anni '40, è una forma strutturale basata sull'uso di singole aste compresse dentro una rete continua di elementi tesi, composta in maniera tale che le aste compresse non si tocchino tra loro e che siano gli elementi tesi a delineare la configurazione del sistema. L'utilizzo di questa tipologia strutturale garantisce una rigidità ed una solidità d'insieme quasi inimmaginabili impiegando masse e sezioni estremamente contenute; si ottengono così qualità estetiche notevoli, leggerezza e trasparenza difficilmente raggiungibili con altri schemi statici. Secondo Fuller la massima efficienza strutturale (ed estetica) si ottiene con l'ottimizzazione dei materiali e della configurazione statica secondo il ben noto principio *doing more with less*, ossia ottenere il massimo con il minimo.

Inoltre la disposizione geodetica degli elementi fa sì che le forze di tensione si trasmettano secondo la minore distanza tra due punti, seguendo naturalmente i percorsi più brevi tra due elementi adiacenti, così che gli elementi strutturali si posizionino per sopportare al meglio gli sforzi trasmessi.



Vista dall'interno della tensegrity



Vista della copertura durante la fase di montaggio

Ciascun elemento strutturale è solitamente soggetto a tensione e compressione; l'unicità del principio alla base della tensegrity sta nella separazione tra le due forze, con gli elementi compressi che galleggiano nella rete di quelli tesi in una vasta gamma di possibilità e sviluppi. Le forze di trazione sono trasmesse in tutta la struttura, mentre gli elementi compressi svolgono il proprio lavoro solo localmente e, non dovendo trasmettere i carichi su grandi distanze, non sono soggetti a consistenti azioni instabilizzanti che dovrebbero altrimenti sopportare. Possono pertanto essere più snelli, senza che vi sia compromissione dell'integrità e dell'affidabilità strutturale.

Non bisogna inoltre sottovalutare un'altra qualità delle strutture di tipo tensegrity: l'elevata elasticità di queste costruzioni permette di resistere a notevoli shock strutturali che le rende estremamente efficaci anche in aree ad elevata sismicità come quella di Reggio Calabria.

La struttura si contraddistingue ulteriormente dalle costruzioni tradizionali per la stretta correlazione della geometria con lo stato di tensione negli elementi che la compongono, dal quale dipende, e sfruttando il quale è possibile modificarla e modularla: infatti sottoponendo a trazione le funi sottostanti si varia la forma geometrica dell'insieme, rendendo la struttura "viva" e sensibile alle sollecitazioni esterne.

Come in tutte le strutture di questo tipo, lo stato di coazione iniziale impresso agli elementi in fase di montaggio (stato di pretensione delle funi) determina in maniera sostanziale le condizioni di equilibrio del manufatto, ed in particolare la sua rigidità.

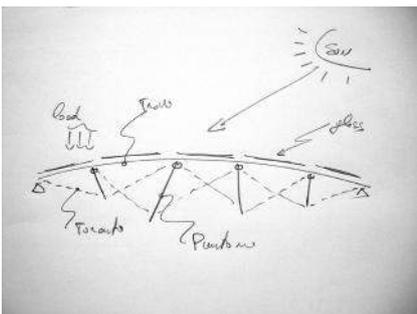
La dimensione piana della copertura ha posto fin dal principio alcune problematiche. Da un lato il corretto deflusso delle acque e la necessità di farle defluire solo su due lati; dall'altro la difficoltà e le preoccupazioni dovute all'ipotesi di innalzamento simultaneo dell'intera struttura dopo il montaggio e l'assemblaggio di tutti gli elementi costitutivi.

Le travi longitudinali, su cui sono fissati i vetri, sono state posizionate alla quota teorica di esercizio, appoggiandole su tre punti ad altezze diverse (in mezzeria ed ai quarti). Le estremità incernierate sono poi state "tirate" verso il basso e le piastre di fissaggio solidarizzate al pavimento della copertura in cemento armato del museo per avere una monta centrale finale di circa 15 cm. A partire dalle travi principali inflesse sono poi state montate le travi trasversali; successivamente sono stati collegati, mediante snodo sferico, i puntoni, e ad essi i tondini che fungono da tiranti.

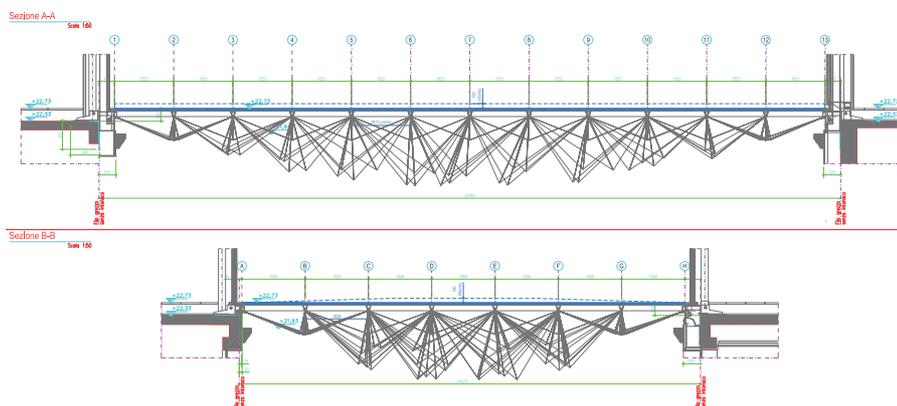
La pavimentazione, che funge anche da copertura della corte, è costituita da lastre di vetro-camera le cui dimensioni sono di circa 2x2m. Essa rappresenta un compromesso tra la qualità estetica data dai grandi elementi trasparenti, la praticità di montaggio che non necessita di mezzi particolari (perché le singole lastre possono essere trasportate manualmente, rimosse e reinstallate agevolmente e senza ponteggi) e la sicurezza, garantita da dimensioni non eccessive che altrimenti porterebbero alla rottura dei vetri. Lo stesso si può dire per la forma a "V" dei correnti, scelta al fine di garantire una snellezza e una leggerezza che non si sarebbero ottenute utilizzando profili commerciali. Tali correnti, in particolare, sono stati realizzati partendo da una singola lamiera di 10mm di spessore presso-piegata con una speciale pressa il cui risultato è una sezione di un sorprendente risultato estetico, con assenza di saldature e dai ridotti costi di produzione.

I puntoni, ciascuno di differente lunghezza e inclinazione, sono agganciati agli elementi orizzontali attraverso una cerniera sferica. Ad essi sono fissati, in maniera apparentemente casuale, i tiranti di trazione.

Essendo le sommità dei puntoni differenti una dall'altra, data la precisione indispensabile affinché la struttura possa funzionare correttamente, ciascuno di essi è stato creato graficamente con CAD tridimensionale e successivamente sviluppato mediante macchine a controllo numerico, evitando così possibili errori dovuti all'interpretazione ed alla mano dell'uomo.



Schizzo della tensegrity



Sezioni verticali di progetto

I tiranti di acciaio sono innestati, anche nella parte inferiore, dei puntoni per creare nel complesso una struttura tridimensionale. Il materiale utilizzato per i tiranti, di derivazione nautica, è l'acciaio denominato *Nitronic50*, lo stesso impiegato per la piramide del Louvre di Parigi e caratterizzato da elevatissima resistenza, tale per cui una sezione di appena 1,6 centimetri di diametro è in grado di resistere ad un carico di circa 30 tonnellate.

Si è progettato quindi l'attacco dei tondini all'interno dei puntoni per garantire alla struttura una valenza estetica ed una conformazione particolari nascondendo eventuali giunti. Con un acciaio tradizionale ed accessori di uso commerciale sarebbe stata necessaria una quantità di materiale decisamente superiore, con l'effetto finale di perdere la leggerezza posta alla base della scelta progettuale.

Osservando banalmente un oggetto di uso comune, un posacenere, si è poi ideato un sistema che consente di "intrappolare" il tondino di acciaio dentro al puntone evitando così fastidiosi piatti esterni al tubo. I tondini sono stati lavorati alle estremità per formare una sorta di *testa di chiodo* ribattuta che garantisca una resistenza superiore a quella della stessa barra.

Tale estremità è stata successivamente inserita in una scanalatura creata sulla base del puntone e che richiama la forma di un posacenere capovolto. Essendo i tondini sempre e comunque sottoposti ad uno sforzo di trazione, ovviamente, essi non possono muoversi o smontarsi rimanendo intrappolati dentro la scanalatura.

L'altra estremità dei tondini viene invece fissata, con un'apposita ghiera, all'intradosso dei correnti in corrispondenza della cerniera sferica dei puntoni.

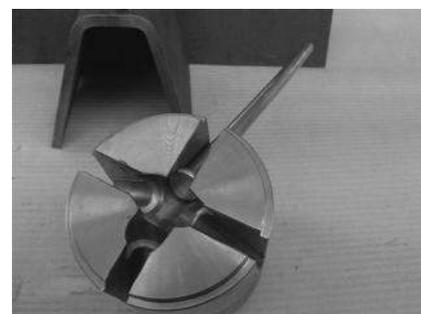
Lo stato coattivo di pre-tensionamento è stato ottenuto mediante il solo allungamento dei puntoni, agendo sulla cerniera posta sulla loro sommità, ed è stato applicato in maniera lieve sugli elementi di bordo e più marcata su quelli centrali della copertura, per valori che vanno da circa 2 cm a 3 cm.

L'esigenza di applicare un allungamento differenziato ai puntoni deriva dall'andamento mediamente parabolico in sezione dell'intradosso degli stessi e, di conseguenza, dalla diversa lunghezza dei puntoni.

La struttura è stata infine completata con lastre di vetro-camera appoggiate sul perimetro e siliconate tra di loro, al cui interno si trova una membrana di SGP (Sentry Glass Plus) estremamente resistente e di uso non comune in ambito civile, prodotta dalla ditta Dupont di Filadelfia ed impiegata per resistere agli uragani caraibici, e che permette alle lastre di mantenere la loro capacità di resistenza ai carichi di esercizio anche a seguito della totale rottura del vetro.



Vista dell'intera copertura



Base dei puntoni



Particolari della sommità dei puntoni

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura, Politecnico di Milano.

(\*\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Politecnico di Milano.

#### 4.1.4 **Costruire alternativo: l'esperienza dei Moduli STONE, SusTainable ONE**

**Alternative buildings: the experience of STONE modules, SusTainable ONE**

di Alessandro Rogora (\*), Claudia Poggi (\*\*)

##### ABSTRACT

*L'utilizzo di materiali di recupero provenienti da filiere diverse da quella edilizia non produce necessariamente manufatti con basse prestazioni e, anzi, l'uso corretto di questi materiali può portare a soluzioni che equivalgono e superano le prestazioni offerte dalle soluzioni costruttive correntemente utilizzate.*

*La stessa immagine finale del progetto non risente necessariamente delle soluzioni costruttive e dei materiali utilizzati e la qualità formale del manufatto può risultare del tutto paragonabile ai progetti di architettura convenzionale. Il corretto impiego di materiali alternativi e di recupero può certamente produrre risultati sbalorditivi per qualità e prestazioni, ma prima che qualificarsi come un problema tecnologico deve essere accettato a livello di immaginario collettivo.*

*Using recycled materials from production chains other than those of the construction industry does not necessarily entail using low-performance products, on the contrary, an appropriate use of these materials can provide solutions that are equal to or even provide a better performance than currently used building solutions.*

*Even a project's final image will not necessarily be affected by the building solutions and materials used and the building's formal quality may be fully comparable to conventional architectural projects. The appropriate use of alternative and recycled materials can undoubtedly produce astonishing results in terms of quality and performance but, before this can be analysed as a technological problem, it needs to be accepted in terms of collective imagination.*

*Modulo Stone a Legnano – Nell'immagine dell'edificio in costruzione si possono apprezzare i diversi materiali che compongono il muro: Papercrete, paglia, tetrapak e fogli di cartone ondulato sovrapposti*



Costruire edifici utilizzando pneumatici, vasetti dello yogurt, sacchi e bottiglie di plastica, carta, cartone, paglia e assi di legno potrebbe risultare accettabile solo in caso di estrema necessità, ma viene considerato inadeguato per situazioni "normali". Eppure negli edifici troviamo finiture e pluviali in plastica e non ce ne scandalizziamo, potremmo scoprire che l'interno di alcune porte viene realizzato con cartone pressato e che esistono isolanti pregiati realizzati con carta di giornale, fibre di legno di scarto, ecc. (1).

Se ci si addentra con spirito laico nel mondo dei materiali alternativi e di recupero si può rimanere stupiti dalle potenzialità di questi materiali che, se usati correttamente, possono produrre prestazioni sbalorditive che nulla hanno da invidiare ai materiali usati quotidianamente nel settore delle costruzioni. Dal punto di vista del linguaggio architettonico credo sia interessante verificare le relazioni che intercorrono tra l'uso di questi nuovi materiali e le forme con essi costruite (2).

Credo ci sia molto su cui lavorare in questa direzione per liberare le architetture dall'immagine caotica, disordinata e di necessità (ricoveri provvisori, bidonvilles, ecc.), a cui l'uso dei materiali di recupero ci ha abituato; costruire con materiali e tecnologie alternativi prima che qualificarsi come un problema tecnologico deve infatti essere accettato a livello di immaginario collettivo. Fino a quando non riusciremo a risolvere questo problema, la qualità tecnica non sarà sufficiente.

Utilizzare nel progetto materiali di recupero e tecniche costruttive non convenzionali significa rompere una pratica consolidata e codificata, imporre al costruttore nuove e diverse regole di comportamento e, in larga parte, azzerare le competenze delle maestranze.

Non è un caso che solitamente queste soluzioni siano state utilizzate principalmente in interventi di autocostruzione assistita nei quali la mancanza di esperienza non diviene un fattore limitante, ma – paradossalmente – un favorevole terreno di coltura per queste sperimentazioni.

Resta sullo sfondo la soluzione difficile dei problemi normativi.

Se è certo possibile valutare la prestazione termica di una soluzione costruttiva in opera, non è altrettanto facile che un certificatore assuma questo risultato con facilità o che uno strutturista accetti con leggerezza l'uso di bambù nelle costruzioni.

Nel 2014, in accordo con il Comune di Legnano, il Dipartimento DASTU e la società AMGA (che si occupa della raccolta dei RSU), si è deciso di realizzare a Legnano un piccolo modulo edilizio con funzione di punto informativo. Il modulo, denominato STONE (SusTainable ONE), ha dimensioni di circa 3,50m x 2,70m e altezza interna di 2,70m, è stato realizzato in larga parte con materiali di recupero ed è stato interamente autocostruito dagli studenti del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura.

Le fondazioni sono state realizzate utilizzando degli pneumatici come cassepi a perdere per i getti di calcestruzzo, mentre le pareti sono state realizzate con elementi in legno utilizzando la tecnica costruttiva messa a punto da Walter Segal (3) e modificata per adattarla alla disponibilità dei materiali. Per la struttura primaria e secondaria sono stati utilizzati elementi in legno di recupero provenienti dalla demolizione del vecchio impianto scenico del Cinema Teatro Legnano integrandoli, ove necessario, con legname nuovo. Le murature di tamponamento sono state realizzate in 4 tipologie diverse con spessore di 20 cm: muratura in tetrapak (recuperando contenitori di poliaccoppiato rimessi in forma e sigillati), paglia di grano incollata con resina vinilica diluita, fogli di cartone ondulato sovrapposti fino allo spessore richiesto, una miscela di carta e cemento in percentuale di peso 1:1. Per le finiture esterne sono stati realizzati dei fogli in OSB, le finiture interne delle murature sono state realizzate utilizzando legno di recupero. Il manto di copertura è stato realizzato con teloni in PVC di recupero, per la porta d'ingresso e la finestra sono stati utilizzati infissi provenienti da una demolizione.



*Modulo Stone 2.0 ad Abbiategrasso – Modulo in costruzione: si possono apprezzare gli elementi strutturali in fibra di vetro e l'isolamento nelle pareti*

(1) AA.VV., *Carta e Cartone in edilizia, Esempi di architetture e materiali innovativi a base di carta e cartone*, a cura di A. Rogora, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2006.

(2) A. Rogora, D. Lo Bartolo, *Costruire alternativo: tecniche costruttive non convenzionali per l'architettura sostenibile*, Wolters Kluwer editore, Milano, 2013.

(3) Walter Segal (Berlino 1907 - Londra 1985) è stato un architetto svizzero naturalizzato britannico che sviluppò l'omonimo sistema di autocostruzione di edifici in legno. Il metodo Segal venne per la prima volta utilizzato per la costruzione dell'edificio temporaneo in cui i coniugi Segal andarono ad abitare durante la costruzione della propria nuova abitazione.



*Modulo Stone 2.0 ad Abbiategrosso – Vista interna del muro solare ad acqua realizzato con bottiglie di recupero riempite di una soluzione di acqua e alcool per l'accumulo del calore da fonte solare*



*Modulo Stone 2.0 ad Abbiategrosso – Vista esterna dell'edificio allo stato attuale*

(4) Tesi di Laurea Magistrale in Architettura di L. Sharavanan e C. Shantanur, *Recycled materials in building construction: a module at Abbiategrosso*, Politecnico di Milano, 23 luglio 2014.

La realizzazione del modulo ha occupato 5 giorni di lavoro; hanno partecipato alla realizzazione dell'opera circa 50 studenti su due turni (25 al mattino e 25 al pomeriggio).

Il Modulo edilizio STONE 2.0 ha una dimensione di circa 24 m<sup>2</sup> coperti in pianta di cui 4 di portico. Il Modulo è il risultato di una tesi di laurea (4) diretta dal prof. Rogora ed è stato pensato per essere realizzato in 5 giorni da circa 40 studenti (su due turni di 20); una squadra di 4 persone ha lavorato per ulteriori 3 giorni per completare alcune finiture interne.

Il modulo è stato realizzato cercando di utilizzare, ove possibile, dei materiali di recupero; il suo funzionamento energetico verrà monitorato per circa 24 mesi per verificare le prestazioni in opera delle soluzioni proposte.

La struttura primaria del Modulo è stata realizzata con elementi di recupero (travi ad H e a C) in fibra di vetro, mentre per l'isolamento sono state utilizzate sia soluzioni convenzionali che innovative. La parete Sud ospita un sistema di captazione solare che contribuirà alla climatizzazione passiva dell'edificio. Sono stati utilizzati due infissi di recupero e una parete realizzata con bottiglie in plastica riempite di acqua per l'accumulo dell'energia solare; le bottiglie, recuperate dagli studenti durante il Laboratorio, sono state inserite in un pannello isolante per limitare le dispersioni verso l'esterno.

Le pareti esterne sono state realizzate con una struttura in legno riempita di isolamento secondo 4 opzioni alternative: pannelli di polistirene, lana di roccia, isolamento riflettente sottile multistrato all'infrarosso, lana di roccia accoppiata all'isolamento multistrato all'infrarosso.

Questa esperienza è la prosecuzione di quella realizzata a Legnano che portò alla realizzazione di un modulo di dimensioni più ridotte.

Nel caso del Modulo di Abbiategrosso l'Amministrazione comunale e la società AMAGA (azienda municipalizzata abbiatense per il trattamento rifiuti che ha sponsorizzato l'iniziativa) hanno garantito l'ospitalità dei partecipanti per tutta la durata del workshop all'interno dell'ex Convento dell'Annunciata e la fornitura della necessaria assistenza logistica ai lavori.

L'esperienza dei Moduli STONE è significativa, oltre che per l'applicazione delle soluzioni per il risparmio energetico e per il riuso di materiali sottratti al ciclo dei rifiuti, anche per sdoganare nel nostro Paese i processi di autocostruzione assistita e introdurre gli studenti di architettura a questa esperienza. Esistono anche motivazioni etiche incentrate sulla ricerca dell'autonomia e sulla volontà di riappropriazione di tecniche tradizionali e innovative, infine motivazioni che possono riguardare l'ecologia, il rispetto della natura o l'attenzione al riciclo e al riuso di materiali.

## 4.2 Efficienza energetica in edilizia: come trasformare il potenziale in un driver di sviluppo

### Energy efficiency in the building sector: how to turn its potential into a driver of development

di Livio De Santoli (\*)

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Università La "Sapienza" di Roma.

#### ABSTRACT

*La complessità del quadro legislativo e normativo in tema di efficienza energetica degli edifici, rende attualmente difficile avere interpretazioni univoche su come intervenire. In questo scenario, la trasformazione urbana deve essere un'occasione per promuovere politiche di efficienza energetica "strutturali": sostituendo la logica di intervento sul singolo edificio con quella sul quartiere e sulla città in un'ottica di implementazione del concetto stesso di Smart Cities.*

*Una sfida in cui sono coinvolti non solo soggetti industriali e aziende, ma anche professionisti, esperti in gestione dell'energia e società che giocano un ruolo importante nell'effettiva implementazione di sistemi e soluzioni efficienti in termini di riduzione dei consumi energetici e nell'utilizzo di strumenti essenziali, quali la diagnosi e la certificazione energetica.*

*The complexity of the legal and regulatory framework relating to the energy efficiency of buildings makes it difficult at the moment to provide a single interpretation on how to intervene. In this context, urban transformation should be viewed as an opportunity to promote policies supporting "structural" energy efficiency and the logic that envisages taking action on a single building should be replaced by one that will apply to neighbourhoods and cities, with a view to implementing the Smart Cities concept.*

*This is a challenge not just for industrial players and enterprises, but also for professionals, experts in energy management and companies that have an important role to play in the actual implementation of systems and solutions that will be efficient in terms of reducing energy consumption and in using crucial tools such as diagnosis and energy certification.*

Dopo l'entrata in vigore del decreto legislativo 102/2014, che recepisce quanto disposto dalla UE in tema di efficienza energetica in edilizia, quest'ultima rappresenta una priorità anche nel nostro Paese; in particolare si rivolge ad un settore, quello dell'edilizia, che come è noto è responsabile del 40% dei consumi e delle emissioni nazionali, un settore che in Italia rappresenta oltre il 6% dell'economia, impiega oltre 1.200 lavoratori dipendenti, poco meno di 700mila autonomi, 830mila imprese per lo più piccole e piccolissime. Un settore che con un fatturato complessivo di oltre 300 miliardi di euro rappresenta, nonostante la crisi degli ultimi anni, un sostanziale contributo al PIL nazionale.

Il decreto 102/2014 si inserisce in un quadro complesso ed articolato che deve essere affrontato in maniera unitaria. In particolare:

- la Direttiva 2009/28/CE sulle FER (recepita dal d.lgs. 28/2011) che dispone quote crescenti di rinnovabili sui fabbisogni di un edificio (il 35% dall'1/1/2014 al 31/12/2016; il 50% dall'1/1/2017);
- la Direttiva 2010/31/CE sulla prestazione energetica degli edifici (Recasting della Direttiva EPBD): prospettive e linee di indirizzo per il recupero energetico del patrimonio pubblico (d.l. 63/2013 convertito L. 90/2013). Tra i dispositivi occorre tenere presente l'introduzione dell'edificio nZEB (nearly Zero Energy Building) obbligatorio con scadenze ravvicinate (dal 31/12/2018 i nuovi edifici della PA e dall'1/1/2021 tutti i nuovi edifici);
- la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica che sollecita il settore pubblico ad esercitare un ruolo di esempio e guida: ristrutturazioni con tasso minimo annuo del 3% (con superficie maggiore di 500 m<sup>2</sup>, a partire dall'1/1/2014, e con superficie maggiore di 250 m<sup>2</sup> a partire dall'1/1/2016).

In un quadro così costituito, è realmente possibile poter affrontare la sfida con consapevolezza ed efficacia? Ci sono le condizioni affinché ciò avvenga? Solo se si volessero conseguire gli obiettivi che la UE sollecita e cioè risparmi ancora attesi nel settore civile pari a 3,9 Mtep/anno al 2020 su 46,9 complessivi (dato 2012), raggiungeremmo i seguenti importanti numeri:

- affrontare il tema delle residenze (2,7 Mtep/anno), significa affrontare investimenti per 7 mld €/anno su 100 mln m<sup>2</sup>/anno (con un tasso del 4%/anno sull'intero patrimonio residenziale italiano); risulterebbero 40 mld € in 6 anni da qui al 2020, intervenendo sul 20% del patrimonio, e si otterrebbero risparmi fino a 46 kWh/m<sup>2</sup>anno, cioè 5.000 GWh/anno (per complessivi 30.000 GWh in 6 anni);
- affrontare il tema del terziario (1,2 Mtep/anno) solo per la Pubblica Amministrazione centrale significa riqualificare in sette anni (2014-2020) 3 mln m<sup>2</sup>/anno, per un impegno di 3 mld €/anno ed un valore complessivo degli investimenti di 20 miliardi €. Senza considerare comunque il patrimonio a carico della P.A. locale e i servizi privati.

Il primo argomento da affrontare per permettere uno sviluppo che coinvolga il mondo delle costruzioni, è quello della semplificazione e trasparenza della normativa.

La complessità del quadro sia legislativo sia normativo esistente in tematica di efficienza energetica degli edifici, rende attualmente difficile avere interpretazioni univoche su ciò che si deve fare dal punto di vista tecnico.

Inoltre, la mancanza di chiarezza e di uniformità a livello nazionale nella regolamentazione legislativa dell'efficienza energetica nell'edilizia; la necessità di attuare una semplificazione legislativa nei confronti degli obblighi comunitari (ad esempio 3% del patrimonio PP.AA. centrali); l'obbligo di assicurare agli utenti maggior certezza sulle prestazioni energetiche dichiarate e sull'energia consumata: richiedono uno strumento operativo a supporto della legislazione esistente caratterizzato da una concreta uniformità del tema dell'efficienza energetica in edilizia. E questo dovrà attuarsi a livello legislativo centrale, nel Regolamento Unico Nazionale, che tutti i Comuni dovranno adottare adeguando i propri permessi di costruzione, nell'interazione con modifiche al TU dell'edilizia 380/2001, nel miglioramento delle forme di incentivazione diretta ed indiretta per l'efficienza energetica, nell'integrazione con i principi in materia di politiche pubbliche territoriali e di trasformazione urbana.

In particolare, per quest'ultimo aspetto, la trasformazione urbana deve essere un'occasione per promuovere in modo efficace politiche di efficienza energetica "strutturali".

Questi sono i motivi che mi hanno spinto in più sedi ad esprimere la necessità dell'introduzione di un Testo Unico per l'efficienza energetica in edilizia, e, all'interno del TU, di contemplare i principi che garantiscano la riduzione dei consumi di energia su scala urbana (riferiti alle aree di trasformazione) ovvero principi di perequazione energetica. La trasformazione urbana è l'unico ambito all'interno del quale si possano promuovere determinate politiche di carattere strutturale: si esce quindi dalla logica di intervento sul singolo edificio per entrare nella logica di intervento sul quartiere e sulla città (che poi altro non è che l'implementazione del concetto di *Smart Cities*).

Lo scopo del recepimento della Direttiva europea 27/2012 in tema di efficienza energetica da parte degli Stati membri è quello di ridurre del 20% le emissioni di gas serra entro il 2020. Il decreto affronta complessivamente il tema dell'efficienza energetica prendendo in considerazione temi come efficienza degli edifici, acquisti della pubblica amministrazione, efficienza nella produzione di energia, nel riscaldamento e raffrescamento ecc. In questa sfida sono coinvolti non solo soggetti industriali e aziende, ma anche professionisti e società che giocano un ruolo importante nell'effettiva implementazione di sistemi/soluzioni efficienti al fine della riduzione dei consumi energetici.

In particolare grandi enfasi viene data all'utilizzo di strumenti essenziali, quali quello della diagnosi energetica e dei professionisti esperti in gestione dell'energia, rimodulando e strutturando quanto in questo senso era stato fatto in passato, sin dalla Legge 10/1991.

Si aprono opportunità quindi anche per i professionisti nella redazione delle diagnosi energetiche: il decreto afferma infatti che da due anni dopo la sua pubblicazione (quindi dal luglio 2016) le diagnosi energetiche possono essere eseguite unicamente o da una società ESCo, una società che offre servizi energetici, o da un esperto in Gestione dell'Energia (EGE), figura professionale che assiste le aziende nel miglioramento della propria efficienza energetica e che di fatto prende il posto del vecchio Energy Manager <sup>(1)</sup>.

L'art. 8 del decreto interessa il settore industriale, compreso quello dei prodotti da costruzione, perché tratta il tema delle diagnosi energetiche e dei sistemi di gestione dell'energia. Sono coinvolti due tipi di aziende:

- le grandi imprese, quelle con più di 250 addetti e un fatturato superiore ai 50 milioni di euro, o uno stato patrimoniale superiore ai 43 milioni di euro;
- le imprese, cosiddette energivore, quelle cioè che hanno un consumo da energia elettrica o da altra fonte superiore ai 2,4 GWh/anno e un'incidenza del costo dell'energia sul fatturato superiore al 3%.

Queste aziende devono eseguire una diagnosi energetica per le sedi produttive sul territorio nazionale entro il 5 dicembre 2015 e aggiornarla ogni 4 anni. L'obbligo non si applica alle imprese che già adottino un sistema di gestione per l'ambiente conforme alla Norma ISO 14001 o un sistema di gestione dell'energia conforme alla Norma ISO 50001, oppure che siano registrate EMAS. Per avere efficacia ai fini del decreto i sistemi di gestione sopra citati devono però includere una diagnosi energetica, requisito che peraltro è esplicitamente incluso nella ISO 50001. L'applicazione alle imprese energivore è una caratteristica italiana in quanto la Direttiva 27/2012 fa riferimento unicamente alle grandi imprese, tra cui una vasta gamma di produttori di prodotti da costruzione: cemento, calce, elementi in laterizio, pannelli in cartongesso e, in funzione delle dimensioni dell'impianto, tutti coloro che utilizzano un forno, per esempio i produttori di conglomerato bituminoso.

Le diagnosi energetiche dovranno consentire calcoli dettagliati e convalidati per le misure proposte, in modo da fornire informazioni per le analisi storiche, per il monitoraggio della prestazione e per la previsione dei potenziali risparmi. I risultati devono essere comunicati all'ENEA cui sono demandati i controlli che dovranno accertare la conformità delle diagnosi alle prescrizioni del decreto, e all'ISPRA, che ne cura la conservazione.

Per il settore industriale in profonda crisi questo strumento può effettivamente rappresentare, se applicato nello spirito giusto, un'occasione di miglioramento dal punto di vista dell'ambiente ma anche, e soprattutto, da quello della gestione economica.

Per riferire dello "spirito giusto", occorre fare una precisazione. Sebbene in una prima, affrettata analisi la certificazione energetica (l'attestato di certificazione energetica, ACE, è stato sostituito dall'attestato di prestazione energetica, APE con la legge 90/2013) possa essere considerata simile alla diagnosi energetica, in quanto offrono entrambe una caratterizzazione energetica di un sistema edificio/impianto, in realtà hanno obiettivi, condizioni al contorno e competenze richieste differenti.

La certificazione energetica ha come obiettivo principale quello di rappresentare in forma semplice la qualità energetica di un sistema edificio/impianto riferita a condizioni standard normalizzate, in modo da renderne comprensibili gli indicatori anche a soggetti non tecnici. La finalità ultima è quella della confrontabilità, ovvero dell'inserimento della prestazione energetica dell'edificio in una scala di classificazione.

Solo secondariamente ha la finalità di dare indicazioni di massima sui possibili interventi di risparmio energetico attuabili.

<sup>(1)</sup> La figura dell'esperto in Gestione dell'Energia, già introdotta dal decreto legislativo 115/2008, è stata valorizzata con la pubblicazione della Norma UNI CEI 11339/2009 "Gestione dell'energia – Esperti in gestione dell'energia – Requisiti generali per la qualificazione" che definisce il profilo professionale, i requisiti e le competenze. In virtù della legge 4/2013 "Disposizioni in materia di professioni non organizzate", che permette la certificazione di profili professionali a fronte della pubblicazione di norme UNI, l'EGE può quindi certificarsi in conformità alla citata Norma 11339, che identifica due settori di certificazione:

- EGE settore civile, con competenze finalizzate a soddisfare l'esigenza di comfort individuale nei settori civile, terziario e della pubblica amministrazione (incluso il settore trasporti civile);
- EGE settore industriale, con competenze finalizzate a soddisfare le esigenze di processo nei settori industriali, produttivi e dei trasporti industriali.

Per ottenere la certificazione deve essere sostenuto un esame, al quale sono ammessi coloro che possono documentare i seguenti requisiti:

- un'esperienza lavorativa nel settore specifico che varia da 3 a 4 anni per le lauree tecniche magistrali, di 4 anni per le lauree tecniche triennali, di 5 anni per i restanti indirizzi di laurea e per i diplomi tecnici, di 10 anni per i diplomi non tecnici;
- un'ulteriore esperienza con mansioni tecniche o manageriali nella gestione dell'energia che possono essere documentate, ad esempio, con ruoli tecnici o manageriali presso studi o società di consulenza, redazione di studi di fattibilità, docenze, gestione dei progetti, diagnosi energetiche, audit o consulenza per sistemi di gestione dell'energia, conduzione e manutenzione impianti, supporto contratti di fornitura di energia. Particolare riferimento deve essere dimostrato nei confronti delle analisi continuative di processi, impianti e tecnologie di un'azienda, gestione di una contabilità energetica, diagnosi energetiche, fattibilità degli interventi e analisi dei rischi.

Per effetto della normativa, a partire dal 2016 oltre 4.000 aziende dovranno usufruire di servizi erogati solo da EGE certificati.

La diagnosi energetica invece si pone l'obiettivo di effettuare un'analisi approfondita e sistematica sulla quantificazione e le modalità di utilizzo dell'energia al fine di valutare le potenziali soluzioni di risparmio energetico secondo una logica di miglior rapporto costi-benefici. Si tratta, quindi, di esaminare il comportamento reale del sistema edificio-impianto, analizzando i dati storici di consumo, i profili di utilizzo specifici, le condizioni climatiche, le tipologie impiantistiche presenti in modo da costruire un modello energetico dell'edificio che rispecchi l'effettivo utilizzo dell'energia.

La metodologia di calcolo non può più quindi essere standardizzata, ma deve adattarsi alle diverse condizioni al contorno di ciascun edificio e al grado di approfondimento che si vuole ottenere. La finalità ultima di una diagnosi energetica è la valutazione di quelle che vengono definite Opportunità di Risparmio Energetico (ORE), secondo un'analisi non incentrata soltanto sul risparmio puramente energetico, ma su un insieme di criteri (economici, energetici, ambientali, di immagine) cui viene dato un peso diverso in relazione alle esigenze della committenza.

La diagnosi energetica viene definita dalla normativa vigente come *“la procedura sistematica che si propone di definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto e individuare i possibili risparmi e/o recuperi delle energie disperse, di valutare le condizioni di benessere termoigrometrico necessarie ad individuare appropriate soluzioni di risparmio energetico, di valutarne le opportunità dal punto di vista tecnico-economico ed ottimizzare le modalità di gestione del sistema edificio-impianto (contratti di fornitura di energia, modalità di conduzione, ecc.) ai fini di ridurre i costi”*.

Dall'analisi di questa definizione è possibile affermare che:

- il confine del sistema energetico – definito preliminarmente con il committente – è in funzione dell'oggetto della diagnosi (organismo, organizzazione, unità edilizia, insieme tecnologico), all'interno del quale è possibile generare, gestire o controllare una richiesta energetica. L'energia può essere importata o esportata dal sistema energetico tramite l'ausilio di vettori energetici (gas, elettricità, ecc.);
- il sistema impiantistico impiega energia per soddisfare i servizi richiesti dall'edificio quali: riscaldamento, climatizzazione invernale, raffrescamento, climatizzazione estiva, ventilazione meccanica con eventuale parziale trattamento dell'aria, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, altri servizi elettrici, come sistemi di movimentazione meccanica, processi interni (cucina, lavanderia, ecc.).

Gli interventi di risparmio energetico sono parte integrante della diagnosi energetica. Essi consentono di individuare le azioni di riqualificazione da effettuare sull'edificio oggetto di diagnosi. La diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali:

- completezza della definizione del sistema energetico, cioè dei confini dell'edificio, comprendente tutti gli aspetti energetici significativi;
- attendibilità dei dati necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico;
- tracciabilità mediante procedure standardizzate di diagnosi energetica;
- identificazione dei consumi energetici del sistema edificio-impianto;
- utilità con l'identificazione e la valutazione nel report di diagnosi degli scenari di intervento dal punto di vista energetico, ambientale ed economico attraverso lo strumento dell'analisi multicriterio;
- verificabilità con l'identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.

Questi requisiti non sono cogenti ma rappresentano uno standard unificato di riferimento per armonizzare le metodologie di diagnosi energetica e ottenere risultati conformi alle aspettative.

La diagnosi energetica deve inoltre tenere in conto durante l'intero processo le esigenze della committenza. Infatti, un altro requisito fondamentale che percorre trasversalmente il processo di diagnosi è rappresentato dalla adattabilità, ovvero dall'appropriatezza dei risultati di diagnosi in relazione alle attese, necessità e limiti indicati dal committente nelle fasi preliminari. Questi fattori dovranno poi essere considerati nella redazione del progetto preliminare, definitivo ed esecutivo per gli interventi di riqualificazione.

Le ESCo (Energy Service Company) hanno svolto in questi ultimi anni un ruolo primario nell'erogazione di servizi per l'efficienza energetica in ambito edile e industriale, un ruolo destinato ad assumere una ancor maggiore rilevanza negli anni a venire.

È infatti con l'analisi dell'efficienza energetica di un sistema ai fini della successiva implementazione di mirati interventi correttivi, nonché della definizione di un adeguato sistema di gestione dell'energia, conformemente a quanto previsto dalla Norma ISO 50001, che si adeguerà gran parte del sistema industriale italiano ai criteri di efficienza e risparmio.

Tale ruolo primario è confermato anche dal tavolo di lavoro istituito in sede Accredia, l'organismo di accreditamento italiano, che ha elevato la competenza specifica nel settore che i soggetti certificandi dovranno possedere, a dimostrazione della volontà di perseguire l'obiettivo dell'efficienza in modo più concreto rispetto a quanto si è fatto fino ad oggi trasformandolo in uno dei maggiori driver di sviluppo per il nostro Paese.

Queste intenzioni sono state definite nella proposta di schema per la certificazione delle ESCo in conformità alla Norma UNI CEI 11352/2014 che Accredia ha predisposto su mandato del legislatore, sentito il CTI (Comitato Termotecnico Italiano) e che ha inviato per approvazione al Ministero dello sviluppo economico e al Ministero dell'ambiente.

Lo schema è recentemente divenuto legge con la pubblicazione del d.m. 12 maggio 2015 e ad esso dovranno quindi conformarsi tutti gli schemi di certificazione delle ESCo elaborati dagli organismi di certificazione di terza parte, compreso quello di ICMQ.

Secondo il d.lgs. 102/2014, che riprende quanto già definito dal precedente 115/2008, la ESCo può essere una *“persona fisica o giuridica che fornisce servizi energetici ovvero altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica nelle installazioni o nei locali dell'utente (...)”* <sup>(2)</sup>.

Con la nuova Norma UNI CEI 11352, nell'aprile 2015, le attività delle ESCo sono state maggiormente caratterizzate, rispetto ad altre società operanti nel settore, principalmente per i seguenti tre elementi:

- offrire garanzia al cliente, tramite un “Contratto a garanzia di risultato”, del miglioramento dell'efficienza energetica attraverso i servizi forniti, con assunzione in proprio dei rischi tecnici e finanziari connessi con l'eventuale mancato raggiungimento degli obiettivi concordati;
- ottenere il pagamento, stabilito contrattualmente, dei servizi forniti legandoli, totalmente o parzialmente, al miglioramento del livello di efficienza energetica e al raggiungimento degli altri criteri prestazionali e di rendimento;
- poter fornire il finanziamento degli interventi, sia in proprio che tramite terzi, quando previsto contrattualmente.

La nuova Norma UNI CEI 11352 ha annullato e sostituito una precedente versione del 2010, inserendo nuovi elementi anche in riferimento al nuovo panorama normativo e legislativo in materia che nel frattempo si è andato definendo. Grande importanza hanno infine anche le due appendici normative, che sono state aggiornate e dettagliate individuando di fatto tutti i requisiti che saranno richiesti ad una ESCo per essere certificata: la lista di controllo per la verifica dei requisiti e delle capacità e i contenuti minimi dell'offerta contrattuale del servizio di miglioramento energetico.

<sup>(2)</sup> In verità il ruolo delle ESCo aveva già trovato posto in altri disposti legislativi, come il decreto 7 marzo 2012 “Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di gara della Pubblica Amministrazione per l'acquisto di servizi energetici per gli edifici – servizio di illuminazione e forza motrice – servizio di riscaldamento/raffrescamento” o il d.m. 28 dicembre 2012 “Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2013 al 2016 e per il potenziamento del meccanismo dei certificati bianchi”.

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Università di Catania.

#### 4.2.1 Green design del sistema edificio-impianto Green design of building/system units

di Luigi Marletta (\*)

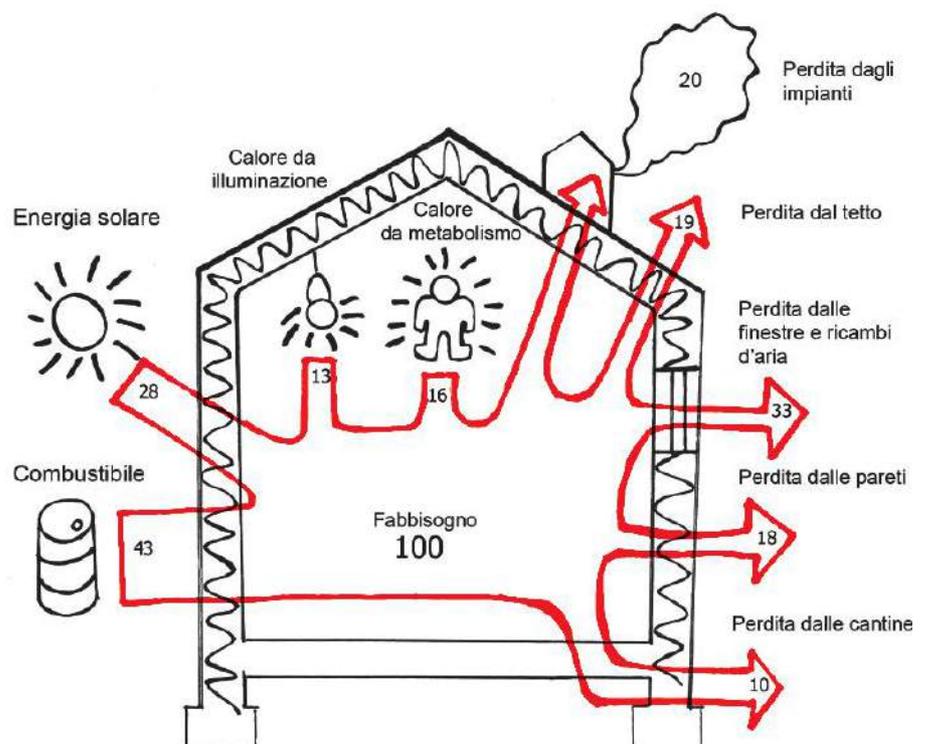
##### ABSTRACT

Il termine “sistema edificio-impianto” è di recente introduzione nel gergo dei progettisti. La progettazione edile-impiantistica implica un processo non “lineare” ma “circolare” e tale consapevolezza è il primo presupposto al green design. Di fatto questo richiede stretta interazione e fattiva collaborazione tra progettista edile e progettista degli impianti. Ma green devono essere anche le tecnologie energetiche al servizio dell’edificio, ad alta/altissima efficienza e di minimo impatto ambientale. Non solo, il green design passa anche attraverso la considerazione dell’energia incorporata nei materiali che orienta verso l’uso di prodotti eco-sostenibili e bio-compatibili.

Il green design dell’edificio si configura dunque come strumento e tassello della green economy, unica prospettiva credibile per il nostro sviluppo prossimo venturo.

The definition “building-system unit” has recently been introduced into designers’ jargon. Building and systems’ design implies a “circular” rather than “linear” process and understanding this is of primary importance in green design. Indeed, close interaction and effective cooperation between building designers and systems designers is required. But the energy technologies that serve the building must also be green, highly or extremely efficient and causing a minimal environmental impact. Furthermore, green design is also ensured if consideration of the energy embodied in materials acts as a driver for the use of eco-sustainable and bio-compatible materials.

Green design of buildings can, therefore, be a tool and an element of the green economy, the only credible development prospect for the near future.



Fonte: <http://www.regione.vda.it/gestione/riviweb/templates.aspx/environnement.aspx?pkArt=384>

Il termine “sistema edificio-impianto” è di recente o relativamente recente introduzione nel gergo dei progettisti. Parlando di edifici infatti, fino a – grosso modo – a tutti gli anni '70, la pratica progettuale vedeva prima lo sviluppo compiuto e completo del progetto edile e dopo l'intervento dell'impiantista. Naturalmente con l'intesa che il progetto edile, in quanto opera architettonica, era intoccabile e insindacabile e che l'impianto sarebbe stato a servizio di quella, per assicurare comfort e funzionalità.

E in questo senso andava anche la normativa; la prima che apparve in Italia, la legge 373/76, richiedeva una verifica delle dispersioni termiche dell'edificio, solo sulla base della potenza di picco, con eventuale semplice feedback, per esempio, sullo spessore dell'isolante o sulla dimensione delle superfici vetrate. La taglia della caldaia veniva poi calcolata di conseguenza.

Presto però ci si rese conto che questo processo “lineare” del progetto, questa verifica impostata sulla “potenza” e il riferimento al “carico termico” piuttosto che all'Energia Primaria (EP) non erano granché fondati razionalmente e di fatto inadeguati per conseguire gli obiettivi di risparmio energetico che si intendevano perseguire sul piano nazionale.

Maturò così l'idea che le verifiche dovessero essere fondate non sulla potenza installata ma sull'energia dispersa e non sul carico termico ma sulla Energia Primaria complessivamente consumata nel periodo del riscaldamento. Questo e altro ancora riflù nella legge 10/91, i cui ben più complessi meccanismi di verifica fecero percepire che l'impianto non è qualcosa di giustapposto all'edificio, ma che tra impianto ed edificio sussiste una sorta di simbiosi, di interazione profonda, tale per cui ogni modifica dell'uno si riflette sensibilmente sull'altro.

È da allora che si parla di “sistema edificio-impianto” e da allora che si è capito che la progettazione edile-impiantistica implica un processo non “lineare” ma “circolare”, nel senso che il risultato finale sarà il frutto di progressivi affinamenti tra conformazione edilizia e configurazione impiantistica.

Ebbene la consapevolezza della circolarità del processo progettuale è il primo presupposto del *green design*.

Di fatto questo richiede stretta interazione e fattiva collaborazione tra progettista edile e progettista degli impianti, senza escludere un'eventuale terza figura professionale nella persona dell'esperto di termofisica dell'edificio o – più in generale – della fisica tecnica. Infatti non solo gli aspetti termo-energetici, ma anche quelli acustici, luminosi e di qualità dell'aria conferiscono qualità ambientale all'edificio.

Naturalmente anche le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) rientrano tra i must di un *green design*. La stessa Direttiva EPBD del 2002, e la più recente EPBD recast del 2010, ne prescrivono l'uso per gli edifici nuovi o soggetti a ristrutturazione importante.

L'introduzione delle FER nell'edificio non è tuttavia indolore, sia perché pone seri vincoli e condizionamenti sul piano architettonico, sia per le implicazioni economiche. E d'altra parte non è solo dalle FER che l'edificio riceve l'impronta green. Per essere veramente tale occorre che questo, sin dalla concezione, punti a richiedere il minimo consumo energetico per il comfort termico e luminoso; il che si consegue innanzitutto attraverso appropriate scelte architettoniche, in termini di caratteristiche termofisiche d'involucro, rapporto superficie/volume, dimensione delle aperture, orientamento, ecc.

Conseguito questo obiettivo, la quantità di energia primaria per assicurare il comfort sarà allora molto limitata, e più facilmente ottenibile con le fonti rinnovabili. Quanto a queste ultime, è certamente l'energia solare quella più comunemente utilizzabile negli edifici, in quanto attingibile da pannelli termici o fotovoltaici. Considerato che, in vista dei più recenti e severi requisiti di legge, le coperture potrebbero non risultare sufficienti, anche le pareti verticali finirebbero per essere coinvolte a questo scopo.

In ogni caso, l'orientamento del corpo edilizio è fondamentale per massimizzare la captazione, con sistemi solari attivi.

Ma l'edificio è anche un captatore "passivo" di energia solare. In questo senso, l'esposizione al sole ha delle implicazioni in termini di calore endogeno generato per effetto serra all'interno dei locali. Questo, se è favorevole in condizioni invernali, perché attenua il carico termico di riscaldamento, diventa critico d'estate e, in certi casi, addirittura dominante tra le voci del carico termico di raffrescamento; il che riporta l'attenzione sull'involucro, per studiarne opportune soluzioni di ombreggiamento, irrinunciabili soprattutto per le aree geografiche del Sud. Anche l'energia solare, dunque, va saputa maneggiare...

Ma green devono essere anche le tecnologie energetiche al servizio dell'edificio. E naturalmente una tecnologia è tale se, a sua volta, è di alta/al-tissima efficienza e di minimo impatto ambientale. Dobbiamo riconoscere che in questi ultimi anni il panorama tecnologico si è sempre più fortemente orientato in tal senso: si pensi all'affermarsi sul mercato di caldaie a condensazione, pompe di calore geotermiche, riscaldamento radiante a bassa temperatura ed alta emissività, raffrescamento radiante, travi fredde, free cooling, solar cooling, ecc., senza dire delle soluzioni ispirate all'efficienza energetica, come il recupero termico, la ventilazione meccanica controllata, la cogenerazione su piccola scala, ecc.: tutte tecnologie ormai mature, commercialmente disponibili, altamente efficienti (molte delle quali fondate sull'uso del gas, il più pulito dei combustibili convenzionali), cui anche la CE riconosce di avere le carte in regola, tanto da raccomandarne l'uso negli edifici da costruire o da ristrutturare.

Anche la domotica, la telegestione e il telecontrollo degli impianti vanno nella stessa direzione; sono soluzioni di più recente introduzione ma che stanno conquistando il mercato a grandi passi.

Il *green design* passa però anche attraverso la considerazione dell'energia incorporata nei materiali (*embodied energy*) – che, com'è noto, risulta dalla somma della spesa energetica associata a ciascun passaggio del processo di produzione – e più in generale la valutazione di tutte le problematiche ambientali connesse con l'uso dei materiali, come valutabili dall'LCA (*Life Cycle Assessment*). Il che, fatalmente, porta a privilegiare l'uso di materiali eco-sostenibili e bio-compatibili.

Il *green design* come leva di marketing è l'ultima notazione cui non possiamo rinunciare. La qualità energetico-ambientale dell'edificio finirà per affermarsi sul piano commerciale, come si sono affermati gli elettrodomestici di classe A e A+ su quelli di qualità inferiore. La prospettiva è che tutto ciò finirà per innescare un meccanismo di tipo *win-win*, dove cioè sia il costruttore che l'acquirente vedranno nel *green design* un valore aggiunto, che il costruttore vorrà perseguire e l'acquirente sarà pronto a riconoscere, con il risultato di una valorizzazione anche commerciale dell'immobile.

Il *green design* dell'edificio, quindi, come strumento e tassello della *green economy*, unica prospettiva credibile per il nostro sviluppo prossimo venturo.

#### 4.2.2 Verde pensile ed isolamento termico. Un'esperienza di ricerca applicata

##### *Green roofs and thermal insulation. An applied research experience*

di Alfonso Russi (\*)

#### ABSTRACT

*L'isolamento termico delle coperture a verde pensile è stato oggetto di un'attività di ricerca applicata che ha consentito di approfondire la conoscenza della problematica. I risultati sono stati d'interesse ed hanno consentito di stimare la trasmittanza termica di una copertura, grazie ad un prototipo realizzato per gli scopi di ricerca. In parallelo alle principali attività di studio, sono state condotte altre analisi e prove di cui alcune relative alla scelta più idonea del pacchetto di copertura ed alla stima della ritenzione idrica. Sono stati affrontati anche gli aspetti economici relativi all'analisi della convenienza nella realizzazione di coperture a verde pensile, ricorrendo all'Analisi Costi Benefici per una quantificazione dei vantaggi diretti ed indiretti.*

*Thermal insulation of Green Roofs has been the object of applied research activities thanks to which understanding of the problem has improved. These activities have produced interesting results and made it possible to assess the thermal transmittance of a Green Roof using a prototype built for research purposes. Along with the main research activities, other types of analysis and tests have been carried out, some of which focused their attention on the most suitable solutions for the roof package and on estimating water retention. The relevant economic aspects as regards value for money in building Green Roofs were also examined, using a Cost Benefit Analysis to quantify direct and indirect benefits.*

Per simulare al meglio il comportamento di una struttura a verde pensile la Tecnovia di Bolzano, con il contributo della Provincia Autonoma di Bolzano ha realizzato nel 2011 una copertura sperimentale su cui sono state effettuate molteplici prove e analisi in diversi periodi dell'anno, in modo da definire i comportamenti in differenti condizioni meteo-climatiche.

La scelta della tipologia di copertura per il tetto a verde pensile del prototipo doveva rispondere ai seguenti requisiti: falda inclinata (10°), peso limitato e ridotti spessori del terreno, manutenzione ridotta, materiali certificati secondo le norme UNI di riferimento.

Nel complesso il progetto di ricerca ha conseguito risultati d'interesse, in particolare mediante delle indagini termografiche condotte al fine di verificare l'efficienza energetica e la funzionalità. Tali indagini hanno dimostrato l'ottimo funzionamento termico e di conseguenza una buona efficienza energetica del sistema.

Il sistema di rilevamento ha consentito la misura precisa ed il calcolo della trasmittanza termica delle pareti e del tetto utilizzando vari apparati elettronici, come sonde flussimetriche e di temperatura, gestite da una serie di trasmettitori cordless, da un ricevitore radio e da un sistema di elaborazione (acquisitore E-Log e PC).

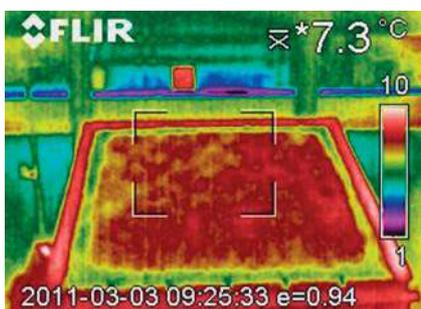
Ad integrazione della suddetta rete di rilevamento, sono state installate tre sonde termiche a immersione e due sonde di permittività, posizionate a differenti profondità nel terriccio di copertura del tetto verde, allo scopo di monitorare l'andamento dei parametri al suo interno e correlarli con i dati microclimatici della struttura. Questo tipo di confronto ha orientato al meglio la scelta dei pacchetti stratigrafici, in particolare del terriccio che, da sempre, costituisce un limite nell'applicazione di settore.

La stratigrafia tipo del sistema estensivo a verde non ha previsto l'isolamento termico in quanto avrebbe impedito il flusso termico all'interno del pacchetto di copertura e, di conseguenza, alterato le misure.

(\*) Geologo, Amministratore Delegato e responsabile scientifico di "Tecnovia-Studi e progetti per l'ambiente. Laboratorio Altamente Qualificato del M.I.U.R.", Bolzano.



*Simulatore verde pensile (struttura realizzata appositamente per gli scopi di ricerca)*



Termografia del tetto verde in cui si evidenzia, dal punto di vista termico, la omogeneità funzionale della copertura, con le singolarità nelle zone coperte da vegetazione



Installazione di sonde a diverse profondità nel terriccio del verde pensile



Prove relative al ciclo delle acque

Per quanto riguarda la vegetazione, sono state poste in opera delle talee di *Sedum*, la specie più utilizzata nel verde pensile.

Dopo la posa delle talee, di lunghezza variabile tra i 2 ÷ 5 cm a seconda della varietà, si è provveduto alla copertura con substrato in ragione di 1,5 cm/m<sup>2</sup> (circa 15 l/m) alla quale sono seguite una leggera rullatura del terriccio ed una prima irrigazione.

La densità di posa è stata calibrata in non meno di quattro diverse specie di *Sedum*, in modo da garantire il raggiungimento dei requisiti minimi per l'idoneità al collaudo dell'opera a verde richiesti dalla Norma UNI 11235.

Inoltre, per favorire la crescita omogenea di una vegetazione di erbacee perenni è stata prevista la posa di piantine in vasi (Ø 8-10 cm), tra cui hanno predominato l'*Helianthemum hybridum* e la *Phlox stolonifera*.

La succitata Norma UNI 11235 contiene le istruzioni per la progettazione, realizzazione, collaudo e manutenzione delle opere a verde pensile.

Sottolinea anche la necessità di effettuare un'analisi dal punto di vista climatico e territoriale in modo da identificare le variabili che possono influenzare la tipologia di vegetazione.

Per quanto riguarda lo strato colturale la norma fornisce anche gli spessori minimi da utilizzare in base al tipo di vegetazione e le coperture a verde vengono classificate secondo diversi parametri, fruibilità, pendenza, tipologia di manutenzione, modalità di controllo delle condizioni ambientali interne. Riporta, in conclusione, le istruzioni legate all'attività di cantiere, ai controlli nell'esecuzione, ai parametri di collaudo ed alla manutenzione.

Nell'ambito della ricerca sono state condotte anche altre misure, come per esempio quelle che hanno consentito di stimare il volume di acqua drenato dalla superficie del verde pensile e il bilancio idrologico del sistema, ottenuto con misurazioni dirette del recupero dell'acqua piovana e con l'elaborazione dei dati climatici rilevati da una centralina installata allo scopo.

Anche i risultati relativi alle analisi di laboratorio effettuate sui terricci hanno fornito interessanti risultati; in particolare in merito alla granulometria (di norma si tratta di ghiaia eterogenea di riporto con pomice e mattoni, matrice sabbiosa fine), alla percentuale di assorbimento e alla permeabilità.

Si è potuto anche rilevare come la percentuale di assorbimento e la permeabilità di alcuni terricci presenti sul mercato del settore risultassero molto più basse di quelle di norma consigliate dai progettisti e dalla manualistica.

Sono stati affrontati anche gli aspetti economici conducendo simulazioni di Analisi Costi Benefici con un software freeware che ha permesso di impostare l'analisi su basi dinamiche, ossia con funzioni di costo e di ricavo nel tempo, in quanto la realizzazione di verde pensile comporta investimenti legati al breve periodo di realizzazione ma farà registrare gli effetti di convenienza solo dopo un certo periodo di tempo, con il raggiungimento del recupero dell'investimento effettuato.

Oltre ai costi e ai benefici diretti quantizzabili con leggi di mercato, sono stati presi in considerazione anche elementi di più difficile stima, come per esempio quelli d'investimento in qualità della vita, che concorrono in modo non trascurabile al bilancio.

Per valutare la convenienza dell'investimento con la realizzazione del verde pensile rispetto ad altre soluzioni, sono stati presi in esame i vantaggi economici (maggiore durata dell'impermeabilizzazione, isolamento termico, inerzia termica e conseguente risparmio energetico, aumento del valore degli immobili) ed anche i vantaggi ecologici (recupero a verde di superfici altrimenti non utilizzabili; miglioramento del microclima esterno e l'influsso positivo sul clima degli ambienti interni; creazione di nuovi ambienti di vita per uomini, piante ed animali; miglioramento della percezione visiva e la funzione di ricucitura al paesaggio naturale circostante; regolazione dei flussi di acqua piovana; aumento della insonorizzazione ed il filtraggio delle polveri).

### 4.2.3 Componenti innovativi per l'edilizia sostenibile: evidenze sperimentali

#### *Innovative components for sustainable buildings: experimental evidence*

di *Patrizia Ferrante* (\*), *Maria La Gennusa* (\*\*), *Gianfranco Rizzo* (\*\*\*), *Giancarlo Sorrentino* (\*\*\*\*)

#### ABSTRACT

*Sulla spinta delle sempre più stringenti normative in tema di efficienza energetica degli edifici, l'Università degli Studi di Palermo ha posto in essere un laboratorio di materiali naturali e di componenti edilizi passivi finalizzato all'analisi delle prestazioni energetiche di elementi d'involucro caratterizzati da elevate prestazioni energetiche ed ambientali. In particolare, sono oggetto di indagini sperimentali alcuni elementi d'involucro realizzati con mix di materiali naturali e minerali ed alcune configurazioni di coperture a verde.*

*I primi risultati sperimentali sembrano confermare la praticabilità di siffatte soluzioni, almeno limitatamente ai climi mediterranei.*

*In consideration of increasingly stringent regulations concerning the energy efficiency of buildings, the University of Palermo has set up a laboratory to study natural materials and passive building components with the aim of analysing the energy performance of building envelop components characterised by a positive energy and environmental performance. In particular, some envelop components made using a mix of natural materials and minerals and some green roof configurations are being analysed.*

*Initial experimental results appear to confirm the practicability of such solutions, at least in the Mediterranean climate.*

La recente Direttiva del Parlamento europeo e dell'Unione Europea sull'efficienza energetica degli edifici <sup>(1)</sup> pone stringenti vincoli alle amministrazioni pubbliche in ordine alle prestazioni energetiche dei propri edifici, introducendo il concetto di "edifici ad energia quasi zero" (NZEB).

Si tratta di una innovazione normativa molto complessa che rischia di trovare le amministrazioni impreparate all'orizzonte del 2018, tanto impegnativa appare la sfida sul campo. Occorre, infatti, ripensare profondamente la prassi progettuale degli edifici, che devono ormai essere visti non soltanto come consumatori di energia, ma come nodi di una rete (*grid*) che operi in modo intelligente (*smart*), computando i flussi netti di energia generata e consumata da ciascun edificio in relazione al contesto circostante, con un'attenzione particolare alla produzione da fonti energetiche rinnovabili ed all'accumulo che, allo stato, appare come l'anello debole di questa innovativa catena.

Si tratta, in altri termini, di dare corso ai principi della terza rivoluzione industriale, recentemente ridefinita da Jeremy Rifkin <sup>(2)</sup> in termini prevalentemente energetici.

Nella progettazione edilizia si pone, dunque, una sempre maggiore attenzione all'utilizzo di materiali non inquinanti, che rilasciano limitate sostanze nocive in ambiente e che, d'altro canto, sono caratterizzati da alte prestazioni energetiche, sia nella loro fase di utilizzo che nel loro intero ciclo di vita. Inoltre, tali materiali sono sovente contraddistinti da una reperibilità locale, nel senso che si tratta di materiali rintracciabili nelle prossimità del sito di utilizzo e sono, pertanto, contrassegnati da un limitato rilascio di sostanze nocive.

Nell'ambito di tale visione, c'è un ritorno di attenzione verso i materiali naturali <sup>(3)</sup> che possono essere impiegati come componenti, insieme con i tradizionali materiali naturali <sup>(4)</sup>, per la costituzione di elementi dell'involucro di manufatti edilizi.

(\*) Ingegnere, Assegnista di Ricerca presso l'Università di Palermo.

(\*\*) Ingegnere, Professore Associato in Fisica Tecnica Ambientale, Università di Palermo.

(\*\*\*) Ingegnere, Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Università di Palermo.

(\*\*\*\*) Ingegnere, Assegnista in Fisica Tecnica Ambientale, Università degli studi di Palermo.

<sup>(1)</sup> Recast, Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea. Direttiva 19 maggio 2010, n. 2010/31/UE (G.U.U.E. 18 giugno 2010, n. L 153).

<sup>(2)</sup> J. Rifkin, *La terza rivoluzione industriale – Come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo*, Mondadori, 2011.

<sup>(3)</sup> S. Benfratello, C. Capitano, G. Peri, G. Rizzo, G. Scaccianoce, G. Sorrentino, *Thermal and Structural Properties of a Hemp-Lime Biocomposite*. *Construction and Building Materials*, 48, 2013, 745-754.

<sup>(4)</sup> C. Capitano, M. Traverso, G. Rizzo, M. Finkbeiner, *Life Cycle Sustainability Assessment: an Implementation to Marble Products*, *Proceedings online LCM 2011*, Berlin 28-31 August 2011.

Il Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e Modelli Matematici dell'Università degli Studi di Palermo si è attrezzato con un laboratorio dedicato all'analisi delle prestazioni energetiche e meccaniche di mix di materiali minerali e biologici. È dotato di isole di lavoro nelle quali possono essere realizzati gli elementi compositi e se ne possono misurare la conducibilità termica [W/mK] e le principali proprietà meccaniche: volume [cm<sup>3</sup>], peso [g], densità [kg/m<sup>3</sup>], carico a rottura [N] e tensione di rottura [N/mm<sup>2</sup>].

Le prime indagini sperimentali, che hanno visto l'utilizzo di mix di calce idraulica ed aerea con canapa, hanno fornito risultati molto confortanti, sia in termini di proprietà termiche che meccaniche (vedi nota 3), per quanto molto resti da indagare in relazione all'utilizzo di altri materiali biologici (lana, lino e fibre di pomodoro, fra gli altri).

In tabella 1 sono riportate le misure eseguite su pannelli di canapa. Ciascun campione è caratterizzato da un codice a tre caratteri: il primo indica il materiale naturale (H qui sta per canapa, hemp, in inglese), il secondo indica la granulometria in mm (2, 4 6 o 8 mm), il terzo contraddistingue due pannelli realizzati con le stesse caratteristiche. I primi valori rilevati di conducibilità collocano il materiale al di sopra dei valori di letteratura (0,040-0,060 W/mK): tali differenze possono essere plausibilmente imputabili alle caratteristiche del materiale utilizzato, ma sono in corso altre campagne di misura per confermare questa prima evidenza.

I promettenti risultati conseguiti hanno suggerito la realizzazione di contenitori costituiti da analoghi mix di materiali minerali e biologici (figura 1): tali contenitori, che hanno la caratteristica di essere particolarmente leggeri, si prestano specificatamente ad essere impiegati come container per coperture a verde. Inoltre, una loro accurata progettazione, rispondente ai dettami del disegno industriale, li candiderebbe ad essere impiegati come elementi modulari d'involucro per l'edilizia bioclimatica.

Le coperture a verde stanno riscuotendo un crescente interesse tra gli operatori del settore, sia per le loro caratteristiche estetiche, che per il loro contributo alla riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione degli edifici. Tali componenti, infatti, grazie ai fenomeni di ombreggiamento ed agli effetti evapo-traspirativi che si innescano tra il microclima del tetto verde e l'ambiente circostante, si propongono come interessanti componenti passivi. Allo scopo di valutarne direttamente le prestazioni, è stato realizzato un sistema di coperture a verde presso il Dipartimento DEIM dell'Università di Palermo. La stratigrafia di ciascuna copertura è costituita da un elemento impermeabilizzante anti-radice, un elemento per il drenaggio, un elemento per l'accumulo idrico, un elemento per il filtraggio e un substrato di coltivazione, come indicato dalla normativa vigente <sup>(5)</sup>.

<sup>(5)</sup> UNI 11235, *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde*, Unificazione Italiana, maggio 2007.

Tabella 1. Proprietà fisiche e conducibilità di pannelli compositi di calce e canapa

Codice	Dimensioni [mm x mm x mm]	Volume [cm <sup>3</sup> ]	Peso del composito [g]	Peso del campione dopo l'essiccamento [g]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conducibilità termica [W/mK]
H2A	290 x 288 x 31	2622	3900	621	237	0,07772
H2B	293 x 283 x 44	3688	5700	913	248	0,07750
H4A	284 x 287 x 31	2545	3900	616	242	0,08087
H4B	285 x 282 x 49	3952	5700	903	228	0,08543
H6A	287 x 290 x 34	2825	4080	648	229	0,08045
H6B	288 x 292 x 42	3572	5520	880	246	0,09147
H8A	277 x 280 x 48	3732	5040	792	212	0,08655
H8B	287 x 286 x 51	4160	5640	884	212	0,08295



Figura 1. Realizzazione di un contenitore modulare per coperture a verde

Sono state impiantate sei diverse specie vegetali: *Phyla nodiflora*, *Gazania uniflora*, *Gazania nivea*, *Sedum*, *Mesembryanthemum barbatus*, *Aptenia lancifolia*, allo scopo di indagare il comportamento del componente edilizio tetto verde, sia in termini di abbattimento dei consumi elettrici per la climatizzazione, che di eventuale miglioramento delle condizioni microclimatiche degli spazi indoor sottostanti <sup>(6)</sup>.

Il sistema di monitoraggio è altresì finalizzato alla determinazione di alcuni dei parametri più significativi degli scambi termici dello strato di vegetazione, quali quelli radiativi "intercanopies". In figura 2 è riportata una delle parcelle vegetate (gazzania e lippia).

Le caratteristiche di novità della realizzazione risiedono nella applicazione al particolare contesto da clima caldo-umido della città di Palermo (clima Mediterraneo), per il quale esistono relativamente poche applicazioni.

I risultati delle campagne sperimentali in corso, delle quali si è dato brevemente conto in questo scritto, sono rivolti a dimostrare, da un lato, che l'utilizzo di materiali naturali per la realizzazione di compositi in edilizia e, dall'altro, l'impiego di coperture vegetate sugli edifici, possono contribuire a ricondurre la nuova edilizia su un percorso di maggiore sostenibilità sia energetica che ambientale. In tal senso, questi componenti sembrano in grado di raccogliere le sfide che i nuovi obiettivi europei hanno lanciato e che ormai proiettano al 2050 gli obiettivi di efficienza in edilizia.

<sup>(6)</sup> G. Peri, M. Traverso, M. Finkbeiner, G. Rizzo, *Embedding "substrate" in environmental assessment of green roofs life cycle: evidences from an application to the whole chain in a Mediterranean site*, *Journal of Cleaner Production*, 2012, 35, 274-287 (Elsevier).



Figura 2. Copertura a verde tappezzante (Università di Palermo)

(\*) Chimico, Professore Ordinario di Chimica Fisica, Università della Calabria.

#### **4.2.4 Le fibre di ginestra: ricerca applicata e sviluppo sperimentale**

##### **Spanish broom fibre: applied research and experimental development**

di Giuseppe Chidichimo (\*)

#### **ABSTRACT**

*Le ginestre hanno una particolare struttura morfologica e chimica. La possibilità di combinare le vermine di ginestra ridotte ad opportune dimensioni con polimeri incollanti, o con altri materiali adesivi e connettivi di natura organica ed inorganica, o con collanti misti, rappresenta una notevole innovazione nel campo dei materiali compositi.*

*Le ricerche fatte presso l'UNICAL hanno portato all'applicazione di diversi brevetti, tra i quali il processo per l'ottenimento di materiali compositi in vermine di ginestra spezzettate e/o pretrattate, in funzione del prodotto da ottenere, mescolate a sostanze collanti sia di natura organica quanto di natura inorganica e di natura mista organico-inorganica.*

*Spanish broom has a specific morphological and chemical structure. The possibility of combining broom stems, cut to a suitable size, with polymer adhesives or other organic and inorganic adhesive and connective materials, or with mixed glues, is a considerable innovation in the field of composite materials.*

*Research carried out at UNICAL has led to the implementation of several patents, among which the process of obtaining composite materials made of broom stems, cut to different sizes and pre-treated in different ways depending on the desired end product, mixed with both organic and inorganic adhesive substances, as well as with organic/inorganic substances.*

I rami di ginestra, detti vermine, non erano mai stati impiegati per la produzione di materiali compositi prima che venisse sviluppato il progetto MATRECO: un progetto di ricerca industriale per la produzione di materiali innovativi da impiegare nei mezzi di trasporto, che ha visto la collaborazione del CRF (Centro ricerche FIAT) e diverse Università nazionali tra le quali l'Università della Calabria (UNICAL). Ricerche nello stesso settore sono state anche condotte in Calabria nell'ambito di progetti regionali COLFIBEN e MACPOFIN. Ovviamente le ricerche hanno riguardato anche la messa a punto di nuove tecnologie per l'estrazione di fibre tessili, e la realizzazione di filati e tessuti dalle ginestre, ma un contributo esclusivo è stato dato dall'UNICAL nella realizzazione di diversi compositi in fibra di ginestra interessanti per numerosi settori industriali <sup>(1)</sup>.

Le ginestre hanno una particolare struttura morfologica e chimica. Esse sono costituite da rametti, le vermine, che a loro volta si compongono di un'anima centrale, comunemente definita "ginestrulo", avente la forma di un cilindro cavo dal diametro dell'ordine del millimetro, sulla quale è adesa una cuticola esterna. Lo scheletro centrale delle vermine consiste di un materiale lignino cellulosico, mentre la cuticola periferica è in gran parte costituita da fibre di  $\alpha$ -cellulosa quasi pura. Questa particolare struttura delle ginestre è tale per cui le vermine hanno una grande resistenza alla trazione. La possibilità di combinare le vermine di ginestra ridotte ad opportune dimensioni con polimeri incollanti, o con altri materiali adesivi e connettivi di natura organica ed inorganica, o con collanti misti, rappresenta una notevole innovazione nel campo dei materiali compositi.

Molti i vantaggi:

- L'utilizzo delle vermine di ginestra in compositi polimerici ha costi di produzione molto bassi.
- L'impiego di vermine di ginestra in compositi polimerici consente di regolarne efficacemente la densità e le proprietà meccaniche grazie alla loro densità molto bassa (dell'ordine di 200 kg/m<sup>3</sup>).

(<sup>1</sup>) Per approfondimenti:

G. Chidichimo, A. Aloise, A. De Rango, M. Venneri, G. Pingitore, G. Esposito, *Compositi di Vermine Ginestre e processi per la loro realizzazione*, Italian Patent, n. 102015000007277, 02,03, 2015.

G. Chidichimo, A. Aloise, A. Chidichimo, V. Maltese, A. Beneduci, A. Senatore, F. Dalena, *Compositi di fibre naturali funzionalizzate e processi per la loro realizzazione*, Italian Patent in Application.

G. Chidichimo, C. Alampi, T. Cerchiara, B. Gabriele, G. Salerno, M. Vetere, *Physical chemical process for production of vegetable fibers*. Depositario: Università della Calabria. *World Patent*, WO2007102184A2 2007.

G. Danieli, G. Chidichimo, P.F. Greco, P. Nudo, A. Aloise, A. De Rango, *Impianto automatizzato per l'estrazione di fibre vegetali da piante Cs 2014 A00002*, 26 giugno 2014.

- Le due specie di ginestra, dalle quali le fibre sono estratte, sono varietà vegetali a rapido ciclo di crescita che vegetano spontaneamente anche in climi aridi, su molte tipologie di terreni e a varie altitudini (dal livello del mare a oltre 1000 metri di altitudine), rigenerandosi dall'apparato radicale, quando vengono tagliate alla base, con una resa in biomassa che può arrivare a trenta ton/ha in ginestreti ben organizzati.

Le ricerche condotte presso l'UNICAL hanno portato all'applicazione di diversi brevetti e, in particolare, allo sviluppo di nuovi materiali che potranno essere applicati per:

- Compositi stampati per l'industria automobilistica (paraurti, portiere);
- Pannelli (sia piani sia sagomati) per l'edilizia (tetti, sottotetti, travi, tegole, controsoffittature, solai e pareti. In combinazione con strutture in mattoni, legno, cartongesso o altro materiale rigido che richieda isolamento termico e acustico);
- Pannelli e tavole per l'industria mobiliera;
- Scafi e pannelli per arredi per l'industria nautica;
- Filtri per la pulizia dell'aria per edifici, per macchine industriali, per le automobili;
- Contenitori stampati per il trasporto merci;
- Tessuti non filati per l'agricoltura;
- Pannelli per parquet;
- Strutture per case prefabbricate;
- Pannelli per la costruzione di infissi.

In particolare è stato brevettato un processo per l'ottenimento di materiali compositi in vermene di ginestra variamente spezzettate, variamente pretrattate, mescolate a sostanze collanti sia di natura organica sia di natura inorganica e di natura mista organico-inorganica.

Tale processo comprende i seguenti stadi essenziali:

- a. Disidratazione delle vermene di ginestra fino al raggiungimento di un tasso di umidità inferiore al 15% rispetto al peso iniziale. Il processo può comprendere, a monte della disidratazione, l'immersione delle vermene in soluzioni acquose di sostanze ossidrilate. Tali molecole penetrano con facilità nella struttura delle vermene di ginestra appena raccolte e ne mantengono l'elasticità e la resistenza alla trazione e compressione, con il procedere dell'invecchiamento. Un esempio non esaustivo di tali molecole è il Polietilenglicole (PEG), polimero che, a seconda del suo peso molecolare medio, si presenta sotto forma liquida o solida. Un altro esempio è costituito dal Dietilenglicole (DEG), sostanza liquida di basso peso molecolare. Qualsiasi altro tipo di molecola di forma preferenzialmente lineare o quasi lineare con elevato rapporto di numero di ossidrili, rispetto al suo peso molecolare, potrebbe altresì essere impiegato, in ragione della sua penetrabilità nella struttura morfologica delle fibre componenti la ginestra. Inoltre, nel caso in cui voglia essere variato il rapporto della fibra cellulosica contenuta nelle vermene rispetto agli altri componenti della vermena stessa (lignina, emicellulose, pectine) il processo può comprendere, a monte della disidratazione delle vermene, la loro digestione in una soluzione alcalina che causa il distacco dei due diversi tipi di fibre, e consente la separazione integrale o parziale di una fibra dall'altra. Questa operazione è utile quando si vogliono sfruttare le proprietà chimico-fisiche specifiche di una sola delle due tipologie fibrose (ginestrulo e cellulosa) per garantire un migliore collegamento delle fibre stesse agli altri componenti dei compositi che si vogliono realizzare. La fibra di ginestrulo contiene superficialmente una certa quantità di gruppi fenolici la cui reattività chimica può essere esaltata in ambiente basico ed utilizzata per creare link chimici con gli altri componenti del composito. La fibra cellulosica contiene invece gruppi alcolici che hanno una buona reattività verso gruppi isocianici e silossanici.



Figura 1. Compositi ottenuti per estrusione con testa planare di miscele di fibre di ginestra con polipropilene



Figura 2. Barrette di compositi poliuretani ottenuti per injection molding per percentuali crescenti dal 5 al 30 di fibra di ginestra in poliuretani



Figura 3. Pannello in fibra di ginestrulo in polimero poliuretano

(<sup>2</sup>) Di seguito degli esempi non esaustivi di tutte le possibilità:

- Mescolamento eseguito impregnando le parti vegetali di polimeri o di precursori di polimeri durante una fase di agitazione del materiale in recipienti chiusi o di transito dello stesso in tubazioni sotto l'effetto di pale di agitazione o di opportuni gradienti pressori.
  - Mescolamento, utile quando il polimero sia di natura termoplastico e sotto forma di pellets, mediante degli estrusori a vite (a singola vite o a doppia vite) nei quali il materiale vegetale viene trascinato con il polimero in presenza di un gradiente termico e di un gradiente di pressione in modo tale che l'avanzamento lungo le viti di trascinamento causi l'intimo mescolamento dei materiali.
  - Mescolamento, utile quando occorre mescolare un materiale vegetale con precursori polimerici fluidi, consistente nello spruzzare strati progressivamente aggiunti di materiale vegetale con fluido collante.
  - Un ulteriore metodo di mescolamento può essere realizzato mediante macchine impastatrici che sono particolarmente indicate nel caso in cui la miscela iniziale contenga anche delle sostanze inorganiche.
  - Il mescolamento inoltre può avvenire in più stadi quando si richiede che le fibre vengano previamente impregnate di un componente che ha il compito di compatibilizzare la fibra con gli altri componenti che saranno aggiunti successivamente.
- b. Riduzione delle fibre provenienti dallo stadio 1 alla pezzatura desiderata. Le fibre di ginestra possono originare tipologie molto diversificate come possibilità d'impiego a secondo della dimensione delle fibre e dei sistemi leganti impiegati per compattarle nei compositi. La lunghezza delle fibre potrà variare dalle decine di centimetri a qualche micron. Nel caso di fibre più grandi potranno essere impiegate taglierine più o meno automatizzate. Per passare poi all'impiego di mulini sempre più raffinati per l'ottenimento di fibre progressivamente più corte da dimensioni millimetriche a dimensioni micrometriche. A seconda del tipo di composito che si voglia realizzare, per esigenze impiantistiche o di risparmio energetiche dei processi di produzione, lo stadio b. e lo stadio a. potranno essere temporalmente invertiti.
- c. Le fibre di ginestra, sminuzzate nella forma, dimensione desiderata, vengono mescolate con i leganti, fino ad ottenere un pre-composito di composizione uniforme. Il sistema legante può essere costituito da polimeri preformati di sintesi e naturali dispersi in matrici acquose, da polimeri termoplastici in pellets o polveri, da monomeri liquidi che possono essere polimerizzati o per condensazione oppure per polimerizzazione radicalica. La percentuale di polimero può spaziare da un valore minimo del 5% sul peso finale del materiale, fino ad un massimo del 99%. In altri casi il sistema legante può comprendere anche sostanze inorganiche. Queste potrebbero costituire il sistema legante, inglobando le fibre per indurimento dovuto alla perdita di acqua (gesso) o ricristallizzazione dell'acqua (cemento portland), oppure potrebbero costituire parte del sistema fibroso (fibre minerali sinergizzanti con quelle vegetali) venendo inglobate insieme alle fibre vegetali da matrici polimeriche. Il miscelamento delle fibre con i componenti leganti può essere realizzato mediante diverse tecniche, in funzione delle dimensioni delle particelle vegetali e della natura dei leganti impiegati (<sup>2</sup>).
- d. Formatura del composito che potrà avvenire in modo differente a seconda dei casi. Nel caso in cui i compositi siano di natura termoplastica potrà essere impiegata l'estrusione del composito alla temperatura adeguata attraverso apposite teste di estrusione (estrusione di film piani, di fili, di pellets, ecc.). Inoltre i compositi miscelati potranno essere formati mediante processi di compression molding nei quali la forma finale viene ottenuta mediante la loro compressione a caldo in opportuni stampi. Un esempio di compositi di fibra di ginestra in polipropilene, ottenuti per estrusione di film planari, è illustrato in figura 1 (pagina precedente). Nel caso in cui le matrici polimeriche siano formate per copolimerizzazione di prodotti fluidi inglobanti le fibre e la miscela dei diversi componenti sia sufficientemente fluida potranno essere impiegati processi di injection molding, iniettando dette miscele, a pressione e temperature adeguate, all'interno di stampi nei quali avvengono il consolidamento e la contemporanea formatura dei compositi. In figura 2 (pagina precedente) vengono illustrati materiali poliuretano ottenuti per injection molding.

Gli esempi sopra illustrati riguardano compositi nei quali la fibra è stata ridotta a dimensioni micrometriche. Interessanti sono anche le applicazioni nel campo dell'edilizia e della produzione di pannelli che nascono dall'impiego di fibra lunga, in particolare, di ginestrulo. In figura 3 un pannello in fibra di ginestrulo ottenuta per mescolamento del 20% di monomeri generanti poliuretano con l'80% di fibra di ginestrulo.

### 4.3 Metodi e strumenti per il rilievo e la rappresentazione Surveying and representation methods and instruments

di Francesca Fatta (\*)

(\*) Architetto, Professore Ordinario di Disegno, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Un laboratorio dedicato al rilievo e alla rappresentazione come una “bottega artigiana” dotata di un impianto sofisticato e d'avanguardia, ma capace di non perdere il punto di vista del processo di realizzazione di ciò che riguarda la costruzione di modelli di città, di architettura, evocativi dei retaggi che li hanno generati e pronti per interpretare le esigenze di una società in trasformazione. La produzione di immagini digitali sta portando a riassegnare un ruolo centrale alla sfera percettiva. Lo studio delle animazioni e delle texture sono scelte in rapporto alla consistenza fisica dell'oggetto rappresentato oltre che alle condizioni di illuminazione della sua configurazione complessiva. Ciò comporta un lavoro che non può che riconfigurarsi come un progetto laboratoriale, dove le competenze si intrecciano in uno scambio che deve rifuggire da automatismi privi di senso critico.*

*A laboratory dedicated to surveying and representation set up like a “craftsman's workshop”, equipped with sophisticated and cutting edge systems but able to avoid losing sight of implementation processes in terms of the construction of models of cities, of architecture that, while evoking the legacies that generated them, can interpret the needs of a changing society. Thanks to the production of digital images, the sphere of perception is once again able to play a central role. Animations are studied and textures chosen in relation to the physical consistency of the represented object and of the lighting conditions of its overall configuration. This entails a type of work well-suited only to a laboratory project, where skills are interconnected through exchanges that should avoid being indiscriminating automatic reactions.*

*“Prima fai uno schizzo, poi un disegno, poi costruisci un modello, quindi vai alla realtà – vai sul cantiere – e poi torni al disegno. Costruisci una sorta di circolarità: dal disegnare al fare e ritorno” (1), così Renzo Piano descrive la via del disegno che rappresenta un percorso di andata e ritorno, profondo e proficuo, intorno al progetto, la circolarità del processo creativo e realizzativo, dall'occhio alla mano. Già quando Viollet-le-Duc asseriva “voir c'est savoir”, lo strumento di questo vedere e sapere era posto nel disegno, il disegno come strumento analitico e sintetico di un accordo sapiente.*

I metodi e gli strumenti per il disegno, il rilievo e la rappresentazione assumono oggi connotati specifici, settoriali, tecnologicamente complessi ma, per ritornare alla frase di Piano, ciò che resta in fondo è il legame tra il pensare e il fare; i sistemi possono innovarsi e anche il metodo può subire delle verifiche ma ciò che importa resta che l'operatore mantenga il governo degli strumenti, comprendendone le potenzialità e mitigandone i limiti.

Nella costituzione di un laboratorio dedicato al rilievo e alla rappresentazione ci siamo posti l'obiettivo che in tale ambito si costituisse una idea di studio, “bottega artigiana”, dotata certo di un impianto sofisticato e d'avanguardia di macchinari, ma al contempo capace di non perdere il punto di vista del processo di realizzazione di ciò che riguarda la costruzione di modelli di città, di architettura, evocativi dei retaggi che li hanno generati e pronti per interpretare le esigenze di una società in trasformazione.

Tra i passaggi generazionali che il disegno ha attraversato negli ultimi decenni, l'aspetto delle tecniche e delle tecnologie legate alla rappresentazione e al rilievo è quello più evidente.

Tali sistemi hanno consentito sempre più il passaggio da un disegno simbolico, nel quale la connessione tra la rappresentazione e il referente da analizzare è basata su convenzioni arbitrarie, a una rappresentazione di segno espressivo iconico, di tipo mimetico, atto ad una realtà molto verosimile.

(1) Renzo Piano citato in: E. Robbins, *Why Architects Draw*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1994, p. 126.



Progetto di recupero del Tempio di Artemide a Jerash (Giordania). Modellazione e fotoinserimento del tempio. Tesi di laurea di G. Anversa, relatore F. Fatta, correlatore M. Milardi



Modello della Stoà del sito archeologico di Solunto (PA), ipotesi riconfigurativa. Tesi di laurea di F. Irre e A. Trifilò, relatore F. Fatta, correlatori M. Bassetta, A. Manti, C. Scali

(<sup>2</sup>) V. Ugo, *L'architettura e i suoi doppi*, in: *Fondamenti della rappresentazione architettonica*, Esculapio, Bologna, 1994, p. 12.

(<sup>3</sup>) *L'architectural walkthrough* è un sistema oramai molto diffuso per la comunicazione dei progetti in 3D secondo un sistema di animazione sempre più verosimile utilizzato non solo per l'architettura, ma anche per il cinema e la promozione commerciale.

(<sup>4</sup>) F. Gil, *Rappresentazione*, lemma dell'Enciclopedia Einaudi, vol. 11, Torino, 1980, p. 546.

(<sup>5</sup>) V. Ugo, *La nozione di modello*, in: *Fondamenti della Rappresentazione architettonica*, op. cit., pp. 162-163.

(<sup>6</sup>) R. Masiero, *Misura e produzione*, in: P.B. Torsello (a cura di), *Misura e conservazione: tecniche di rilevamento*, Cluva, Venezia, 1979, pp. 139-140.

Oggi, grazie all'altissima definizione dei modelli, si tende sempre più ad imitare nella rappresentazione la realtà per riprodurre o simularne la percezione, descrivere il costruito e il costruibile per analizzare e trasmettere una serie di informazioni, documentare il passato e prefigurare il futuro (<sup>2</sup>).

La produzione di immagini digitali, sia statiche che dinamiche, di fatto sta portando a riassegnare un ruolo centrale alla sfera percettiva, dato che i modelli virtuali tendono ad essere sempre più veri del vero (vedi, ad esempio, l'*architectural walkthrough* (<sup>3</sup>) delle passeggiate animate in uno spazio architettonico d'invenzione).

Lo studio scrupoloso delle animazioni e delle texture è scelto in rapporto alla consistenza fisica dell'oggetto rappresentato oltre che alle condizioni di illuminazione della sua configurazione complessiva, con eventuali aggiunte di commenti sonori tramite i quali si sottolineano aspetti percettivi e di veridicità (<sup>4</sup>).

Ciò comporta un lavoro che non può che riconfigurarsi come un progetto laboratoriale, dove le competenze si intrecciano in uno scambio che deve rifuggire da automatismi privi di senso critico. Si intende riprendere, con tale sistema di rappresentazioni, l'idea di un nuovo rinascimento in cui la nozione di "modello", inteso come prefigurazione di una realizzazione progettuale e come tecnica di modellazione architettonica, rappresentava la centralità del lavoro di bottega dell'architetto. Plastici e prospettive rendono operativa un'idea di modello architettonico come "struttura segnica" capace di definire uno specifico rapporto di similarità con il proprio referente. In tal modo le relazioni variabili che si stabiliscono tra rappresentazione e realtà rappresentata, o meglio tra le corrispondenti strutture, forme e funzioni, sono governate dai concetti di omologia, analogia e isomorfismo che nelle diverse epoche storiche hanno sostenuto il pensiero teorico-scientifico.

Ad oggi, per la cultura contemporanea, "il modello è un dispositivo [...] che sembra comunque possedere una caratteristica fondamentale: una volta costruito, esso tende a "funzionare da solo", ad acquisire autonomia sempre maggiore man mano che questo suo funzionamento si attua, si perfeziona e si generalizza, conquistando campi sempre più vasti e coinvolgendo anche la stessa cultura che l'aveva prodotto" (<sup>5</sup>). In particolare, i modelli informatici hanno valenze conoscitive inedite rispetto al significato che la modellazione classica, da Galilei in poi, ha avuto per la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica; essi agevolano soprattutto i modi per affrontare le scelte progettuali, garantendo una osservazione approfondita dell'oggetto simulato e una sperimentazione facilmente reversibile.

Il valore di rinnovata novità del modello risiede essenzialmente nella natura "sincretica" delle nuove tecniche digitali, in virtù della quale si verifica una convergenza della simulazione visiva e della formalizzazione matematica. La competizione innovativa che la modellazione deve raccogliere non risiede però nella duplicazione totalmente esaustiva della realtà per una ricerca della oggettività totale della comunicazione (cosa peraltro impossibile). La sfida risiede piuttosto nel dare concretezza a una teoria: quella che vede il modello come luogo di sintesi delle relazioni tra una forma risultante e le diverse componenti che contribuiscono a generare tale struttura; in altri termini, il modello come messa in opera di una mimesi che non si limita alla riproduzione degli oggetti come figure, ma che sia capace di individuare e comunicare contenuti come sistemi dotati di plurime dimensioni, nonché di caratteri visibili e invisibili. Questa conoscenza critica è perseguibile solo per mezzo di processi selettivi e di "un pensiero senza fini" aperto ad un modo di pensare posto "oltre ogni principio di utilità" (<sup>6</sup>).

Se la costruzione del modello dovesse coincidere con dei fini specifici, essa produrrebbe un'informazione finalizzata e per questo non più aperta o flessibile per altre pratiche conoscitive. Quanto più aperta è l'estensione della conoscenza, tanto più i riferimenti generati risultano dilatabili e organici per la definizione nello spazio e nel tempo delle equivalenze e delle differenze che possono innescarsi.



Rilievo del castello di Vibo Valentia, sezione longitudinale e prospetto della corte interna. Tesi di laurea di R. Moscato, relatore F. Fatta, correlatore A. Manti. Scansione laser A. Manti

Richard Sennett, nel volume *L'uomo artigiano* (7) insiste molto sulla differenza che sussiste tra *homo faber* e *animal laborans*, due aspetti dell'essere umano nei confronti del lavoro: "L'*animal laborans*, come il termine fa capire, è l'essere umano simile ad una [...] persona immersa in un compito che chiude fuori il mondo [...] Nell'atto di far sì che una cosa funzioni, nient'altro conta; per l'*animal laborans* il mondo è un fine in sé.

Al contrario, l'*homo faber* è la figura dell'uomo e della donna che fanno un altro genere di lavoro, l'attività di costruire una vita in comune. La locuzione latina significa semplicemente l'uomo in quanto artefice, creatore. [...] L'*homo faber* è il giudice del lavoro e delle pratiche. [...] Dunque... noi viviamo in due dimensioni. Nell'una fabbrichiamo cose; in questa condizione siamo amorali, immersi nel compito da eseguire. Ma alberghiamo in noi anche un'altra modalità di vita, più elevata, nella quale cessiamo di produrre e cominciamo a discutere e a giudicare tutti insieme. Laddove l'*animal laborans* si fissa sulla domanda: Come?, l'*homo faber* chiede: perché? [...] le persone possono apprendere attraverso le cose che fabbricano; la cultura materiale è importante, così come è importante il processo del fare" (8).

Il riferimento a Sennett è voluto fortemente perché oggi si tende a delegare alle macchine e agli strumenti d'altissima precisione la presa delle immagini dei manufatti e del contesto di studio, dimenticando o ponendo in secondo piano l'aspetto critico, discretizzante dell'uomo. I laboratori moderni sono luoghi in cui maestri e apprendisti lavorano insieme, secondo un ideale assetto partecipativo a cui concorrono anche esperti di altre discipline. La motivazione dell'*homo faber* conta più del talento, secondo Sennett, e per una ragione precisa, per una aspirazione alla qualità propria dell'artigiano. Il bravo artigiano usa le sue soluzioni per scoprire nuovi territori; nella sua mente, la soluzione di un problema e l'individuazione di nuovi problemi sono intimamente legate. Per questo, di fronte a qualunque progetto la curiosità vale più dell'abilità.

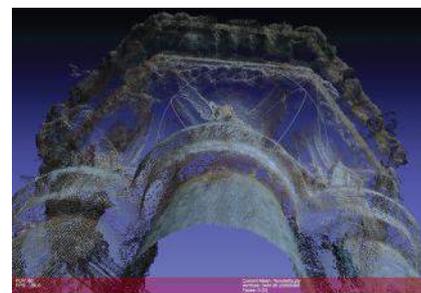
Per definire l'ambito di pertinenza ove agiscono i metodi e gli strumenti per il rilievo e la rappresentazione, si è considerato opportuno coinvolgere ricercatori che abbiano già una specifica esperienza, non soltanto sulle più avanzate strumentazioni, ma soprattutto capaci di riportare esperienze laboratoriali in contesti differenti.

Per il rilievo e gli apparati propri della restituzione grafica e della modellazione sono intervenuti Massimiliano Campi e Raffaele Catuogno, che hanno trattato delle metodologie di lavoro attuate nel centro interdipartimentale UrbanEco di Napoli.

Maria Pignataro, coordinatrice del laboratorio di modelli del Politecnico di Milano (polo di Lecco), ci ha introdotto nell'affascinante mondo della prototipazione rapida e dei modelli tridimensionali.

Paolo Clini ha trattato il complesso aspetto dell'analisi del costruito per la tutela del patrimonio storico, tra tecnica e storia, tra le importanti esperienze per gli interventi post terremoto a l'Aquila e con gli interessanti riferimenti al Centro Studi Vitruviani di Fano.

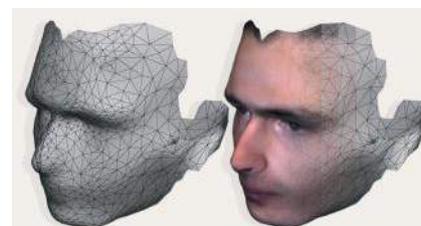
Infine Fabio Remondino, responsabile 3DOM, unità di ricerca della FBK di Trento, ha messo in evidenza la multiscalarità del rilievo fotogrammetrico in ambiti diversificati, dai siti archeologici agli assetti paesaggistici.



Monastero cistercense di S. Maria della Matina (CS), nuvola dei punti di un capitello della sala capitolare ottenuta con fotocamera. Tesi di laurea di A. Marraffa, relatore F. Fatta, correlatori L. De Luca, M. Bassetta, A. Manti, C. Scali



Monastero cistercense di Santa Maria della Matina (CS), vista della sala capitolare attraverso un "cave" per la realtà aumentata (tesi di laurea cit.)



Texturing del volto di un avatar per la realtà aumentata in ambienti virtuali. Tesi di laurea di F. Gentile, relatore F. Fatta, correlatori A. Manti, D. Tosto

(7) R. Sennett, *L'uomo artigiano*, Feltrinelli, Milano, 2008.

(8) R. Sennett, *L'uomo artigiano*, op. cit., pp. 15-20.

(\*) Architetto, Professore Associato di Disegno, Università Federico II di Napoli.

### **4.3.1 Innovazione nel processo di conoscenza per il rilevamento e la rappresentazione dei siti archeologici** *Innovation in the learning process for archeological site surveys and representation*

di Massimiliano Campi (\*)

#### **ABSTRACT**

*Lo studio presentato in questo articolo fa parte di un'area di ricerca più ampia che mira a individuare e sviluppare i processi di conoscenza e sviluppo che si vanno realizzando in contesti archeologici. I siti vengono studiati utilizzando tecnologie avanzate che si basano su metodi di indagine integrati di nuova generazione. Il case study in oggetto si riferisce al Mitreo di Santa Maria Capua Vetere, dove i rilievi sono stati fatti utilizzando tecniche no contact legate all'utilizzo di strumentazioni che sfruttano un approccio non invasivo. I dati raccolti tramite sensori laser scanner, abbinati a ricevitori GPS, vengono elaborati allo scopo di definire uno spazio centimetrico tridimensionale, in un unico sistema di riferimento di singole scansioni. Lo scopo è quello di diffondere la consapevolezza del Patrimonio Mondiale, trasmettendo tutto il valore del contenuto culturale di tale Patrimonio.*

*The research illustrated in this paper is part of a wider testing ground, aimed at identifying and developing processes of learning and development taking place in archaeological contexts. These sites are investigated through the use of advanced technology, based on integrated methods of survey of new generation. The case study is the Mithraeum in Santa Maria Capua Vetere, for which were carried out surveys with non-contact techniques, based on the use of instrumentations, that exploit a non-invasive approach. Data coming from laser scanner's sensors, combined with GPS receivers, are processed to define a three-dimensional centimetric space, in a single reference system of individual scans. The purpose is to spread awareness of World Heritage, conveying all the strength of cultural content that heritage has.*

Sono anni, oramai, che l'avanzamento delle tecnologie e delle tecniche ci indicano a sviluppare una riflessione su quali siano i reali vantaggi e quali invece i limiti dell'applicazione di nuove strumentazioni per il rilievo dell'architettura. In prima battuta, dobbiamo ragionare su cosa possiamo intendere per *innovazione* e cosa invece per *evoluzione*, quando applichiamo questi termini a metodologie di rilevamento coadiuvate da apparecchiature avanzate.

Siamo davanti ad un'innovazione quando un processo o un prodotto sono in grado di apportare risultati migliori rispetto alle applicazioni aventi la stessa finalità. Si potrebbe riprendere il pensiero dell'economista austriaco Joseph A. Schumpeter, che nel 1911 contribuì a introdurre la separazione tra concetto d'invenzione, che non prevede ineluttabilmente la diffusione nel mercato di un nuovo prodotto, e il concetto di innovazione, che invece iniziava ad essere inteso quale insieme di svolgimenti scientifici, tecnologici, organizzativi, finanziari e commerciali volti all'implementazione delle caratteristiche operative e funzionali di un prodotto o di un metodo già esistente.

Un principio dovrebbe essere certo in tale discorso ed è quello che considera l'innovazione come un passaggio per il miglioramento delle condizioni operative che conducono verso risultati più alti. Quando questo assunto non si verifica, siamo forse di fronte ad un diverso aspetto del cammino evolutivistico (1) delle scienze, che, seppur lecito, va riconosciuto con diverso lessico per meglio specificarlo e riconoscerlo.

Probabilmente quando le innovazioni tecnologiche costituiscono un cambiamento, ma non determinano pienamente un perfezionamento dell'impianto procedurale e metodologico consolidato nel riconoscimento disciplinare, allora possiamo parlare più di evoluzione che di innovazione.

La riflessione si fa ancor più sensibile e richiede specifica attenzione quando le metodologie e soprattutto le tecnologie recenti devono trovare un nuovo

(1) Cfr. R. De Rubertis, *Darwin architetto. L'evoluzione in architettura e oltre*, ESA, Torre del Greco, 2012.

significato teorico e cercano di affermare un nuovo significante in specifiche azioni, come ad esempio nello studio di architetture e reperti archeologici provenienti da un tempo già passato. In archeologia di solito ci si ritrova a confrontarsi con reperti, che diventano documenti fondamentali di studio sull'evoluzione dell'uomo. La rappresentazione attraverso segni convenzionali delle fasi di rilievo è, da un lato, una lettura pre-diagnostica, a mezzo di analisi e di controllo, un'efficacissima indagine non distruttiva, dall'altro è un poderoso strumento di comprensione storico-critica.

Il disegno che riproduce la realtà attraverso la parafrasi grafica ha come fine quello di rendere possibile la comparazione, innescando un processo che si realizza nella pratica del confronto. Prodotto del rilievo archeologico è la sua trasposizione grafica, infatti quest'ultima non è solo un'analisi critica dell'oggetto da rilevare ma diviene una sua illustrazione filologica.

Il caso di studio illustrato, il Mitreo di Santa Maria Capua Vetere, nella antica Capua <sup>(2)</sup>, è parte di un banco di prova più ampio, il cui obiettivo è la conoscenza di architetture uniche quali sono i *mitrei* italiani. I luoghi consacrati al dio Mitra, divinità di origine orientale, il cui culto era diffuso nella civiltà occidentale dal I secolo a.C. Questi ambienti risalgono prevalentemente al periodo ellenistico romano e sono siti per lo più sotterranei.

Lo *spelaeum* era il luogo riservato al culto di *Mithra*, una lunga aula caratterizzata da un corridoio centrale ai cui lati c'erano i due *praesepia*, i banchi o *podia*, dal piano inclinato verso la parete, destinati ad accogliere l'*agape*, il banchetto rituale, e dove sedevano i fedeli durante le cerimonie sacre. L'attenzione era rivolta all'altare, che occupava il fondo dell'aula, e all'iconografia dipinta, o più comunemente presente in forma scultorea, che riproduceva la *tauroctonia*, l'uccisione del toro sacro ad opera del dio.

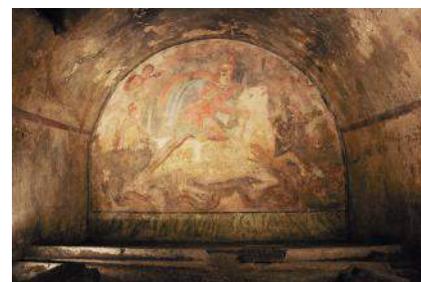
Sottoposto di 4,70 m rispetto al piano stradale, la quota del mitreo di Santa Maria Capua Vetere si raggiunge superando una scala realizzata nel 1932 per consentire l'accesso al sito. L'ambiente ipogeo, rinvenuto nel 1922, era situato nei pressi dell'antico *Capitolium*, foro principale della metropoli capuana, e si compone di due gallerie, disposte ortogonalmente a disegnare un impianto a "L". L'originario ingresso, individuato sul lato orientato a sud di quella che è anche oggi la prima galleria che si percorre, immetteva in un criptoportico che funge da *vestibulum*. Dal vestibolo si accede allo *spelaeum*. Anche questo è concepito come una lunga aula rettangolare e allungata, che misura circa 12,20x3,50 metri, su cui insiste una volta a botte decorata. Quello che fa di questo sito un luogo di singolare bellezza e unicità, oltre allo stato di conservazione, è la raffigurazione ad affresco del *Taurocedio* realizzata per l'altare dello *spelaeum*: un'iconografia fedele a quella tradizionale, che vuole il giovane Mithra compiere il sacrificio del toro.

Le operazioni di rilievo condotte hanno confermato e avvalorato l'interpretazione degli storici, in riferimento al preciso orientamento delle aule del mitreo di Santa Maria Capua Vetere. La disposizione dei due ambienti seguono l'orientamento dei punti cardinali: la direzione ovest-est è quella prescelta per lo *spelaeum*, nord-sud per il *vestibulum*.

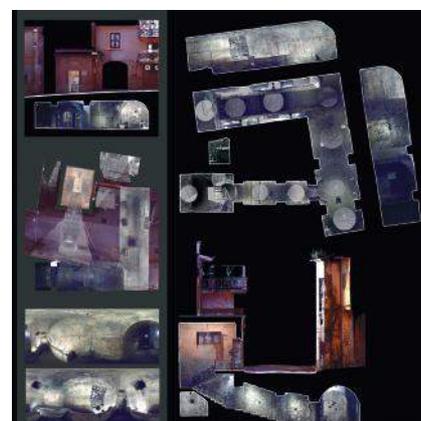
Nell'ambito della ricerca è stato messo a punto un protocollo di indagine per la conoscenza del patrimonio archeologico attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate di rilievo integrato di nuova generazione e di rappresentazione in grado di leggere e figurare efficacemente i particolari siti archeologici.

L'adozione di tecniche di acquisizione tridimensionale laser scanner, in grado di conseguire una banca dati geo-morfometrica, si dimostra di particolare efficacia per lo studio e la conoscenza di ambiti ipogei.

L'uso integrato con il rilievo topografico, eseguito mediante stazione totale e GPS, ha permesso di georeferenziare le nuvole di punti, consentendone il controllo e la conoscenza dell'orientamento nonché di definirne la consistenza in relazione al contesto in cui insiste.



La parete di fondo dello spelaeum, con l'iconografia dipinta che riproduce la tauroctonia



Lo schema dei rilevamenti 3D, le ortofoto, e le fotosferiche ottenute dall'applicazione del laser scanner

<sup>(2)</sup> Il caso studio presentato è stato condiviso dall'Autore insieme a un gruppo di ricercatori composto da Raffaele Catugno, Domenico Iovane, Daniela Palomba.

L'utilizzo di uno scanner laser offre la possibilità, in un tempo molto contenuto, di acquisire un'elevata quantità di dati spaziali, potendo così rilevare qualsiasi oggetto architettonico con una griglia di punti tridimensionale, dalla quale è possibile ricostruire la perfetta geometria dell'oggetto rilevato.

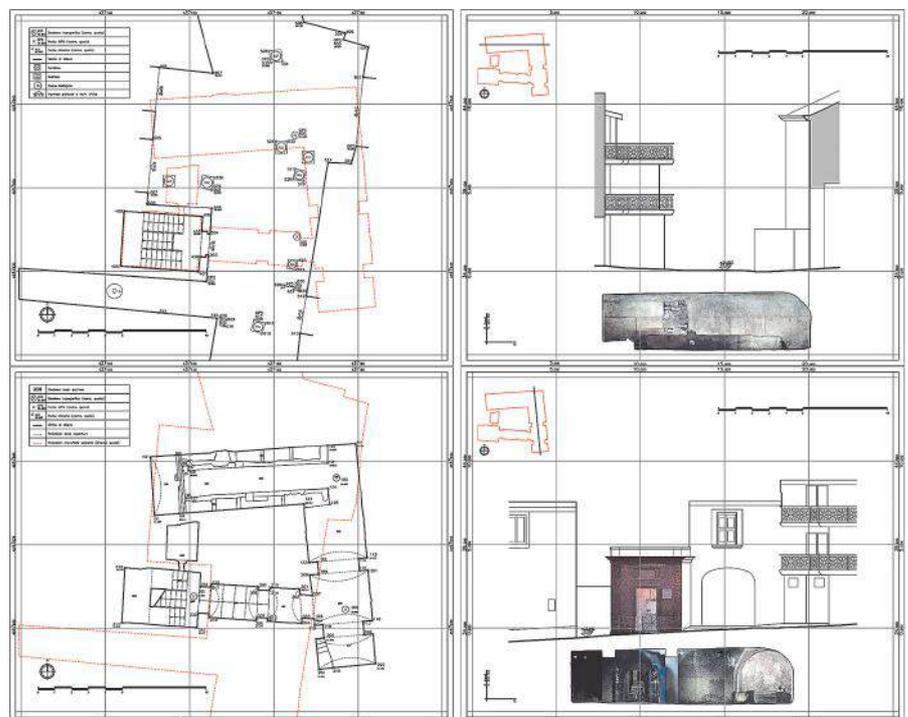
La strumentazione adoperata per il rilevamento è costituita da un laser scanner *FARO Focus 3D*. Il suo sensore ha un'accuratezza nella misura della distanza dell'ordine da  $\pm 2\text{mm}$  a 25 metri e una risoluzione angolare pari a  $0,009^\circ$ .

Nello strumento è presente una camera digitale con asse ottico coassiale al raggio di misura del laser, che permette di colorare ogni punto tridimensionale acquisito con un valore di colore RGB preso dalla fotografia.

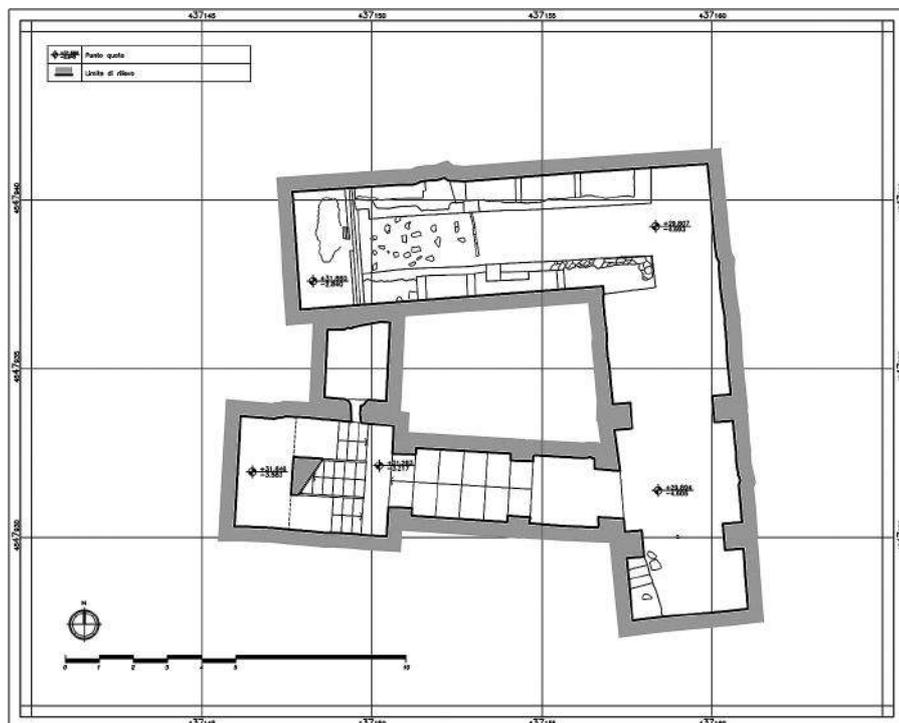
Dopo aver esaminato la morfologia dell'area oggetto di rilievo, sono state acquisite 24 scansioni utili a coprire il sito con passo di acquisizione di 6 mm, utilizzando 6 sfere e 7 target a scacchiera per la georeferenziazione delle singole nuvole. La fase successiva è stata quella di esportare in formato *pod* la nuvola unita, da elaborare con il software *Pointools* della *Berkeley* per procedere all'analisi del modello attraverso sezioni dinamiche e colorazioni tematiche. Parallelamente si è provveduto alla creazione delle ortofoto (piante e sezioni), importando le nuvole di punti in formato *fls* direttamente nel software *PointCab*. Quest'ultimo software si è rivelato versatile ed interessante per la modalità di gestione dei punti.

Una volta conclusa l'intera unione e gestione delle scansioni, si è riversato il modello digitale in rete archiviandolo su un server impiegando come formato di interscambio dati l'E57, come protocollo per l'interrogazione del database *TomCat* e per la gestione, sia lato server che lato client, *Faro web-Share*, un software messo a disposizione da *Faro* per la fruizione dei contenuti in rete. Per predisporre un apparato conoscitivo appropriato si è ricorso all'uso integrato di diverse metodologie di rilievo al fine di ottenere un modello numerico tridimensionale. In particolar modo è stata utilizzata anche una stazione totale con successiva implementazione di strumentazione satellitare.

Il rilievo del mitreo è stato completato con stazione totale Topcon GPT-7000, dotata di un elevato grado di precisione.



*I dati raccolti hanno permesso di elaborare grafici e disegni utili per comprendere le geometrie delle antiche strutture ed elaborare ipotesi ricostruttive dell'architettura (disegni dell'Arch. Domenico Iovane)*



La rappresentazione del rilievo archeologico del Mitreo di Santa Maria Capua Vetere (disegni dell'Arch. Domenico Iovane)

Le fasi di rilievo hanno visto la realizzazione di numero 6 stazioni celerimetriche e un totale di 220 punti rilevati.

La determinazione delle coordinate dei punti sono espresse, mediante il calcolo iniziale o eventuali procedure di trasformazione, in diversi sistemi di riferimento o *datum* geodetici, tra cui quello utilizzato: WGS84 (World Geodetic System 1984).

La raccolta dei dati plano-altimetrici è stata effettuata utilizzando un ricevitore Topcon HiPer-Pro GNSS RTK, completamente integrato base e mobile, mentre l'acquisizione dei dati è stata effettuata attraverso un computer palmare dotato di software dal nome *Mercurio*.

Il software consente l'acquisizione dei dati in modalità RTK con l'ausilio di modem (radio o gsm), con le Reti di Stazioni Permanenti VRS e in modalità post processing. L'acquisizione di punti è avvenuta in maniera semplice e veloce, avendo sempre a disposizione la possibilità di verificare il numero di satelliti e la loro disposizione geometrica sullo Sky Plot, le precisioni con i valori di PDOP, il calcolo dell'ambiguità, la qualità del segnale radio ed una serie di informazioni dettagliate sui singoli satelliti tracciati dal ricevitore.

In questo contesto si sono verificate e sperimentate le potenzialità delle moderne tecniche geomatiche.

La sperimentazione effettuata ha lo scopo di muoversi in un ambito nel quale definire metodologie e linee guida per il rilevamento per i Beni Culturali, necessarie per sistematizzare un'attività spesso frammentaria e non guidata da criteri scientifici nella scelta delle tecniche, delle tecnologie, delle procedure, dei prodotti finali più opportuni in situazioni molto diversificate.

Un approccio multi-disciplinare è il futuro per la conoscenza ed il rilievo dei Beni Culturali. La fusione in un unico sistema di riferimento di dati provenienti da diverse tecniche (fotogrammetria, GPS, telerilevamento, laser scanner) permette la lettura e la comprensione di ogni oggetto di interesse non solo come caso a sé, ma nel contesto in cui questo si trova, approfondendone le possibilità di studio e di comprensione.



Una vista dello spelaeum, luogo riservato al culto di Mithra.

Lo spazio ha un corridoio centrale ai cui lati ci sono i praesepia, i banchi o podia, dal piano inclinato verso la parete

(\*) Architetto, Ricercatore di Disegno presso Università Federico II di Napoli.

#### **4.3.2 Sensori e mems: applicazioni per il rilievo del costruito** **Sensors and mems: applications for surveying the built environment**

di Raffaele Catuogno (\*)

##### **ABSTRACT**

*Le attività di ricerca svolte presso il Centro Interdipartimentale di Ricerca UrbanEco si propongono di esplorare le possibilità del rilievo e della rappresentazione, di integrare laser-scanning e fotogrammetria, nonché sviluppare nuovi apparati definibili low-cost basati sulla sensoristica mems.*

*UrbanEco ha sempre avuto come mission l'innovazione sia hardware che software dei sistemi utilizzati nei lavori realizzati, sia in ambito didattico che di ricerca. L'utilizzo di diverse tipologie di laser scanner, in particolare il Faro Focus3D, da una parte ha consentito operazioni speditive nell'acquisizioni dei dati, dall'altra ha permesso modifiche ad un hardware versatile capace di interfacciarsi con un microcontrollore come Arduino, che ha apportato migliorie che ne hanno aumentato e diversificato lo spettro di azione.*

*Research activities carried out at the UrbanEco Interdepartmental Research Centre aim to explore surveying and representation options, integrating laser-scanning and photogrammetry as well as developing new systems definable as low-cost and based on MEMS.*

*The UrbanEco has always considered its mission to be innovation, of both hardware and software, in the systems used in its activities involving both teaching and research. Thanks to the use of different types of laser scanners, in particular the Faro Focus3D, it has been possible, on the one hand to perform rapid data acquisition, and on the other to modify versatile hardware capable of interfacing with a micro-controller like Arduino where improvements have extended and diversified its range of action.*

Se i notevoli progressi fatti dall'elettronica hanno, da una parte, consentito l'acquisizione di una grossa mole di dati, dall'altra hanno fatto nascere l'esigenza di rivedere le modalità di acquisizione e gestione delle informazioni raccolte. Si vuole qui far rilevare ed indicare quali possono essere le possibili applicazioni che, sfruttando l'elettronica *mems* (Micro Electro-Mechanical Systems), amplificano le potenzialità di strumentazioni dall'alto profilo tecnologico nate però per un uso specifico.

Tra i principali movimenti culturali che negli ultimi anni hanno dato forza allo sviluppo di software *open source* ed al concetto di *hardware open source* vi è sicuramente quello degli artigiani digitali o *maker*. Favorita dallo sviluppo di elettronica a basso costo, la comunità dei *makers* ha rivisitato il concetto del "fai da te" comunemente definito DIY (Do It Yourself).

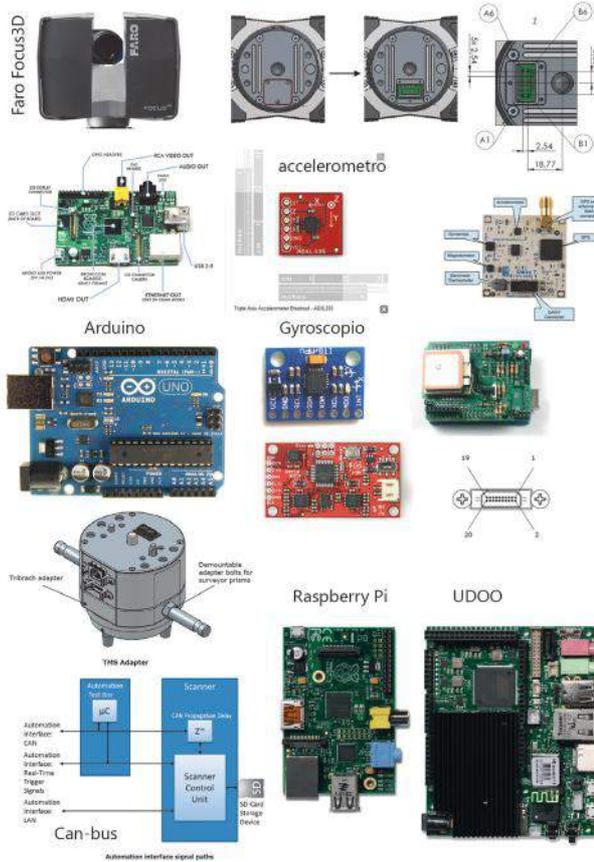
Questo ha determinato la nascita di un nuovo modo di pensare alla produzione ed alla soluzione di questioni legate a problemi specifici, è diventato infatti oggi possibile replicare, attraverso l'uso di macchine a controllo numerico, come stampanti 3D, qualsiasi oggetto pensato e progettato.

Parallelamente si è avuto un abbattimento dei costi delle attrezzature nel campo del rilievo, sia architettonico che archeologico che si è tradotto nello sviluppo di nuove apparecchiature che prima, dato il loro altissimo costo, erano poco utilizzate o comunque destinate solo a lavori di notevole importanza.

Questo incentivo è arrivato anche dallo sviluppo dei *single-board computers*, cioè elaboratori miniaturizzati che occupano lo spazio di una carta di credito, una innovazione nata con *Arduino*, un microcontrollore *open-source*, realizzato su progetto completamente italiano sviluppato ad Ivrea nel 2005, con lo scopo di rendere veloce il processo di prototipazione di progetti elettronici a basso costo.

Con il nome Arduino si fa riferimento a una intera famiglia di board che si differenziano per capacità di elaborazione, tipologia di connettività disponibile, dimensioni e dotazione software/firmware. Uno dei campi di applicazione di Arduino è il *Physical Computing*, che rappresenta la possibilità di realizzare dei sistemi, attraverso l'uso di hardware e di software, per interagire con il mondo esterno. Tale interazione avviene in entrambi i versi, cioè il sistema può acquisire e misurare grandezze reali attraverso l'utilizzo dei sensori, come l'accelerometro (attraverso il quale è possibile misurare l'accelerazione dell'oggetto a cui esso è collegato), e può interagire con l'esterno mediante l'uso di attuatori, come ad esempio un motore che modifica il suo comportamento in funzione dei dati acquisiti dal sensore. Il microcontrollore è stato la prima unità di un sistema che ha avuto diversi sviluppi, come l'integrazione con un computer che ha portato alla creazione di un unico sistema che contenesse al suo interno anche l'elaboratore per la programmazione del microcontrollore. Un esempio: il *Raspberry Pi*. Non dilungandoci sulla grande varietà di single-board computers disponibili, indichiamo un progetto italiano che ha messo insieme il Raspberry Pi ed Arduino, *UDOO*. La versatilità di questa scheda, molto utilizzata nell'*Interaction Design*, ci ha consentito interessanti sperimentazioni su hardware utilizzati nel campo del rilievo, come ad esempio laser scanner statici.

Molto diffuso nel campo del rilevamento, lo scanner Focus3D della Faro, dalla sua uscita ha introdotto un nuovo concetto di strumento per l'acquisizione di dati laser, un sistema completo, compatto, leggero e con un'architettura abbastanza aperta da poterlo utilizzare come singola testa-scanner per diverse applicazioni. Funziona come strumento *stand-alone*, non avendo bisogno di un computer per l'acquisizione dei dati, ed ha al suo interno un inclinometro, un termometro, un altimetro ed una bussola.



Pin	Signal
A1	CAN1 Rx
A2	CAN2 Rx
B1	CAN2 Tx
B2	CAN1 Tx
A3	AUTO_CAN L (CAN-bus)
A4	AUTO_CAN H (CAN-bus)
B4	AUTO_I2C Output Signal Trigger_Out
B3	AUTO_I2C Input Signal Trigger_In
B6	I2C reserved for future use
A5	GND
A6	+5V, 0.5A max. Power supply for external devices
B5	External power supply for scanner: +19-20V, 4A, 80W, max. value 22V

Table 1: Electrical interface pin assignment

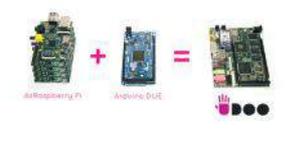
PIN	Color	Signal
1	white / orange	Th+
2	orange	Th-
3	white / green	RS+
4	blue	Not used
5	white / blue	Not used
6	green	RS-
7	white / brown	Not used
8	brown	Not used

Table 2: Wiring of the Ethernet cable

Pin	Signal
19	AUTO_CAN L (CAN-bus)
17	AUTO_CAN H (CAN-bus)
18	AUTO_I2C Output Signal Trigger_Out
20	AUTO_I2C Input Signal Trigger_In
13,14,18	GND
13,14	+5V, 0.5A max. Power supply for external devices
7,8,9,10	External power supply for scanner: +19-20V, 4A, 80W, max. value 22V
12	Not in use, reserved for future usage
14	Not in use, reserved for future usage
13,12	Not in use, reserved for future usage

Table 3: Pin assignment of the real-time control and power socket

Color	Signal
black	AUTO_CAN L (CAN-bus)
red	AUTO_CAN H (CAN-bus)
orange	AUTO_I2C
brown	AUTO_I2C
yellow, red/white, green, white/green	GND
purple, blue	+5V, 0.5A max. Power supply for external devices
pink, brown/white	+19-20V, 4A, 80W, max. value 22V
black/white, light green	External power supply for scanner



Sistema per rilevamento dinamico Road-Scanner Mobile Mapping System

Sistema per rilevamento dinamico low-cost in fase di sviluppo, Scanner Faro Focus3D con vista sull'interfaccia, Raspberry Pi, Arduino con sensori (IMU) accelerometro, giroscopio, GPS, basetta per il blocco dell'asse per usare lo scanner come profilo metro, schema del funzionamento del CAN-BUS. Scheda UDOO utilizzata in alternativa al microcontrollore+Raspberry Pi



Sistema per rilevamento dinamico FARO Focus 3D con sistema a due antenne GPS, odometro, IMU, POS LV220 GAMS sviluppato da Applanix. Master tesi Ann-Kathrin Kinscher, in cooperation with Faro, Applanix and Tobias Moehlihs

Una sensoristica che consente ad esso di acquisire, oltre ai dati spaziali, anche dati che aiutano lo strumento a prendere coscienza di sé all'interno dello spazio che sta rilevando.

La versatilità dell'elettronica embedded consente nuove sperimentazioni su hardware nati per compiti specifici ma che, con opportune modifiche, è possibile adattare a compiti diversi. Questa tipologia di scanner, tra le diverse applicazioni, trova quella di *lidar* (Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging), utilizzando l'interfaccia seriale di cui è dotato, il CAN-bus (Controller Area Network) della Bosch, che il dispositivo usa per acquisire dati dall'esterno attraverso il collegamento con sensoristica come GPS, odometro ed IMU (Inertial Movement Unit, costituita da un giroscopio e un accelerometro) sincronizzata con il microcontrollore di UDOO.

Ci si è orientati sull'utilizzo della tecnologia mems per la sua economicità, leggerezza e relativa facilità di implementazione, oltre ad una affidabilità ormai consolidata dovuta al fatto di essere considerate parte integrante di sistemi microelettronici embedded a elevato livello di integrazione, come i *system-on-chip*.

Le potenzialità d'innovazione tecnologica offerte dai mems non solo permettono di ottenere prodotti di nuova concezione, ma anche di mettere in pratica modelli d'interazione tra la macchina e l'utilizzatore che finora hanno trovato soluzione solo in tecnologie computazionalmente intensive. Gli accelerometri mems, per esempio, permettono di interagire con la macchina attraverso il movimento in maniera molto efficace e intuitiva e senza eccessivo carico computazionale per il sistema.

Lo sviluppo di software per la gestione dei dati e degli strumenti di rilevamento pone la necessità di suddividere le fasi del processo attraverso la specializzazione di singoli moduli.

Le nuove tecnologie permettono, da una parte, una razionalizzazione delle operazioni di rilievo, dall'altra di creare delle nuove rappresentazioni infografiche che vanno ricodificate in quanto rispondono ad esigenze non ancora sperimentate adattandosi a diverse figure professionali come studiosi o operatori dei Beni Culturali.

Infine, le possibilità date dalla tecnologia *cloud*, che va diffondendosi a vari livelli, aiutano la diffusione di informazioni che per la loro notevole mole e ricchezza di informazioni richiedono uno *storage* voluminoso e veloce adatto alla divulgazione. Il Centro di Ricerca UrbanEco, avvalendosi di tecnologie consolidate insieme ad altre in fase di sviluppo, costruisce modelli digitali informatici avanzati per l'integrazione di metodologie sperimentali nel campo dell'acquisizione di dati dimensionali.

Il gruppo di ricerca, utilizzando applicativi come *webshare* della Faro, basato sul protocollo *TomCat*, ha messo in rete una notevole quantità di rilievi documentati sia metricamente che qualitativamente, dando la possibilità di collaborare a ricerche anche operando a distanza.

Le esigenze di documentazione sia in campo archeologico che architettonico, unite alla possibilità di una gestione al computer dei modelli infografici, sembrano spingere verso una convivenza tra le rappresentazioni statiche classiche e i modelli dinamici. Attualmente per la redazione di una elaborazione conoscitiva appropriata, si ricorre all'uso integrato di laser scanner 3D, tecniche di fotogrammetria digitale e rilievo gps, al fine di ottenere un modello computerizzato tridimensionale, i cui dati sono rilevati da terra mediante laser-scanner, dall'alto attraverso prese aeree calibrate, effettuate da pallone frenato o da drone con volo automatico.

Nella realizzazione di un processo conoscitivo nel settore delle tecnologie per i Beni Culturali, necessario per affrontare i temi in questione, il limite tra le discipline del rilievo, della rappresentazione e le tecniche informatiche è sempre più labile vista la crescente integrazione di sistemi di elaborazione e gestione multidisciplinare.

### 4.3.3 **Il rilievo e la comunicazione del costruito per la sostenibilità e la tutela del patrimonio storico architettonico** *Surveying and communicating the built environment for sustainability and protection of the historical architectural heritage*

di Paolo Clini (\*)

#### ABSTRACT

*Le tecniche di acquisizione LIDAR (anche in integrazione con metodiche di documentazione fotografica a panoramiche sferiche) permettono oggi di riprodurre facsimili tridimensionali morfometricamente corretti di un manufatto direttamente nella fase di acquisizione. Software e algoritmi molto avanzati (anche disponibili in open source) consentono, con procedure rapide ed economiche, di rendere questi modelli già utilizzabili, anche senza la successiva e complessa fase di modellazione, per applicazioni in diversi campi (archeologia, restauro, documentazione di Beni Culturali) con evidenti benefici in termini di tempo e costi nell'ambito delle politiche possibili e sostenibili per la salvaguardia e la comunicazione del nostro patrimonio. Il saggio illustra quattro diversi casi di studio significativi in questo ambito.*

*LIDAR acquisition techniques (used also together with photography producing spherical panoramic images) nowadays make it possible to reproduce 3D morphometrically correct facsimiles of a building already during the acquisition phase. Highly sophisticated software and algorithms (available also in open source) make it possible, through speedy and inexpensive procedures, to make these models usable even without the subsequent and complex modelling phase, for applications in different fields (archaeology, restoration, documentation of Cultural Heritage). This provides evident benefits in terms of time and cost in the context of possible and sustainable policies for safeguarding and communicating our built environment. The essay illustrates four different case studies that are important in this area of activity.*

Dopo anni in cui la fotogrammetria (con particolare riferimento a quella sferica) aveva saputo dare risposte efficaci alla necessità di mettere a punto sistemi speditivi e low cost orientati alla qualità della rappresentazione e della comunicazione, oggi l'evoluzione delle tecniche Lidar permette di concepire un nuovo concetto di speditività e di low cost. Potendo essere applicato proprio al rilievo basato su strumenti considerati fino a ieri di fascia economica non spendibile nella pratica ordinaria. Questa linea di lavoro va nella direzione del pieno sfruttamento delle potenzialità insite nei dati acquisiti da uno strumento Lidar che possiamo definire *All in one*; con un unico strumento si può effettuare acquisizione integrata di dati topografici, dati fotografici, dati ottici (riflettanza), dati Lidar. Ciò comporta tempi rapidi, bassi costi, ridotte risorse umane, altissima qualità.

I casi illustrati <sup>(1)</sup> vogliono documentare come il rilievo condotto attraverso l'integrazione di questi dati (fotogrammetria tradizionale e/o sferica e fotogrammi acquisiti in fase di scansione lidar) possa trasformarsi in un atto esaustivo di messa in sicurezza di un bene, anche in modalità del tutto autonoma rispetto al suo successivo utilizzo, in grado (attraverso una semplice e velocissima acquisizione dei point cloud) di rendere la nuvola di punti il più completo sistema informativo possibile del Bene stesso. Un prodotto finito senza più complesse operazioni di restituzione e modellazione.

La qualità e la versatilità della metodica offrono grandi prospettive nel rilievo archeologico e in quello dei beni storico-architettonici, ma anche nella documentazione, fruizione e comunicazione di un bene storico artistico proponendo una sostenibile, per una efficace, rapida e diffusa catalogazione digitale del nostro patrimonio.

(\*) Architetto, Professore Associato di Disegno, Università Politecnica delle Marche.

<sup>(1)</sup> Rilievi condotti dal gruppo DiStoRi (Disegno, Storia, Rilievo) del Dicea (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile, Architettura) dell'Università Politecnica delle Marche di Ancona ([www.distori.it](http://www.distori.it), FB Distori Heritage). Per approfondimenti:

P. Clini, R. Nespeca, A. Bernetti, *All-in-one laser scanning methods for surveying, representing and sharing information on archaeology. Via Flaminia and the Furlo tunnel complex*, *isprs archives*, Vol. XL-5/W2, pp. 201-206.

P. Clini, R. Quattrini, *Le panoramiche sferiche per il rilievo e la comunicazione dell'architettura, un nuovo approccio alla realtà virtuale "speditiva"*, in: AA.VV., *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*, Ricerca PRIN 2007, Roma, Gangemi Editore, pp. 239-251, 2011.

P. Clini, M.R. Valazzi, R. Quattrini, A. V. Razionale, G. Plescia, L. Sagone, *Tecniche speditive per la realtà aumentata nell'analisi, comunicazione e musealizzazione del patrimonio storico artistico. La città Ideale di Urbino*, in: *Colore e colorimetria contributi multidisciplinari*, Maggioli Editore, Rimini, pp. 23-30.

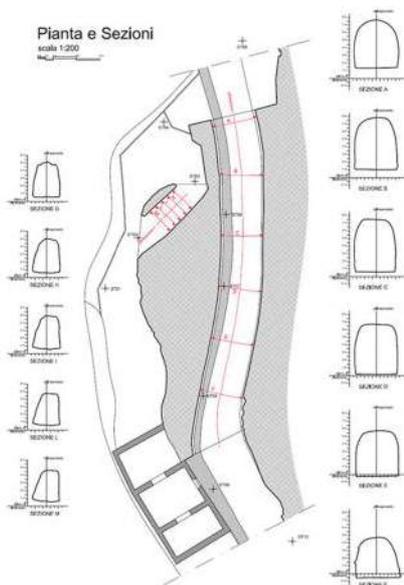


Figura 1. Complesso Gola del Furlo. Planimetrie e sezioni della galleria grande ottenute direttamente da elaborazione a slice della nuvola di punti

(<sup>2</sup>) Convenzione di ricerca tra il Dica e la Riserva Statale Naturale Gola del Furlo (Resp. Paolo Clini con Romina Nespeca e Luigi Sagone).

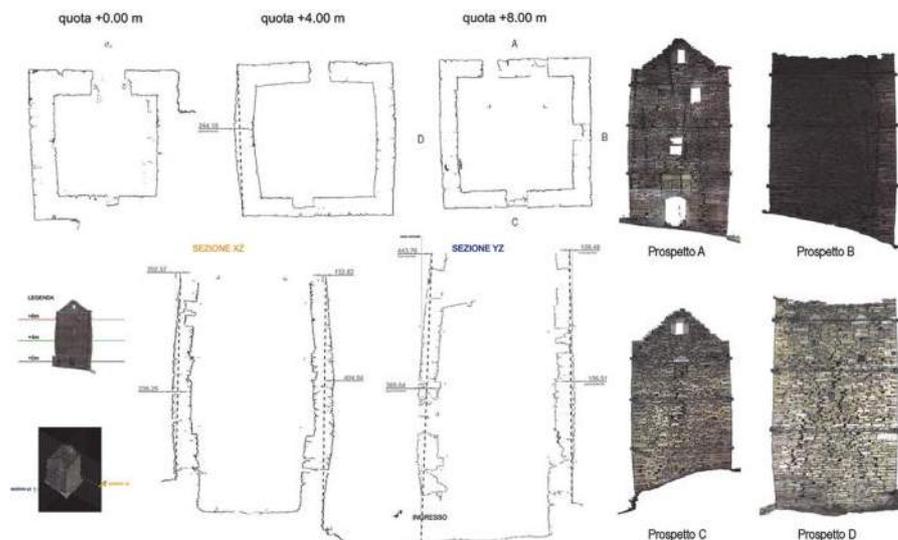
(<sup>3</sup>) Scanner laser TOF, 50.000 punti/s, portata massima 300m, risoluzione massima 1mm x 1mm, accuratezza 6mm@50m, fotocamera 5Mpx con possibilità di prese full dome (dimensione singolo scatto 1920x1920), possibilità di allineamento tramite: target, scansioni libere, intersezione inversa, poligonale.

(<sup>4</sup>) Progetto Alpstone Comune di Beura Cardezza. Progetto di Consolidamento e recupero funzionale. Una Porta per il Parco Nazionale della Valgrande\_Restaurato conservativo, consolidamento statico e recupero funzionale della Torre/Casaforte detta dei Lossetti di Cardezza. Interreg Italia-Svizzera 2007-2013. (resp. Rilievo Paolo Clini, con Romina Nespeca, Luigi Sagone, Carlo Alberto Bozzi).

Figura 2. Torre di Beura Cardezza. Sezioni orizzontali e verticali estratte a slice senza ulteriori elaborazioni dal modello di nuvola di punti e ortofoto dei quattro prospetti (elaborazione e produzione output Cyclone)

In ambito archeologico e in presenza di manufatti dalla complessa caratterizzazione geometrica e morfologica le tecniche lidar risultano spesso le uniche in grado di permettere una descrizione morfometrica completa del manufatto. È sicuramente il caso dell'antico complesso romano delle Gallerie del Furlo lungo l'antica via consolare Flaminia, collocate in un luogo impervio all'interno della Riserva Statale Naturale Gola del Furlo. Un complesso finora mai rilevato nella sua continuità morfologica proprio a causa della complessità e dell'impossibilità di utilizzare metodiche tradizionali. È stato effettuato un rilievo laser dell'intero complesso (<sup>2</sup>) con lo strumento Leica c10 (<sup>3</sup>). Le prese sono state effettuate in mezza giornata di lavoro realizzando poligonale di dieci scansioni full dome, con una griglia di risoluzione da 1cm a 10m, e in contemporanea all'acquisizione della nuvola sono state acquisite le relative panoramiche full dome ottenute direttamente dalla camera fotografica integrata ad alta risoluzione. Grazie al metodo della poligonale, l'allineamento delle scansioni è stato effettuato direttamente in sito e solo ottimizzato in fase di post-elaborazione. Dopo le consuete fasi di pulitura e decimazione, utilizzando il software Cyclone ed evitando completamente ogni forma di modellazione sono stati realizzati gli elaborati bidimensionali e tridimensionali utili alla descrizione morfometrica del complesso (Fig. 1).

Nel rilievo della Torre di Beura Cardezza detta dei Lossetti situata in Val D'Ossola del 1200 la problematica che si poneva riguardava la possibilità che il rilievo di una torre in pietra a secco (<sup>4</sup>) in pessime condizioni di conservazione potesse direttamente orientare le tecniche di restauro in relazione alle informazioni sullo stato delle murature che potevano derivare da un complesso rilievo effettuato utilizzando differenti metodiche laser, trasformando così il modello point cloud in un prezioso serbatoio di informazioni a cui accedere in tempo reale durante i lavori stessi di restauro. Da un rilievo, considerato spesso non più che utile supporto conoscitivo, ad un rilievo che diventa, nell'ambito delle tecniche di restauro, strumento decisionale in grado di modificare, anche in corso d'opera, le scelte operative. Nel caso in essere le informazioni derivanti da un rilievo integrato hanno smentito l'ipotesi preliminare di intervento e hanno orientato verso soluzioni diverse il recupero proprio grazie all'accuratezza del dettaglio e alla possibilità di estrarre in tempo reale dalla nuvola di punti i dati richiesti dagli operatori. Pur non sostituendo le tecniche di indagine invasive, il rilievo laser si è dimostrato decisivo ai fini della determinazione delle tecniche di intervento (Fig. 2). Le planimetrie, le sezioni e i prospetti non hanno richiesto vettorializzazione o modellazione della nuvola, ma sono state generate tramite la sola estrapolazione di adeguate slice e ortofoto.



In tal modo si è evitata una semplificazione o una discretizzazione della superficie e delle sue deformazioni che avrebbe penalizzato la lettura dello stato di deformazione dell'oggetto, compromettendo le scelte progettuali.

Nel caso del Monastero della Beata Antonia a l'Aquila <sup>(5)</sup> il grave stato di degrado del manufatto e l'imminente messa in sicurezza richiedevano di eseguire un rilievo che fosse il più esaustivo e dettagliato possibile in merito alla possibilità di documentare lo stato di conservazione. I tempi dovevano essere brevissimi. In una giornata di lavoro è stato effettuato un rilievo laser in cui, integrando la nuvola di punti con i modelli fotografici acquisiti dallo stesso laser attraverso i suoi sensori fotografici già allineati alla nuvola in fase di presa, si sono potute sperimentare ben 11 forme di output differenti: dalle elaborazioni bidimensionali sulla nuvola, alle ortofoto, ai differenti tipi di modellazione applicati sia sulla nuvola che sulle stesse immagini fotografiche estratte dalle acquisizioni laser (Fig. 3).

Nel caso della Città Ideale di Urbino <sup>(6)</sup> si è sperimentata una integrazione tra tecniche di acquisizione laser 3d (stanza dove il dipinto è collocato), acquisizione 3d a luce strutturata del dipinto (alla precisione del micron), acquisizione di panoramiche sferiche per la creazione dell'ambiente virtuale di navigazione. L'esperienza ha consentito di definire una filiera speditiva e low cost per la formazione di librerie digitali AR di dipinti e tavole cromaticamente caratterizzate. L'interfaccia di visualizzazione proposta può avere immediate applicazioni in sistemi di visualizzazione web based ma, soprattutto, in sistemi stand alone da affiancare alle installazioni fisiche, in maniera tale da condurre il visitatore ad esperienze coinvolgenti sfruttando a pieno le possibilità concesse dal digitale senza rinunciare alla visione diretta dell'opera nel suo contesto museale fisico.

<sup>(5)</sup> Il rilievo del Monastero della Beata Antonia de l'Aquila è stato realizzato da Paolo Clini, Gabriele Fangi, Romina Nespeca e Luigi Sagone. Si veda anche: P. Clini, G. Fangi, R. Nespeca, A. Bernetti, *Conoscere e ricostruire dopo il sisma. Il rilievo laser scanning del Monastero della Beata Antonia a L'Aquila*, Atti di Convegno "Aid Monuments", Perugia, 2012, Aracne.

<sup>(6)</sup> La sperimentazione è stata compiuta nell'ambito di un accordo quadro di ricerca tra la Direzione regionale dei Beni Culturali delle Marche, il Dicea dell'Università Politecnica delle Marche di Ancona, il Discum dell'Università di Urbino e il Dipartimento di Architettura dell'"Alma Mater Studiorum" Università di Bologna. L'accordo è finalizzato allo sviluppo di nuove modalità tecnologiche di fruizione del patrimonio artistico architettonico di Palazzo Ducale, a Urbino, e ha portato alla realizzazione di una app per la visione in realtà aumentata del dipinto (autori Paolo Clini, Ramona Quattrini, Emanuele Frontoni, Roberto Pierdicca).

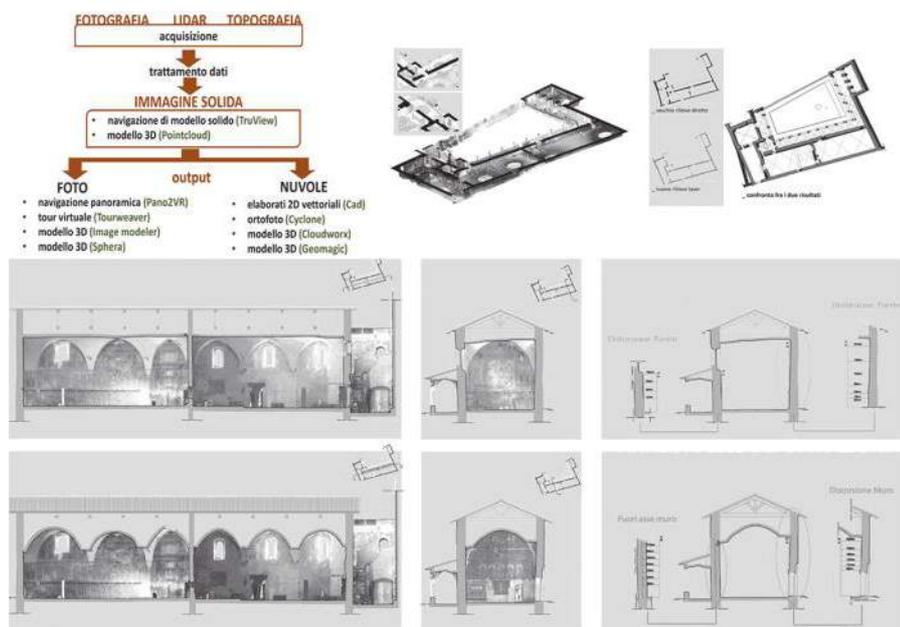


Figura 3. Monastero della Beata Antonia a l'Aquila. A sinistra, schema di filiera acquisizione dati e produzioni output secondo un approccio strumentale "all in one". Sezione orizzontale (planimetria) estratta dalla nuvola di punti con relativo confronto planimetria eseguita con rilievo diretto. Sezioni sulla nuvola con proiezioni ortofotografiche per lo studio degli assetti geometrici postsisma (elaborazione e produzione output Cyclone)

## **5. Management della ricerca sperimentale**

*Managing experimental research*

(a cura di/edited by Corrado Trombetta)



(\*) Ingegnere, Presidente della Fecc - Federazione Europea dei Manager delle Costruzioni.

## 5.1 Una filosofia manageriale per la sperimentazione e il testing innovativo

### A managerial approach to experimentation and innovative testing

di Paolo Cannavò (\*)

#### ABSTRACT

La novità del Building Future Lab nello scenario internazionale del Settore delle Costruzioni si afferma con alcune modalità che concorrono a definire la Vision dei propri Manager.

Per contribuire all'individuazione della filosofia di questo Management è sembrato opportuno considerare come le modalità entrino in rapporto con alcune realtà esterne.

Ogni organizzazione deve poter coniugare sistematicamente il pensare che porta ad agire verso uno scopo, con il fare che porta ad eseguire bene dopo aver compreso l'azione.

Così da un lato le aziende – e “necessariamente” il BFL – divengono una learning organization; dall'altro si configura la responsabilità completa del manager, la sua affermazione sulla base dei risultati e del merito, il suo impegno per l'innovazione, la necessità di essere creativo “a tutto campo”, l'esigenza di confrontarsi con “il sociale”.

The Building Future Lab is innovative on the international scene of the Building Sector in that it has been established on the basis of methods that contribute to defining the “Vision” of its Managers.

To support the definition of the Management approach, it has been useful to consider the type of relationship such Methods establish with external situations.

Every organisation must be able to systematically combine the thinking that leads to taking action towards a goal and the doing that leads to executing it effectively once the action has been understood.

Thus, on the one hand, enterprises – and “necessarily” the BFL – become learning organizations, while on the other, it becomes the manager's full responsibility and his success will be based on results and merit, on his commitment to innovation, on the need to be creative “across the board” and to tackle “social” aspects.

X = Tempo

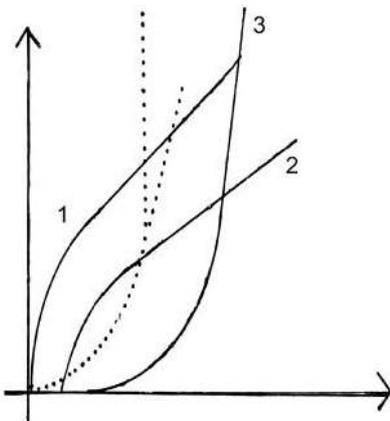
Y = Innovazione/Cambiamento

Curve a punti = Cambiamenti “esterni”

Curve continue = Innovazioni “interne”

Le curve 1 e 2 rappresentano una “learning organization” che può anticipare o intercettare i “cambiamenti esterni”.

La curva 3 rappresenta un'organizzazione che, inseguendo il cambiamento, non lo intercetta



La novità BFL nello scenario internazionale del Settore delle Costruzioni si afferma con alcune *modalità* che concorrono a definire la Vision dei propri manager: trasferire competenze e Know-how dall'Università alla Società, al Mercato, “fare il Mercato” quale proprio campo di attività con innovazioni forti, andare oltre gli schemi operativi, amministrativi e culturali correnti, formare il management durante la programmazione dell'iniziativa.

Per contribuire all'individuazione della filosofia di *questo* Management e del suo “spazio” è sembrato opportuno prendere in considerazione come le *modalità* entrino in rapporto con alcune *realtà esterne*: scenario globale e a lungo termine, cambiamento e incertezza dei mercati, velocità e complessità del cambiamento, condizionamenti del lavoro del manager e con alcune *dinamiche interne*: ricerca di processo, come strategia elettiva, prodotti/servizi, come modulo operativo, orientamento verso il sistema sociale europeo, per armonizzazione i diversi interessi, empowerment e creatività, per guidare l'impegno personale.

Un approccio classico di tipo cartesiano porterebbe ad analizzare le 64 correlazioni tra i 12 punti di Modalità, Realtà esterne e Dinamiche, per dedurne alcune conclusioni generali. Per mettere in luce *la dimensione manageriale del Progetto BFL*, si propongono alcune chiavi interpretative e alcuni riferimenti sintetici che possono guidare ognuno ad analizzare le stesse correlazioni per individuare la propria posizione personale, che risulterà coerente con ogni altra.

Si propone di misurarsi contestualmente con le note posizioni della cosiddetta "Scuola di Palo Alto" (*Non si può non comunicare; Tutto è comunicazione; Quello che viene comunicato è quello che comprende il ricevente*) e con alcuni dei successivi corollari: "In una relazione l'entità più flessibile ha più potere" e "Se comunico controllo e sono controllato".

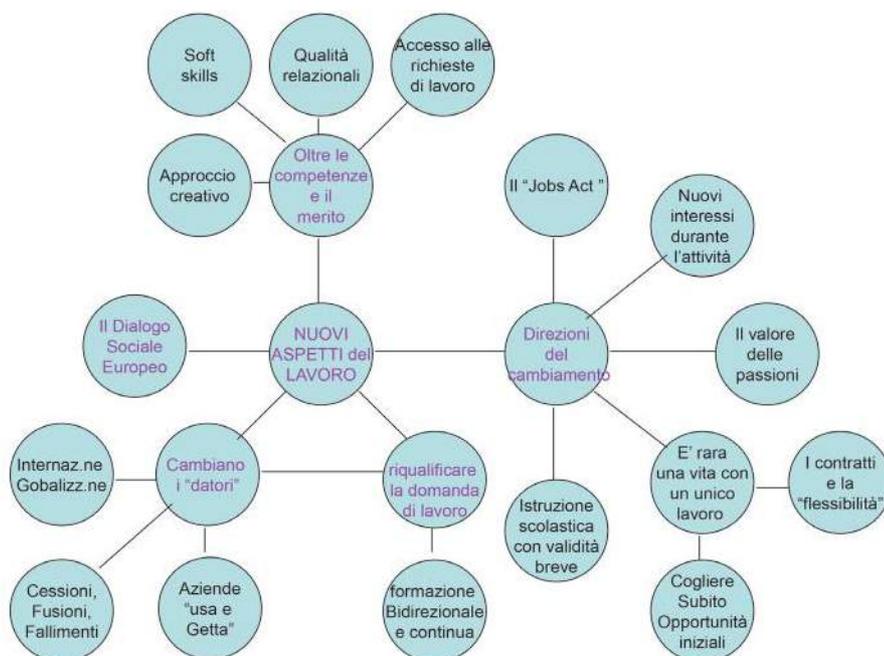
Lo Scenario globale e la sua Evoluzione hanno connotazioni probabilmente riconducibili a due circostanze macro. In primo luogo la nascita delle cosiddette Banche universali – che agiscono indifferentemente o simultaneamente nei settori industriale, assicurativo, del risparmio, del risparmio gestito – avvenuta in USA 1999, che ha favorito indirettamente l'anomalo sviluppo della ricchezza finanziaria mondiale (Derivati, CDS, Futures, ...) che oggi vale circa 10 volte il PIL. In secondo luogo le conseguenze dell'applicazione dell'art. 174 TFUE, dal quale dipende il fatto che lo 'sviluppo armonioso dell'insieme dell'Unione europea' si fonda sulla politica di coesione economica, sociale e territoriale, mentre gli interventi finanziari si fondano sui principi di sussidiarietà e cofinanziamento.

Parallelamente rilevanti interessi economici e geopolitici hanno canalizzato capitali cinesi, arabi, giapponesi, turchi e BEI verso la realizzazione o lo studio di fattibilità di macro interventi infrastrutturali quali il sottopasso del Canale di Suez, il tunnel del Bosforo, il nuovo Porto di Tangeri, la fattibilità del sottopassaggio dello Stretto di Gibilterra.

Si è configurato così un modo di operare del tutto nuovo, poiché l'accesso a quei finanziamenti richiede, tra l'altro, conoscenze, competenze, modalità operative *ad hoc*, sistemi costruttivi evoluti, materiali innovativi, servizi specifici di controllo e di testing, tutti sempre più aggiornati e sofisticati, tutti gestiti da un management internazionalizzato e altamente professionale in grado di prevenire e gestire ogni tipo di rischio.

Passando all'Italia, il Prof. M. Livi Bacci ricorda che nel secolo e mezzo successivo all'Unità d'Italia la popolazione si è più che raddoppiata, mentre il volume e la superficie del costruito sono lievitati di un fattore presumibilmente dell'ordine di un multiplo di dieci.

È in questo quadro che si pone uno dei principali compiti del management delle costruzioni, cioè la gestione delle innovazioni di tutte le fasi di produzione del settore, dentro e fuori delle aziende, per quanto riguarda semilavorati di base con attenzione ai costi dei processi produttivi (es.: cemento, profilati, ...);



Il lavoro che cambia. La mappa interpreta le interazioni tra i principali fattori di cambiamento del "lavoro"

prodotti e know-how con attenzione a efficacia, efficienza, affidabilità (es.: impianti, opere specialistiche, ...); processi organizzativi con attenzione alle strategie finanziarie, ai margini operativi, al rispetto dei tempi (es.: infrastrutture per la cultura e per la logistica realizzate dai player internazionali); processi produttivi e manutenzioni, con attenzione all'ambiente (es.: sistemi direzionali e sociali realizzati da operatori specializzati); successo commerciale con attenzione ai consumatori, alla redditività, al mantenimento dell'efficienza (es.: edilizia corrente prodotta dai costruttori locali).

Sempre in Italia una forte spinta all'innovazione nel settore costruzioni è venuta dal Project Finance PF e dal Partenariato Pubblico Privato PPP.

Si tratta di strumenti che coniugano l'interesse pubblico, quello della collettività e quello degli operatori, utilizzando minori flussi di finanza pubblica a fronte di una maggiore certezza nei tempi di messa a regime di un'opera; attraverso questi strumenti i flussi di cassa derivanti dalla gestione sono fonte primaria per la copertura del servizio del debito necessario a realizzarla. Con il PF si finanzia il progetto e non l'impresa che lo realizza o lo promuove. Le garanzie di successo di un'iniziativa divengono prevalentemente di natura contrattuale piuttosto che reali, mentre la copertura o il ridimensionamento di ogni tipo di rischio (politico, progettuale, tecnologico, ambientale, contrattuale, di costruzione, di mercato, legale, di fornitura, economico/ amministrativo, normativo/ regolatorio, ecc.) si spostano all'ambito assicurativo, generando incroci tra garanzie bancarie, coperture assicurative, controlli tecnici, attestazioni procedurali. Conseguentemente i sistemi bancario e/o assicurativo che assumono il rischio del progetto tendono a condizionare sempre di più le scelte progettuali. Tutto ciò fa comprendere che per gestire questo tipo di processi costruttivi sono necessarie nuove competenze per studi di fattibilità, bancabilità, monitoraggio delle procedure di finanziamento, risk management, ottimizzazione assicurativa, gestione delle nuove forme di appalto, cost benefit, certificazioni di qualità, manutenzioni, project management, controlli del processo costruttivo e dei prodotti, engineering della componentistica, global service.

In un certo senso il progetto diviene *un vettore a n dimensioni* che supera il *disegno con la sua relazione entrambi bidimensionali*, e allo stesso tempo la cultura professionale si deve mettere in relazione con le società di progettazione, engineering e servizi, nelle quali manager versatili organizzano una miriade di competenze tecnologiche ed esperienziali ormai indispensabili.

Il Rispetto dell'ambiente ha portato il settore delle costruzioni a soddisfare esigenze tra loro diversificate e poco percepite, quali: la sicurezza nelle abitazioni per limitare gli incidenti domestici; la sicurezza stradale per ridurre la perdita di capitale umano; la limitazione del consumo del suolo; nuovi materiali di costruzione provenienti dai materiali di risulta; l'impiego di combustibili alternativi nella produzione di materiali per l'edilizia; il guadagno e il risparmio energetici; l'analisi dell'"energia grigia", necessaria alla produzione di materiali e componenti; lo sviluppo delle manutenzioni.

Tra l'altro sono proprio le "Manutenzioni integrate" – relative all'ambiente, al territorio e al costruito secondo i criteri di messa in sicurezza, riciclo, riuso, risparmio energetico – che, nell'adeguare con continuità il livello del capitale fisso, ne integrano o incrementano il valore contribuendo alla ricomposizione del tessuto economico; all'affermazione della centralità della cultura e della presenza dell'uomo; al rispetto del creato oltre che all'introduzione nell'aggiudicazione degli appalti pubblici, delle normative europee reputazionali o delle considerazioni sociali e ambientali secondo le direttive europee.

Il cauto ottimismo degli inizi del 2015 sulla prospettiva di uscire dalla crisi non annulla i cambiamenti permanenti che la stessa crisi ha introdotto negli stili di vita e nell'economia, in particolare in Italia: pragmatismo acritico, precarietà e incertezza, aumento delle differenze tra le posizioni top e quelle down in ogni campo, attenuazione del controllo sociale sull'etica dei comportamenti.

Pertanto sono sempre attuali le proposte e le indicazioni su come sopravvivere alla crisi delineate da J. Attali nel 2010, e tra queste rispetto di sé e autocoscienza; adozione di visioni di lungo periodo; comportamenti fondati sull'empatia; resilienza; creatività; coraggio di rifarsi a un pensiero controcorrente che anticipa i tempi. A quest'ultime considerazioni possono ricollegarsi quelle strategie manageriali che suggeriscono di concentrarsi su ciò che contraddistingue la valorizzazione della propria identità individuale (di manager) e collettiva (della propria azienda) per sviluppare le capacità di ognuno e facilitare il mantenimento delle condizioni di successo. Diviene necessario in ogni organizzazione coniugare sistematicamente il pensare che porta ad agire verso uno scopo con il fare che porta ad eseguire bene dopo aver compreso l'azione. Così da un lato le aziende divengono una learning organization, dall'altro configurano la responsabilità del manager, la sua affermazione sulla base dei risultati e del merito, il suo impegno per l'innovazione, la necessità di essere creativo "a tutto campo", l'esigenza di confrontarsi con "il sociale".

La "posizione personale" individuata seguendo le *chiavi interpretative* e i *riferimenti sintetici* proposti richiedono l'adozione del principio di responsabilità nel lavoro, perché le Innovazioni rendono necessaria ogni modalità pro-attiva per gestire un *processo continuo* espresso inizialmente dallo slogan *apprendo/comprendo/integro* e successivamente al suo complemento *applico/valuto/miglioro*. Così si manifesta una continua tensione verso l'empowerment: trasformare i propri limiti in punti di forza, essere realisti nel valutare tempi e obiettivi, condividere con i colleghi gli obiettivi motivando i collaboratori, risolvere a vantaggio di tutti ogni problema rinviando la ricerca delle "colpe", apprendere e far apprendere dai propri errori.

L'innovazione continua – intesa con H. Jaoui come sintesi tra invenzione e comunicazione – porta ad applicare costantemente il metodo creativo che risolve i problemi attraverso una loro esplorazione iniziale da punti di vista esaustivi ed originali, una successiva fase divergente verso ipotesi di soluzioni prive di condizionamenti e una fase conclusiva convergente che seleziona realisticamente le soluzioni più vantaggiose. L'adozione del *Metodo creativo* porta, tra l'altro, ad ascoltare con rispetto le posizioni degli altri, a privilegiare il senso della realtà, a trovare per ogni problema almeno due soluzioni, a trovare aspetti positivi in ogni idea e in ogni situazione, a cercare costantemente opportunità di cooperazione, a sostituire la logica del dilemma (o...o) con la logica della bissociazione (e...e).



La struttura del dialogo sociale europeo DSE. Sono in evidenza la composizione, i ruoli e i livelli del DSE

Il confronto con “il sociale” non può più limitarsi ai rapporti consuetudinari con le Istituzioni locali quando l’accesso ai mercati internazionali oggi è facile e necessario. Gli strumenti più coerenti sono l’assunzione della Corporate Social Responsibility – Responsabilità Sociale di Impresa *CSR-RSI* che porta a interpretare e valorizzare i rapporti con i propri stake holder pubblici e privati, l’adozione sistematica del *Bilancio sociale d’impresa* in aggiunta ai tradizionali Bilanci annuali e l’uso degli strumenti del *Dialogo Sociale Europeo* per far arrivare la propria voce negli organismi comunitari che lo esprimono ai livelli generalista e settoriale, a partire dai propri organismi di rappresentanza nazionali.

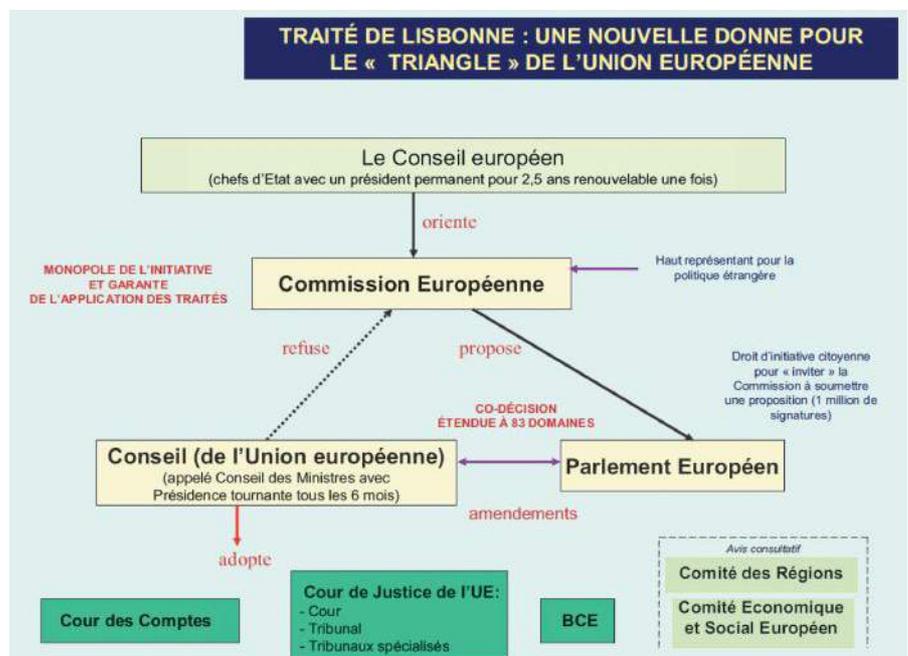
È solo il ricorso ai principi della Complessità che consente di percepire a sistema le considerazioni finora svolte per disegnare sia il profilo del management necessario a comprendere e indirizzare le realtà e i processi descritti per la sperimentazione e il testing innovativo nel settore delle costruzioni, sia la dimensione sociale dell’azione manageriale.

In termini sintetici, in passato si poteva considerare positivo l’ordine prevedibile (possibilità di preconstituire l’andamento di una trasformazione) e negativo – identificato come caos – un disordine imprevedibile (come ad esempio l’evoluzione fuori norma di una stessa trasformazione). Al contrario, la complessità comporta di assumere come stato accettabile l’“orlo del caos”, inteso come stato instabile di frontiera tra l’ordine prevedibile e il disordine imprevedibile.

In effetti la velocità dei cambiamenti esterni consente molto raramente all’impresa di adeguarsi ad essi con proprie innovazioni tempestive, per il ritardo con il quale le ulteriori innovazioni interne vengono testate e introdotte. Il management deve saper gestire anche l’instabilità.

La proposta di ricercare una “posizione personale” e l’esigenza di privilegiare il metodo creativo configurano il senso di questo intervento, riassumibile nel triplice invito: *essere responsabili nella complessità, essere curiosi, superare le gabbie mentali delle alternative (o...o)*.

Tutti possono, a questo punto, sperimentare un “effetto specchio” confrontando i quattro aspetti delle *modalità*, o delle *realtà esterne* o delle *dinamiche interne* con una ripartizione numericamente analoga di un fenomeno completamente differente, per valutare – in termini creativi – nuove dimensioni della propria posizione.



*Il ruolo del Comitato Economico e Sociale Europeo CESE nel dialogo sociale europeo. Il CESE dialoga direttamente con i massimi livelli dell’organizzazione europea con ruolo propositivo*

## 5.1.1 Sistemi di gestione per la qualità Quality management systems

di Fabio Palmeri (\*)

(\*) Dottore forestale, Amministratore Unico e Direttore Tecnico di "Tecnovia-Studi e progetti per l'ambiente. Laboratorio Altamente Qualificato del M.I.U.R.", Bolzano.

### ABSTRACT

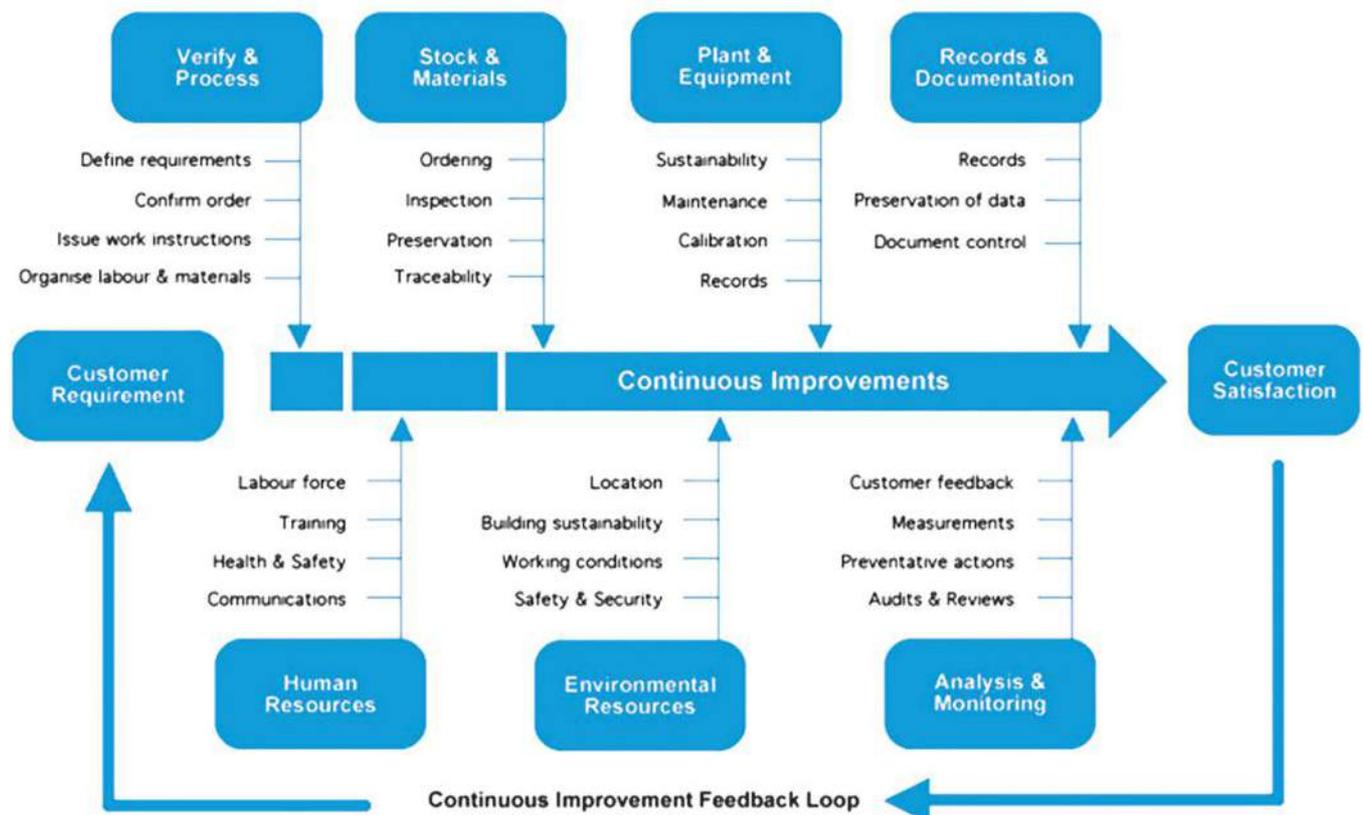
*Parlare di sistemi di gestione nell'ambito delle strutture che si occupano di ricerca e sviluppo sperimentale è un azzardo; se da un lato è possibile mutuare esigenze e comportamenti dal settore delle società di ingegneria, dall'altro la peculiarità del settore, Ricerca e Sviluppo Sperimentale, fa sì che non sia possibile semplicemente trasferire, ma sia necessario tradurre. Il sistema gestione qualità deve essere utile all'organizzazione e produrre efficienza, altrimenti resta un costoso "bollino" che è meglio non acquisire.*

*Il settore Ricerca e Sviluppo in tal senso è ancora all'inizio. La nuova versione della norma, che sarà pubblicata nell'autunno del 2015, darà un importante impulso alla diffusione anche in questo ambito dei sistemi di gestione della qualità.*

*Talking about management systems with reference to bodies involved in experimental research and development poses some risk; while on the one hand one may refer to the needs and behaviour of the engineering firms' sector, on the other the specificities of Experimental Research and Development give rise to a situation where a simple transfer isn't possible but, rather, a translation is required.*

*A quality management system must be useful to an organisation and generate efficiency, otherwise it will only be a costly "stamp" that it might be wiser not to acquire.*

*In this regard, the Research and Development sector is still taking its first steps but the opportunities provided by the new regulations to be issued in the fall of 2015 will act as a stimulus for the dissemination of quality management systems also in this area of activity.*



Parlare di sistemi di gestione nell'ambito delle strutture che si occupano di ricerca e sviluppo sperimentale è un azzardo.

I sistemi di gestione, tutti, sono nati nel comparto produttivo, manifatturiero e solo recentemente, dopo applicazioni poco riuscite, si sono trasferiti agli studi di architetti ed ingegneri, alle società di ingegneria, agli studi di geometri, soprattutto dove queste realtà si occupavano e si occupano di ingegneria civile e di costruzioni

A tal riguardo si rimanda ad alcuni testi, editi nella collana di Legislazione Tecnica, che ben affrontano le peculiarità dei sistemi di gestione applicati a tali realtà, individuandone pregi, difetti e soprattutto limiti, indicandone spesso il superamento con suggerimenti <sup>(1)</sup>.

Diverso, invece, è parlare di sistemi di gestione nell'ambito dei centri di ricerca, degli organismi di ricerca, dei Laboratori di Ricerca altamente qualificati. In questi casi, se da un lato è possibile mutuare esigenze e comportamenti dal settore delle società di ingegneria, dall'altro la peculiarità del settore (Ricerca e Sviluppo Sperimentale) fa sì che non sia possibile semplicemente trasferire, ma è necessario tradurre.

Se la Norma UNI EN ISO 14001:2004 (qualità ambientale) ed eventualmente la OHSAS 18001 (sicurezza) possono essere efficacemente applicate a queste realtà in quanto dipendono dai processi e dagli elementi dell'organizzazione (presenza o meno di rischi chimici, presenza di certi codici CER di rifiuti, consumi, riciclaggi, ecc., ambienti di lavoro, rischi a cui il lavoratore è soggetto durante l'attività di lavoro) diversa è la situazione per la Norma UNI EN ISO 9001:2008, che invece deve essere sicuramente adattata.

Tra le caratteristiche peculiari che bisogna tenere in considerazione nella progettazione di un Sistema di Gestione Qualità per una struttura di ricerca ne vanno ricordate alcuni imprescindibili, peculiari e che necessitano di approfondimento:

- La lunghezza delle commesse di ricerca (in genere tra i 12 e i 36 mesi).
- L'ampiezza dei gruppi di lavoro che, molto spesso, sono formati da persone interne ed esterne, ma che tutte debbono essere coinvolte nel sistema di gestione; il ricercatore esterno è difficile considerarlo solo come un fornitore.
- La necessità di reiterazione dell'azione di ricerca con aggiustamenti di direzione, modifiche di impegni in ore/uomo e costi che rendono la programmazione della commessa difficile, complessa e soprattutto continua.
- La difficoltà di redazione di reportistica adeguata alla situazione che sinteticamente illustri chi deve fare che cosa, i risultati attesi e quelli raggiunti, ecc.
- La possibilità che si arrivi, per diversi motivi, ad un punto morto della ricerca che provochi una revisione totale della stessa o il suo abbandono
- La forte presenza di imprevisti, connaturati al settore.
- Il forte grado di rischio dell'azione intrapresa.
- L'impossibilità di mettere in atto azioni preventive, a volte, l'impossibilità di porre in atto misure correttive.
- La difficoltà nel mettere in atto la soddisfazione del cliente.

Quindi, in buona sintesi, l'applicazione del sistema di gestione della qualità ad una struttura di ricerca è ancora tutta da studiare e da scrivere, e probabilmente necessiterà attendere la nuova Norma UNI EN ISO 9001:2015 per cimentarsi almeno con alcuni degli aspetti sopra citati.

Un esempio per tutti è l'introduzione nella Norma UNI EN ISO 9001:2015 del concetto di "rischio" che non ha precedenti nelle edizioni della norma e l'eliminazione delle azioni preventive.

Ormai mi occupo di Sistemi di Gestione della Qualità, della loro progettazione e della loro verifica in qualità di Auditor di parte terza da più di 10 anni.

<sup>(1)</sup> Tra le più recenti di una ricchissima bibliografia si richiamano le seguenti:

- E. Leonardi, *Manager della qualità. Il modello organizzativo ISO 9001*, Egea editore, Milano, 2015.
- D. Faraglia, *Qualità per competere*, Franco Angeli, Milano, 2014.
- M. Sartor (a cura di), *Guida del Sole 24 Ore alla qualità. La gestione, gli strumenti, i metodi e le migliori esperienze*, Il Sole 24 Ore editore, Milano, 2014.
- S. De Falco, R. Passariello, *Qualità, certificazione e prove. Guida alla qualificazione di prodotto e servizio*, Franco Angeli, Milano, 2009.
- D. Ferrari, *L'applicazione della Norma ISO 9001:2008*, Franco Angeli, Milano, 2009.

Ho scoperto che il mestiere di auditor, soprattutto nelle piccole società (da 2 a 50 addetti), richiede una velocità di reazione ai mille fenomeni di disturbo, che nel tempo sono molto aumentati, ed una capacità di analisi rapida ed allo stesso tempo di sintesi, non comuni e senza le quali al giorno d'oggi si affoga rapidamente.

Ciò combinato col fatto che molto spesso la committenza, sia industriale che privata, è chiusa, gretta e scarsamente aperta all'innovazione.

Il modello italiano, che spesso è stato portato a modello di capacità di aggredire il mondo con la sua fantasia ed efficacia, e sinonimo di grande risultati, in realtà manca molto spesso delle elementari basi di gestione corretta di un'azienda (cultura che, nelle piccole aziende, è pura chimera).

Molte delle piccole e medie aziende manifatturiere non sanno tenere sotto controllo i loro costi o non sanno programmare! (forse non vogliono?).

Si preferisce, in questa situazione di crisi, addossare tutte le colpe al sistema, delocalizzare e via dicendo.

Vero è che il sistema Italia in questo momento non aiuta e che andrebbe cambiato, ma, comunque sia, la riorganizzazione è un punto di riferimento che non va mai perso.

Una riprova di quanto sopra detto è l'atteggiamento verso la Cina, culminato con la fuga (insensata) di migliaia di questi imprenditori verso i Paesi dell'Est europeo per tentare di sopravvivere tagliando i costi di manodopera, creando puro sfruttamento, invece di fare efficienza vera con una riorganizzazione studiata e progettata della propria azienda.

Voglio qui evidenziare che il sistema di gestione della qualità è la possibilità che è data all'azienda, e in particolare all'azienda che si occupa di Ricerca e Sviluppo, di dotarsi di alcune regole di base sull'organizzazione di una struttura di successo.

La certificazione secondo la Norma ISO 9001 è stata, e continua ad essere, il solo metodo per far accettare a tanti imprenditori l'idea di sottoporre la propria azienda ad un seppur incompleto esame di un esperto (*check up*); incompleto perché non va a guardare, appunto, solo la parte economica e finanziaria, ma analizza e verifica la gestione aziendale.

Fare qualità non è trovare un esperto che riesca ad "incartare" le aziende con una specie di burocrazia fine a se stessa, che, se va bene, costa una persona dedicata a far carta (il famoso "responsabile della qualità"), e se va male introduce una gestione dell'organizzazione farraginoso, che costa ore e ore perse da molti operatori, ogni giorno, introducendo una ulteriore "tassa fissa".

Il sistema gestione qualità deve essere utile all'organizzazione e produrre efficienza, altrimenti resterà un costoso "bollino" che è meglio non acquisire. Chi si farà contagiare dal virus dei sistemi di gestione efficienti non sarà poi facilmente disposto a farne a meno avendone sperimentato l'efficacia seppur sul medio-lungo periodo.

Il settore Ricerca e Sviluppo, in tal senso, è ancora ai nastri di partenza, ma l'opportunità data dalla nuova versione della norma, che sarà pubblicata nell'autunno del 2015, darà, a mio modo di vedere, finalmente l'impulso di partenza affinché anche in questo ambito possano essere efficacemente impiegati i sistemi di gestione della qualità.

(\*) Geologo, Responsabile del Laboratorio CMR srl. Laboratorio iscritto all'anagrafe della ricerca del Miur, Schio (VI).

(\*\*) Fisico, Titolare del Laboratorio CMR srl. Laboratorio iscritto all'anagrafe della ricerca del Miur, Schio (VI).

### **5.1.2 L'accreditamento e il ruolo dei Laboratori accreditati** **Accreditation and the role of accredited Laboratories**

di *Francesco Rizzi (\*)*, *Roberta Giorio (\*\*)*

#### **ABSTRACT**

*La complessità di mercati globali impone quotidianamente, a fornitori e produttori, di garantire la qualità e la sicurezza di beni e servizi sia per il rispetto di requisiti legislativi che per essere più competitivi. Il contributo illustra le caratteristiche e peculiarità dell'accreditamento in generale e, in particolare, dell'accreditamento dei Laboratori di Prova secondo la Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. L'accreditamento viene rilasciato da Accredia – Ente Italiano di Accreditamento – unico organismo nazionale autorizzato dallo Stato a svolgere attività di accreditamento. L'accreditamento è un servizio svolto nell'interesse pubblico per garantire la qualità in tutti gli ambiti delle attività produttive e dei servizi.*

*The complexity of increasingly global markets requires suppliers and manufactures to ensure the quality and safety of their goods and services on a daily basis, and this because of compliance with legal requirements and in order to be more competitive. The article illustrates the main features and specificities of accreditation generally and in particular of accreditation of Test Laboratories according to the UNI CEI EN ISO/IEC 17025 regulation. Accreditation is granted by Accredia – the Italian Accreditation Body – the only national body authorised by the State to carry out accreditation activities. Accreditation is a service performed in the public interest to guarantee quality in all areas of manufacturing and services.*

Le attuali congiunture economiche impongono, anche al settore dei materiali per l'edilizia, la necessità di affacciarsi sui mercati stranieri proponendo prodotti di elevato profilo tecnologico e certificati secondo standard internazionali. In questo ambito i laboratori di prova e gli istituti di ricerca accreditati (secondo sistemi di mutuo riconoscimento internazionale) divengono dei partner fondamentali delle aziende produttrici. Occorre perciò chiarire il significato di Accreditamento e di Laboratorio Accreditato.

Con Accreditamento si intende, in senso molto generale, una attestazione della capacità di operare che un soggetto di riconosciuta autorità rilascia nei confronti di chi svolge un ruolo in un determinato contesto sociale.

Qualora il soggetto operi in campi di particolare importanza (sanità, sicurezza sociale, educazione, transizioni commerciali) risulta fondamentale che venga garantita agli utenti finali la qualità delle prestazioni fornite.

A questo scopo diverse leggi dello Stato italiano istituiscono e regolano numerosi campi di accreditamento, che definiscono le cosiddette "regole tecniche": le realtà locali, come le case di cura, le scuole, gli ambulatori e i laboratori di analisi cliniche, sono generalmente accreditate dalle Regioni, mentre altre realtà con valenza a livello nazionale, come le Università, sono accreditate dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Scientifica. Accanto al settore delle norme cogenti (in ambito sanitario, socio-assistenziale e di formazione) esiste un sistema di natura privatistica legato a norme di tipo volontario (es. ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001) la cui valenza è riconosciuta e spesso promossa dallo Stato stesso.

Rientrano nell'ambito dell'accreditamento secondo norme volontarie, quindi, gli organismi di certificazione, i laboratori di prova e i laboratori di taratura.

In Italia, fino al 2009, l'accreditamento in ambito volontario è stato gestito da tre Enti distinti: SINCERT per la certificazione di prodotti, sistemi e personale, SINL per i laboratori di prova e SIT per i laboratori di taratura. Con l'emanazione del Regolamento Europeo 765/2008 l'Italia ha riconosciuto, il 22 dicembre 2009, Accredia come Ente unico, e, di conseguenza, i tre Enti succitati sono confluiti nell'unico Ente accreditante.

Accredia è una associazione senza fini di lucro che ha come soci Ministeri, grandi amministrazioni nazionali, organizzazioni d'impresa e professionali, altre parti interessate.

Anche il settore delle notifiche, vale a dire dell'autorizzazione a emettere attestazioni di conformità, che era demandata a organi dello Stato (in genere Ministeri) si sta lentamente spostando entro le competenze di Accredia.

Nel caso particolare dei Laboratori di prova, l'accreditamento viene svolto ai sensi della Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005. Tale accreditamento è l'attestazione da parte di un organismo di parte terza (Accredia) che garantisce gli utenti, attraverso verifiche periodiche, sulla competenza e imparzialità dei Laboratori nella effettuazione delle prove accreditate.

Il sistema di gestione di un laboratorio accreditato è allineato alla Norma internazionale ISO 9001:2008 e i requisiti vengono applicati all'intera organizzazione del laboratorio. Per quanto concerne invece i requisiti di natura tecnica, questi coinvolgono solamente le prove che il laboratorio ha deciso di accreditare.

In altre parole, il concetto di Laboratorio Accreditato andrebbe affiancato o sostituito dal concetto di Laboratorio Accreditato all'esecuzione di determinate prove.

Per le prove, l'accreditamento assicura che il laboratorio sia dotato di personale qualificato e competente, di strumentazione efficiente e tarata, di reagenti e materiali idonei, che le condizioni ambientali siano monitorate e tali da non invalidare la prova. Inoltre, punto fondamentale, l'accreditamento assicura che il laboratorio abbia svolto sulle prove accreditate uno studio preliminare delle prestazioni del metodo nella sua applicazione, attraverso la validazione e la stima dell'incertezza del risultato, ove applicabile. Esprimere un risultato con l'incertezza è quindi la dimostrazione concreta che il laboratorio ha padronanza della prova e quindi un rapporto di prova che esplicita l'incertezza sul dato risulta ragionevolmente più preciso di un rapporto di prova che non la riporta. Le competenze del laboratorio e del suo personale sono, con cadenza almeno annuale, oggetto di verifica da parte di Accredia, mediante controlli a campione sulle prove oggetto di accreditamento e sull'intero sistema di gestione della qualità. Accredia quindi valuta e accerta la competenza dei laboratori, applicando i più rigorosi standard di verifica del loro comportamento e monitorando continuamente nel tempo le loro prestazioni.

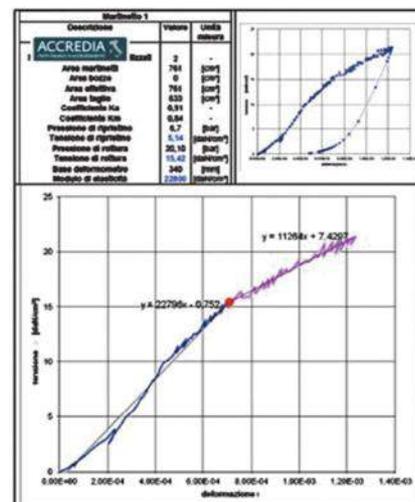
Grazie agli Accordi internazionali di mutuo riconoscimento, inoltre, l'accreditamento è valido anche oltre i confini nazionali ed europei.

Attraverso la sorveglianza continua Accredia garantisce che il Laboratorio sia in grado di svolgere le attività di prova in conformità a norme internazionali o metodi di prova, ma non è responsabile dei risultati delle prove stesse. Il laboratorio può emettere rapporti di prova con marchio Accredia solamente nel caso questi contengano almeno una prova accreditata.

Sono escluse dal campo dell'accreditamento le attività quali consulenze, espressione di pareri e opinioni anche se basati su risultati di prova, dichiarazioni di conformità. I rapporti di prova, inoltre, si riferiscono esclusivamente agli oggetti testati e non possono essere utilizzati come certificazione di prodotto. I clienti del Laboratorio e tutti i soggetti interessati possono in qualsiasi momento verificare l'elenco delle prove accreditate direttamente dal sito di Accredia ([www.accredia.it](http://www.accredia.it)). L'adesione al sistema di accreditamento è volontaria e aperta a qualsiasi Laboratorio di prova che ne faccia richiesta, sia nel caso di Enti indipendenti sia come parte di un'organizzazione più vasta (laboratori aziendali, istituti di ricerca, Università, ecc.).

In conclusione, solamente Laboratori di prova accreditati possono garantire ai propri committenti, in ambito nazionale e internazionale, di operare in conformità a norme internazionali e altre prescrizioni specifiche per il proprio settore di attività.

L'accreditamento è quindi garanzia di: imparzialità, indipendenza, correttezza, competenza.



(\*) Phd in Economia e Management, Project Manager presso l'Area Science Park, Trieste.

### 5.1.3 **Il ruolo del broker tecnologico nel processo di creazione del valore**

#### ***The role of technological brokers in the process of creating value***

di Mariacarmela Passarelli (\*)

#### **ABSTRACT**

*Il presente lavoro descrive due differenti figure di broker tecnologico: l'explorative broker e l'exploiting broker. L'obiettivo è contestualizzare le due tipologie di broker tecnologico nel processo di creazione di valore, descrivendone le principali competenze e le attività svolte.*

*This paper describes two different types of technological brokers. The explorative broker and the exploiting broker. The aim is to contextualise the two types of technological brokers in the process of creating value, describing their main skills and activities.*

(1) Un indicatore emblematico, benché parziale, dei risultati della ricerca disponibili presso EPR ed Università è rappresentato dal portafoglio brevetti. Secondo l'ultimo Rapporto annuale prodotto da Netval (2013 su dati 2011), alla fine del 2011, il numero di brevetti detenuti in portafoglio dalle Università italiane ammonta complessivamente a 2.787 unità, mentre il consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) vanta un portafoglio di diritti di PI attivi (inclusivo di brevetti, modelli di utilità e nuove varietà vegetali) costituito da 517 titoli attivi in portafoglio.

(2) H. Etzkowitz, L. Leydesdorff, *The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Research Policy n. 29, Elsevier, 2000.

(3) J. Howells, *Intermediation and the role of intermediaries in innovation*, Research Policy n. 35, Elsevier, 2006.

Egli definisce l'"innovation intermediary" come: "an organisation or body that acts as an agent or broker in any aspect of the innovation process between two or more parties. Such intermediary activities include: helping to provide information about potential collaborators; brokering a transaction between two or more parties; acting as a mediator, or go-between; bodies or organisations that are already collaborating; and helping find advice, funding and support for the innovation outcomes of such collaborations".

Lavorare sulla valorizzazione del patrimonio di conoscenze delle Università e degli Enti pubblici di ricerca (EPR) e supportare le piccole e medie imprese (PMI) nello sviluppo di innovazioni è da considerarsi oramai una strada obbligata per preservare e sviluppare la futura competitività dei sistemi locali. Le PMI presentano delle difficoltà nella realizzazione di processi innovativi, per una serie di motivi: limitate risorse per condurre attività di ricerca e sviluppo; difficoltà nell'attivare legami esterni; limitata disponibilità di personale specializzato e scarsa capacità di assorbimento di competenze esterne. Sul fronte della ricerca, gli EPR e le Università dispongono di un consistente portafoglio di risultati e competenze da impiegare nel tessuto industriale, ma che risulta però poco valorizzato dal punto di vista commerciale (1). Come valorizzare tale patrimonio, favorendo l'ibridazione tra sistema della ricerca e sistema delle imprese per la creazione di valore? I processi di ibridazione tra attori di matrice diversa – Università, EPR, Imprese e Finanza, Governi pubblici (2) vengono spesso innescati e facilitati dall'operare di strutture di matrice pubblica all'interno delle quali opera una figura chiave, definita *broker tecnologico*, il cui compito è fare da catalizzatore per lo sviluppo della ricerca applicata.

Il termine *broker tecnologico* o intermediario dell'innovazione è stato coniato da Howells (3).

Negli ultimi anni, l'interesse dei *policy maker* e della comunità scientifica verso le figure di intermediazione sta crescendo: i governi pubblici a diversi livelli stanno investendo ingenti risorse in strutture di trasferimento tecnologico e, nella letteratura scientifica, diversi lavori analizzano il ruolo del broker e le performance (Johnson, 2008). Alcuni studiano il ruolo che i broker per l'innovazione hanno nei network innovativi (Di Minin, Benassi, 2009), altri ancora si focalizzano sulle diverse tipologie di broker (Kirkelsa, Duystersb, 2010) e sulla loro natura (pubblico/privata).

Appare dunque necessario contestualizzare le attività del broker tecnologico nel processo di innovazione per la creazione di valore, descrivendone le principali competenze e le attività svolte.

Il processo di innovazione per la creazione del valore fa sì che la scienza diventi un'applicazione concreta e mediante lo sviluppo di una tecnologia si concretizzi in un prodotto vendibile sul mercato, con un significativo impatto sociale ed economico sui consumatori e sul sistema industriale in generale. La creazione di valore si genera attraverso le diverse fasi del processo innovativo, partendo dalla ricerca di base. Essa è finalizzata all'approfondimento di problemi di ordine tecnico-scientifico.

La ricerca applicata è finalizzata a valutare la concreta possibilità di applicazione, a livello di prodotto o processo produttivo, delle conoscenze acquisite nella fase della ricerca di base e può avere come risultato: una competenza specialistica, un brevetto, un prototipo di laboratorio o una test alfa (se si tratta di un *software*).

Lo sviluppo è la fase in cui si testa la reale funzionalità della ricerca effettuata e si concretizza nella realizzazione di progetti pilota, dimostrativi e prototipi industriali. L'ingegnerizzazione consiste nella realizzazione in serie del prodotto vero e proprio a cui seguono il lancio e la commercializzazione.

Nel processo di creazione del valore, il broker può assumere due connotazioni: *explorative broker* ed *exploiting broker*. La prima tipologia ha un approccio *technology push* e si occupa di valorizzare i risultati della ricerca scientifica prodotti nelle Università e negli EPR. L'*explorative broker* è in grado di definire e gestire rapporti strategici e operativi con gli scienziati che operano nelle Università e negli EPR; si occupa di mappare le competenze e svolgere attività di scouting dei risultati della ricerca; conduce e coordina analisi e valutazioni aventi ad oggetto risultati/tecnologie/progetti candidati alla valorizzazione al fine di individuarne le potenzialità di tutela, applicazione e trasferimento al mercato; si occupa della stesura di "Progetti di Valorizzazione" e del successivo monitoraggio; offre supporto alla gestione amministrativa delle attività (es. contenuti contratti); offre supporto nelle fasi di cessione delle tecnologie sviluppate, di instaurazione di partnership e/o di creazione di nuove iniziative imprenditoriali. L'*explorative broker* ha competenze di tipo giuridico-amministrativo relative all'organizzazione e regolamentazione degli EPR e dei loro afferenti (leggi e regolamenti in materia di proprietà intellettuale, spin-off, ricerca a contratto, ecc.); si rapporta contemporaneamente con diverse tipologie di utenti/clienti (ricercatori e relativi Enti di afferenza e imprese), da cui deve rimanere equidistante.

L'*exploiting broker*, invece, ha un approccio di tipo *demand pull* in grado di analizzare il reale bisogno di innovazione nelle imprese, individuare nel mondo della ricerca pubblica o privata una soluzione (tecnologia o competenza) in grado di soddisfarlo, progettare e gestire percorsi di innovazione "su misura". L'*exploiting broker* ha capacità di ascolto, ha un buon livello di curiosità e ha capacità di gestione di relazioni e rapporti con imprese, ricercatori e istituzioni; ha capacità di indagine, raccolta, elaborazione e sintesi di dati e informazioni su tematiche di carattere tecnologico; ha competenza nell'individuazione, approfondimento e analisi di esigenze e fabbisogni di innovazione; ha capacità di ideazione e proposizione di progetti e opportunità di sviluppo tecnologico; ha capacità di gestione e coordinamento di attività e progetti.

L'*exploiting broker* si occupa di contattare, visitare e conoscere le imprese; individua, analizza, approfondisce e formalizza i fabbisogni e le esigenze di innovazione; propone e attiva interventi per l'adozione di innovazione; pianifica e progetta, al fianco e insieme agli imprenditori, piani di innovazione personalizzati; accompagna e assiste le imprese, in modo autorevole e indipendente, lungo tutte le fasi di implementazione del progetto di innovazione. Il broker non è un esperto per tutte le necessità, ma sa dove trovare le competenze adatte, come impostare e gestire collaborazioni di successo. Non è un consulente dell'imprenditore o del ricercatore ma è un partner per lo sviluppo dell'innovazione. Il rapporto con le imprese e i ricercatori non è di tipo commerciale<sup>(4)</sup>.

I broker sono figure che solitamente operano in strutture *ad hoc*, nate con il supporto del governo pubblico; la strategia vincente per i sistemi locali innovativi potrebbe essere quella di far coesistere l'approccio al trasferimento di tipo *technology push*, nel quale opera un *explorative broker*, e quello *demand pull*, nel quale opera l'*exploiting broker*.

I Governi che intendono avviare interventi di trasferimento tecnologico dovrebbero, dunque, investire su strutture nelle quali operano broker tecnologici che agiscono sui due fronti.

(4) Nonostante il crescente interesse verso tali figure professionali che fungano da raccordo tra il sistema della ricerca e quello delle imprese, non esistono al momento programmi formativi dedicati. Le Università dovrebbero strutturare percorsi sia undergraduate che graduate per la formazione di figure professionali in grado di creare valore per i territori e supportare percorsi di innovazione.

## 5.1.4 **Dall'idea di R&S al Project Design** *From an R&D idea to Project Design*

di *Domenico Ielasi* (\*)

### **ABSTRACT**

*Il passo dall'idea al progetto è tanto breve quanto critico. Nel processo di valutazione si può prendere sunto dalle 6 W del giornalismo: What (qual è l'obiettivo del mio progetto), Why (quali problemi risolvo con la mia idea), Who (chi è coinvolto nella realizzazione del progetto), How (come costruire la proposta progettuale), Where (dove farlo), When (quando farlo). È facile appassionarsi ad un'idea e lasciarsi prendere dall'impeto e dall'eccitazione di un nuovo progetto. Un fallimento di una proposta progettuale è un'occasione per rivedere le cose e identificare i punti deboli, magari l'idea non era sufficientemente innovativa o non aveva una sostenibilità economica, o ancora più spesso non è stata "comunicata" in maniera efficace perché non sono chiare e concrete le risposte alle 6 W.*

*The step from an idea to a project is as short as it is critical. In the assessment process, we can refer to the 6 Ws of journalism: What (what is the goal of my project), Why (what problems will my idea solve), Who (who is involved in the project implementation), How (how should the project proposal be construed?), Where (where should it be carried out), When (when should it be carried out). It is easy to become excited about an idea and to be carried away by enthusiasm and the thrill of a new project. A project proposal's failure provides an opportunity to revise matters and identify weaknesses, maybe the idea wasn't sufficiently innovative or it was lacking in financial sustainability or, more often, it was not "communicated" effectively because the answers to the 6 Ws were not clear and concrete.*

Le idee possono essere di varia natura: semplici, complesse, definite, vaghe e non sempre rispondenti ad un bisogno reale.

Un'idea originale ed innovativa (e concreta) può trasformarsi in un progetto di Ricerca & Sviluppo quando risponde in maniera convincente ad una serie di domande:

- La mia idea che tipo di problema risolve (dati e fatti)?
- Perché proprio io (il mio team) posso risolvere tale problema?
- Il mio obiettivo è chiaro, tangibile, misurabile?
- Qualcuno ha già avuto la mia idea, o un'idea abbastanza simile?
- Chi sono i destinatari (clienti)? Quanti? Come raggiungerli?
- Quali sono i fattori esterni (positivi e/o negativi) che possono influenzare la realizzazione della mia idea?

Una risposta positiva (ed obiettiva) a queste domande ci riporta sul piano reale e ci consente di spostare l'attenzione su come mettere in pratica ed in forma di progetto l'idea.

Il successo di un progetto nel trattare un particolare problema sarà legato all'abilità nell'identificare quel problema con chiarezza fin dall'inizio.

Soltanto le migliori idee avranno successo, non è sufficiente mettere insieme una "buona" proposta, è indispensabile svilupparne una eccellente.

Passo successivo è quello di "costruire" e "comunicare" in maniera efficace la propria idea/progetto definendone il potenziale innovativo, il vantaggio competitivo e la prospettiva di commercializzazione.

Il risultato del progetto di R&S deve essere concreto pur mantenendo un certo grado di flessibilità, descrivendo il valore offerto al proprio utente-target (a chi è destinato) e definendo le capacità e le competenze necessarie per la creazione, commercializzazione e la distribuzione dei risultati sotto forma di prodotti/processi/servizi.

Il valore di qualsiasi innovazione (nuove soluzioni ad un problema esistente, nuove tecnologie come soluzione a problemi non risolti, tecnologie esistenti come soluzioni a nuovi problemi, nuove soluzioni che creano nuovi bisogni e mercati) rimane latente fino a quando non viene commercializzato e il mercato ne giudica il valore. È nel matching tra la parte qualitativa e quella quantitativa (economica) che sovente si trovano le principali contraddizioni. L'obiettivo è il motivo per cui state elaborando una proposta progettuale, quindi è non essere banali dicendo che l'obiettivo è quello di "far stare meglio la gente": è certamente vero, ma è un po' troppo semplicistico.

Gli obiettivi devono essere SMART:

- S = Specific (specifico nei dettagli, legandoli a numeri, frequenza o percentuali)
- M = Measurable (misurabile in quantità, così da valutare le prestazioni)
- A = Achievable (raggiungibile in termini realistici con azioni concrete)
- R = Relevant (rilevante in termini di impatto per l'organizzazione o il progetto)
- T = Time (tempo, legati al tempo con date o periodi specifici)

*"L'innovazione è un'idea sfruttata con successo che conferisce un nuovo valore all'utente e un valore economico all'autore dell'innovazione"* (1).

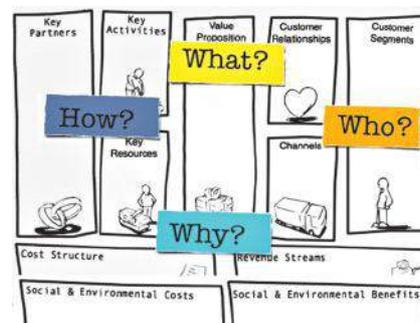
In una proposta progettuale è fondamentale evitare concetti poco chiari sulle quantità economiche in gioco e sul ritorno dell'investimento. La costruzione di un Business Model aiuta a definire le modalità di trasferimento del valore ai consumatori, che convincono i clienti a pagare per il valore acquisito.

Uno dei metodi più efficaci per formalizzare un Business Model è rappresentato dal Canvas.

Il modello Canvas prevede la definizione di nove blocchi informativi dinamici e tra loro fortemente interconnessi:

- 1) *value proposition*: rappresenta il valore offerto al cliente (e per cui è disposto a pagare) in termini di soddisfazione di bisogni specifici;
- 2) *target customer segment*: rappresenta il percorso per l'identificazione dei clienti obiettivo, per i quali si crea valore, suddivisi in segmenti (geografici, bisogni, interessi, canali di distribuzione, ecc.);
- 3) *distribution channel*: rappresenta, in termini di efficacia, efficienza e integrazione, i mezzi attraverso cui il prodotto può raggiungere il cliente fisicamente o a livello informativo;
- 4) *customer relationships*: ovvero come il business si relazioni con i clienti dei vari segmenti obiettivo individuati e come sia possibile gestire tali relazioni;
- 5) *key partner*: sono i partner con i quali è necessario stringere delle relazioni fondamentali, descrivendo la posizione dell'impresa all'interno dell'intero network;
- 6) *key activities*: sono tutte le attività individuabili come centrali nel processo di creazione del valore proposto al cliente;
- 7) *key resources*: sono le risorse fisiche, intellettuali, umane e finanziarie ritenute necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo di creazione di valore;
- 8) *cost structure*: individua la struttura dei costi, utile a sostenere l'offerta di valore;
- 9) *revenue stream*: è la definizione di quanto i clienti sono effettivamente disposti a pagare, quale composizione del portafoglio ricavi è ipotizzabile in termini di prodotto, cliente e orizzonte temporale.

Un gruppo di lavoro motivato nel quale tutti i membri sono ugualmente coinvolti è un fattore determinante per il successo. Nel team deve essere presente complementarità, multi-disciplinarietà, ruoli e funzioni chiare, condivisione e cooperazione congiunta. I singoli mettono a confronto le proprie idee su che cosa fare e come farlo, selezionando le opzioni migliori.



(1) C. Beswick, D. Gallagher, *The Road to Innovation, Let's Think Beyond*, 2010.

Ognuno si trova in concorrenza con l'altro per l'accettazione delle proprie idee e a fronte di opinioni diverse spesso nascono conflitti di competenza o di ruolo. Il conflitto, in questo caso, deve essere gestito e trasformato in una risorsa positiva di approfondimento e di sviluppo.

Presentare una idea/progetto non significa scrivere un articolo tecnico/scientifico. Tuttavia deve essere rigoroso, tecnico e anche divulgativo, includendo pure alcuni aspetti organizzativi, economici e strategici. È necessario quindi evitare descrizioni troppo elaborate, indefinite, fumose.

Un eccesso di astrazione può addirittura indurre chi legge a ritenere che non conoscete l'argomento su cui scrivete. Occorre concentrarsi su quattro, cinque fattori principali che sostengono, come pilastri, l'intero progetto, rendendoli solidali con evidenze di supporto; mantenere il *focus* sull'obiettivo generale del progetto e sui suoi destinatari finali (clienti). È importante scrivere poco, utilizzando magari grafici (i numeri e le statistiche valgono più di mille parole) ed immagini (le immagini si spiegano da sole) ed è il primo impatto che conta: se funzionano, non hanno bisogno di spiegazioni.

Una buona idea può essere resa inefficace da una cattiva narrazione.

In conclusione: semplicità + brevità = chiarezza.

La strategia di realizzazione del proprio progetto deve esprimere in maniera chiara che cosa si farà e come, usando un *Problem Solving approach*.

Struttura, fasi, tempistica, risorse, costi devono essere espressi secondo una logica struttura di *work package-milestones-deliverable*.

Il progetto deve essere ben strutturato, con uso intelligente ed intelligibile di diagrammi e tabelle per spiegare velocemente, in maniera efficiente ed efficace, gli obiettivi e la portata innovativa del progetto.

Una possibile struttura comprende:

- Proposal Title (*il titolo dovrebbe evocare e riflettere il risultato principale del progetto*)
- Acronym (*l'acronimo accattivante deve esprimere in maniera auto-evidente il senso del progetto. brand your project!*)
- Background Problem addressed
- Objectives
- Proposed solution, Expected results and benefits (*deve essere descritto brevemente e con chiarezza il tipo di Prodotto / Tecnologia / Servizio / Innovazione sviluppato*)
- Target group/users and their needs
- Proposed activities (*evidenziare le fasi distinte – identificare gruppi coerenti di attività – work-package*)
- Organisation names and profiles (*esplicitare le competenze per realizzare il progetto*)
- Duration
- Budget

Il *workplan* deve "raccontare" una storia, ovvero essere coerente, convincente e verosimile. Il *workplan* può essere sviluppato come uno *storyboard* che contiene le "scene" principali del progetto, ovvero deve avere un'introduzione (il problema), una parte centrale (che cosa c'è intorno) ed una conclusione (la soluzione).

## 5.1.5 *Dall'idea innovativa all'impresa* *From innovative ideas to enterprises*

di Angelica Pirrello (\*)

(\*) Ingegnere, Responsabile Area Innovazione, Brevetti e Trasferimento tecnologico - IN.FORM.A. Azienda Speciale Camera di commercio di Reggio Calabria.

### ABSTRACT

*L'innovazione inizia con l'identificazione di una promettente nuova idea (a livello universitario, spesso, è una ricerca) e prosegue con la successiva verifica della sua fattibilità. Le domande da porsi possono essere: Questa idea è effettivamente nuova e fattibile? Può generare un'impresa? Se sì, che tipo di impresa? Quali sono i punti critici, le possibilità e le opportunità?*

*Un aspirante imprenditore con un'idea innovativa può provare a costituire una impresa denominata start up innovativa o un'impresa spin off, nel caso in cui ricorrano alcuni requisiti. La generazione, la gestione e la valorizzazione di un'idea innovativa sono comunque soggette a degli inevitabili rischi: dal rischio tecnologico, al rischio di mercato, al rischio di protezione. Per tenere sotto controllo quest'ultimo rischio, si può fare ricorso alla tutela della proprietà intellettuale.*

*Innovation starts by identifying a promising new idea (at university level this often results in a study) and subsequently involves verification of its feasibility. The questions to be asked are: is this truly a new and feasible idea? Can it generate an enterprise? If so, what type of enterprise? Which are the criticalities, the options and the opportunities?*

*An aspiring entrepreneur with an innovative idea might try to set up a so-called innovative start up business or a spin-off business in the presence of the necessary requirements.*

*Generating, managing and exploiting an innovative idea is an activity that always entails some risks: from technological risks to market risks and protection risks. To keep the latter under control, it is possible to resort to intellectual property protection.*

Esistono varie definizioni di innovazione. Una delle prime definizioni riportate su un Libro Verde dell'Innovazione recita che *“l'innovazione è il rinnovo e l'ampliamento della gamma dei prodotti e dei servizi, nonché dei mercati ad essi associati; l'attuazione di nuovi metodi di produzione, d'approvvigionamento e di distribuzione; l'introduzione di mutamenti nella gestione, nell'organizzazione, nelle condizioni di lavoro e nelle qualifiche dei lavoratori”*.

Da questa prima definizione, il concetto di innovazione si è ulteriormente ampliato diventando sinonimo di produzione di successo, di esplosione di novità in campo tecnologico, economico e sociale e così, innovare significa:

- prevedere gli scenari per affrontare ogni situazione di possibile crisi;
- guardarsi intorno e combinare in modo diverso cose che già esistono;
- condividere, collaborare, mettere in rete culture e risorse, rispondere ai bisogni di individui e società;
- essere capaci di offrire nuove soluzioni e fare le cose meglio, in modo diverso e più intelligente;
- utilizzare le potenzialità del web.

L'innovazione è un'attività deliberata che coinvolge la trasformazione di un'idea in un prodotto/servizio di valore per il mercato. Per essere in grado di trasformare un'idea in innovazione, quindi, bisogna combinare diversi tipi di conoscenze, capacità, competenze e risorse per proporre qualcosa di nuovo che venga accettato dagli utilizzatori.

L'innovazione, incrementale o radicale che sia, inizia con l'identificazione di una promettente nuova idea (a livello universitario, spesso, è una ricerca) e prosegue con la successiva verifica della sua fattibilità. Le domande da porsi possono essere: Questa idea è effettivamente nuova e fattibile? Può generare un'impresa? Se sì, che tipo di impresa? Quali sono i punti critici, le possibilità e le opportunità?

Con il “Decreto Crescita” <sup>(1)</sup>, l'Italia si è dotata di “misure atte a favorire la nascita e lo sviluppo di imprese start up innovative”, introducendo la definizione di nuova impresa innovativa e promuovendo un approccio rinnovato al sostegno pubblico all'imprenditorialità. Con il “Decreto Lavoro” <sup>(2)</sup>, sono poi state apportate alcune modifiche significative sul fronte delle start up innovative, al fine di rendere le norme ancora più efficaci nell'incoraggiare l'imprenditorialità innovativa.

La normativa si riferisce esplicitamente alle “start up innovative” per evidenziare che il target non include qualsiasi nuova impresa ma è incentrato su nuove imprese innovative il cui business è chiaramente legato all'innovazione e alla tecnologia.

Per essere definita start up innovativa, un'impresa deve rispondere a determinati requisiti:

- a) essere una società di capitali di diritto italiano costituenda o già costituita da non oltre 48 mesi;
- b) avere la sede principale in Italia;
- c) avere meno di 5 milioni di euro di valore di produzione annua;
- d) non distribuire utili;
- e) avere, come oggetto sociale, lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione di prodotti o servizi innovativi ad alto valore tecnologico;
- f) non essere costituita da una fusione o scissione societaria;
- g) avere spese in Ricerca&Sviluppo <sup>(3)</sup> uguali o superiori al 15% del maggiore valore fra costo e valore totale della produzione *oppure* avere almeno un terzo della forza lavoro composto da dottorandi o dottori di ricerca o da personale che ha svolto attività di ricerca per almeno tre anni o almeno due terzi degli occupati composto da persone in possesso di laurea magistrale *oppure* essere proprietaria o depositaria o licenziataria di un brevetto o titolare di un programma per elaboratore originario registrato.

La start up a vocazione sociale possiede gli stessi requisiti delle altre start up innovative, ma opera in alcuni settori specifici che la legge italiana considera di particolare valore sociale (assistenza sociale; assistenza sanitaria; educazione, istruzione e formazione; tutela dell'ambiente e dell'ecosistema; raccolta dei rifiuti urbani, speciali e pericolosi; valorizzazione del patrimonio culturale; turismo sociale; formazione universitaria e post-universitaria; ricerca ed erogazione di servizi culturali; formazione extra-scolastica finalizzata alla prevenzione della dispersione scolastica ed al successo formativo).

Per agevolare la nascita e lo sviluppo di start up innovative la normativa stabilisce una serie di vantaggi.

Tra questi: esenzioni ai fini della costituzione ed iscrizione dell'impresa (niente imposta di bollo e diritti di segreteria per l'iscrizione nel Registro delle Imprese e niente diritto annuale alle Camere di Commercio); agevolazioni fiscali; deroghe al diritto societario e una disciplina particolare nei rapporti di lavoro nell'impresa (i contratti di lavoro a tempo determinato dopo 36 mesi possono essere rinnovati di altri 12 mesi, in deroga alla Riforma del Lavoro; sono previsti pagamenti in *stock option*, anche per collaboratori esperti, con agevolazioni fiscali); possibilità di accedere al crowdfunding (strumento di finanziamento dal basso che opera mediante l'utilizzo di portali dedicati e permette agli imprenditori di raccogliere risorse sul mercato, attraverso canali alternativi o complementari ai tradizionali finanziamenti bancari o alle partecipazioni azionarie da parte di investitori).

Se un aspirante imprenditore ha un'idea per una società che risponde a tutti i requisiti richiesti per creare una start up innovativa, i passi operativi sono:

- costituire una società di capitali;
- dichiarare l'inizio attività;
- richiedere l'iscrizione alla sezione speciale delle start up innovative del registro delle Imprese.

<sup>(1)</sup> Decreto legge 179/2012, convertito, con modificazioni, nella legge 17 dicembre 2012, n. 221.

<sup>(2)</sup> Decreto legge 76/2013, convertito, con modificazioni, nella legge 9 agosto 2013, n. 99.

<sup>(3)</sup> Si definiscono spese per R&S quelle relative:

- allo sviluppo pre-competitivo e competitivo, quali sperimentazione, prototipazione e sviluppo del business plan;
- servizi di incubazione forniti da incubatori certificati;
- costi lordi di personale interno e consulenti esterni impiegati nelle attività di ricerca e sviluppo, inclusi soci e amministratori;
- spese legali per la registrazione e protezione di proprietà intellettuale, termini e licenze d'uso.

Tutti e tre gli adempimenti vanno fatti esclusivamente per via telematica e possono essere inviati al Registro delle Imprese contestualmente o in momenti diversi. Periodicamente, il rappresentante legale deve confermare il mantenimento dei requisiti depositando apposita dichiarazione.

Gli economisti designano con il termine spin off le imprese che nascono da altre imprese (*spin off aziendale*). L'espressione è stata poi adottata anche per le società che, soprattutto negli Stati Uniti e nel Regno Unito, nascevano con il fine dello sfruttamento economico dei risultati della ricerca condotta da Università e altri Enti (*spin off accademico*).

In mancanza di una precisa definizione legislativa dello spin off, la definizione consensuale degli Industrial Liaison Office delle Università italiane è quella di un'impresa promossa da un ricercatore per la valorizzazione commerciale del know-how maturato nella sua attività di ricerca e delle proprie competenze scientifico-tecnologiche. L'impresa è costituita tra ricercatori universitari, l'Università e uno o più enti esterni, assumendo personalità giuridica propria ed esterna ai proponenti. Dal punto di vista giuridico, lo spin off deve essere costituito esclusivamente sotto forma di società a responsabilità limitata o di società per azioni, ma non differisce da una normale società con fini di lucro. La particolarità sta nel fatto che lo spin off da ricerca è promosso, costituito e animato da gruppi che hanno condiviso l'esperienza di ricerca e intravedono l'opportunità di valorizzarne i risultati con applicazioni commerciali.

Chi ha sviluppato una tecnologia o possiede un particolare know-how ha la possibilità di generare innovazione e di portare sul mercato non solo una novità tecnologica, ma anche una cultura moderna e più aperta di impresa, fornendo così un contributo al progresso del tessuto imprenditoriale che le imprese tradizionali non sempre riescono a produrre.

Ma la generazione, la gestione e la valorizzazione di un'idea innovativa sono soggette a degli inevitabili rischi:

- Rischi tecnologici (funzionerà mai?)
- Rischi di mercato (ammesso che funzioni, qualcuno la comprerà?)
- Rischi di protezione (sarà copiata?)

Il *rischio tecnologico* va diminuendo man mano che si procede lungo la catena di produzione del valore, ma non si annulla mai (ad esempio, l'amianto, utilizzato per produrre cemento-amianto, è stato vietato in Italia nel 1992). Si può gestire con la fase di sviluppo, si attenuerà man mano che ci si avvicina all'immissione sul mercato, rendendo la tecnologia più appetibile e più interessante per i soggetti interessati ad acquisirla.

Il *rischio di mercato* è un rischio che si annulla quando si arriva sul mercato e si vedrà se i compratori lo comprano. Decresce man mano che si completano le fasi di sviluppo e si risolvono i dubbi, si capisce se la tecnologia è ingegnerizzabile in un certo modo, se i costi sono ragionevoli, se avrà un prezzo e se avrà caratteristiche tali da renderlo interessante per i consumatori.

Il *rischio di protezione* è il rischio più direttamente connesso alla proprietà intellettuale: ammesso che riesca a produrre quel prodotto o ad applicare quella tecnologia, mi copieranno? È un rischio che non scompare mai, che anzi cresce mano a mano che si è costretti a condividere con altri le conoscenze.

Si può gestire quest'ultimo rischio proteggendo l'innovazione tramite la tutela della Proprietà Intellettuale. Sul piano economico, è poi inconfutabile che le imprese che dispongono di *know how* e che commercializzano prodotti di marca e prodotti o processi brevettati si trovano in una posizione concorrenziale più favorevole all'acquisizione o alla conservazione delle quote di mercato.

È possibile tutelare la propria innovazione tramite brevetti, marchi, disegni, diritto d'autore e segreto industriale e accedere, così, ad una serie di vantaggi: possesso di diritti esclusivi, possibilità di negoziazione di accordi di cessione/licenza, vantaggi al momento di accedere ad una linea di finanziamento, miglioramento dell'immagine dell'impresa.



**6. Esperienze di ricerca sul tema**  
*Research experiences in this field*  
(a cura di/edited by Massimo Lauria)



(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

## 6.1 Overview Overview

di Massimo Lauria (\*)

### ABSTRACT

*Finanziare la realizzazione di un grande laboratorio di ricerca e, contemporaneamente, la formazione dei quadri tecnici che dovranno gestirlo ed alimentarlo, introduce, all'interno dei processi di infrastrutturazione promossi dal Miur, una novità ed una opportunità dalle positive potenziali ricadute.*

*Le prove finali, che il testo presenta, elaborate dagli allievi del Master in Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni, contengono interessanti proposte scientifiche e di ricerca applicata, fonte certa di possibili sviluppi operativi, spendibili nelle prossime prime fasi di vita del costruendo BFL.*

*Molte le questioni indagate i cui contenuti potrebbero considerarsi equamente distribuiti tra tre differenti tipologie di approccio.*

*Funding the establishment of a large research laboratory, as well as the training of the technical staff that will be required to manage and supply it, introduces a new element in the infrastructural development processes promoted by the Ministry for Education, University and Research (Miur) and constitutes an opportunity that can potentially generate positive effects.*

*The final tests developed by students of the Master course in Management and development of experimental research on sustainability in the building sector and presented in this paper contain interesting scientific and applied research proposals, that can undoubtedly lead to possible operational developments to be implemented in the forthcoming initial stages of life of the BFL, currently under establishment.*

*A number of issues have been examined and their content may be considered to be equally distributed between three types of approach.*

Il Master universitario di II livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni*, finanziato nell'ambito di attuazione del progetto PON *Building Future Lab*, in linea con gli obiettivi generali promossi dal Miur <sup>(1)</sup>, riguarda una complessiva politica di valorizzazione della ricerca e di messa a punto di servizi tecnologici.

Finanziare la realizzazione di un grande laboratorio di ricerca e, contemporaneamente, la formazione dei quadri che dovranno gestirlo ed alimentarlo, introduce, all'interno dei processi di infrastrutturazione, una novità ed una opportunità non di poco conto. Basti considerare le ricadute potenziali in termini di aumento della dotazione di risorse umane altamente qualificate impegnate in attività di ricerca, supporto al trasferimento tecnologico e gestione dell'innovazione.

D'altro canto, a fronte del complesso attuale scenario socio tecnico che caratterizza oggi il comparto delle costruzioni – ampiamente affrontato e descritto nei paragrafi precedenti – si è oramai presa coscienza che l'iniziale obiettivo di formare ricercatori con competenze spendibili all'interno del sistema Università, si stia rapidamente trasformando nella formazione di ricercatori con competenze strategiche riconoscibili rispetto alle esigenze del territorio, spendibili dunque principalmente all'esterno.

Una trasformazione in atto di cui questa esperienza potrebbe esserne emblematicamente interprete; qualificando il proprio ruolo, trasversalmente, nell'ambito delle tre missioni strategiche del sistema Università (ricerca, didattica, trasferimento tecnologico). Affermandosi quale soggetto promotore di sviluppo economico per la crescita del contesto produttivo.

Ma, oltre a questa, sono da richiamare almeno altre due questioni, di carattere generale, che vanno senza meno evidenziate.

(1) Programma Operativo Nazionale. Ricerca e Competitività. 2007-201, Decreto Direttoriale n. 254/ric. del 18 maggio 2011 con cui il Miur ha finanziato progetti di potenziamento strutturale delle Università e degli Enti Pubblici di Ricerca nelle Regioni della Convergenza (Puglia, Sicilia, Calabria e Campania).

La prima riguarda la scelta di assumere quale obiettivo formativo del Master quello di indirizzare i formandi verso una visione sistemica della sostenibilità in edilizia, articolandone i contenuti, così come restituiti al capitolo 3 “Contributi sul tema”, in ragione delle diverse possibili scale di intervento. Alla scala del paesaggio, alla scala urbana, alla scala architettonica, alla scala materiale.

Una sorta di riproposizione e attualizzazione in chiave sostenibile dello slogan “dal cucchiaino alla città” lanciato da Ernesto Nathan Rogers verso la metà degli anni Cinquanta.

Sulle ragioni di questa scelta non appare utile tornare ad argomentare.

Contenuti e finalità generali sono state espresse e specificate al paragrafo 2.2 da Maria Azzalin.

Quel che appare utile, viceversa, è richiamare questo aspetto in quanto indicatore di un percorso – avviato in controtendenza – di rimozione della consuetudine a considerare negli specialismi l’unica risposta possibile al governo della complessità che caratterizza il settore delle costruzioni.

Nel caso specifico poi, una sorta di paradosso rispetto al fatto che, per sua natura il nascente laboratorio BFL, articolato com’è in sezioni (Laboratorio Cognitivo, LabMat&Com, TestLab TestRoom TestCell, Test DiMoRa&Co, Test Mobile, Test Dinamica, Test Water) sembrerebbe voler esprimere competenza e scale di intervento organizzate in comparti autonomi e separati.

La vera novità che qui val la pena sottolineare, è, dunque, quella di aver immaginato e messo in atto un’idea di laboratorio – e di ricercatori che vi opereranno – con competenze al tempo stesso settoriali e generaliste. Capaci, in altri termini, non solo di utilizzare le attrezzature ma, anche, di tenere sotto controllo le innumerevoli sinapsi che si attivano, e che contrariamente a quanto avviene nella prassi andrebbero considerate, nel corso della ricerca comunemente condotta in un settore ricco e frammentato come quello della sostenibilità edilizia.

L’architettura, per definizione, è una disciplina di confine sospesa tra arte scienza e tecnica, tra ambizione industriale e vocazione artigianale. Ed oggi, sebbene si registri una transizione in atto verso una decisa affermazione dei principi del controllo di produzione di tipo industriale, della prestazionalità, della certificazione, della qualificazione, ecc., nella prassi operativa non può valere un approccio solo di tipo deterministico e strumentale né, al contrario, volendone considerare esclusivamente la vocazione artistica, solo e del tutto umanistico, privo cioè di qualsiasi riferimento ai profili legati al comportamento, alle prestazioni e all’organizzazione dei processi realizzativi.

È necessario far convivere queste due anime, a volte antitetiche, così come è necessario considerarle anche quando si progetta un percorso formativo.

Ma per mettere in atto questa idea – e veniamo così alla seconda questione – è stato necessario, lo è, e lo sarà molto di più quando il Laboratorio lavorerà a regime, considerare le relazioni che esistono tra dati, informazione e conoscenza.

I dati ricavati dall’osservazione, dall’esperienza diretta e da prove di laboratorio, si sa, costituiscono fatti oggettivi, numeri, parametri, indicatori.

Non hanno bisogno di relazioni con altri elementi per esistere, ma presi a se stanti spesso non comunicano nulla.

Raffinatissime indagini strumentali necessitano di chi sappia interpretarne le misurazioni. Affermava Naisbitt nel 1987 *“l’informazione non sottoposta a controllo né ad organizzazione, cessa di essere una risorsa e diventa invece il nemico principale di chi opera”*.

I dati diventano allora conoscenza, solo nel momento in cui vengono collocati in un contesto, organizzati in categorie, elaborati, resi intellegibili e disponibili. Solo in questo modo l’informazione entra in circolo attraversando relazioni e canali, acquistando valore aggiunto.

Nella prassi di altre discipline, a cui si applica con sistematicità il metodo scientifico, tecnici capaci di utilizzare gli strumenti di indagine e esperti che ne interpretano il dato sono di solito figure separate.



Oggi il *Building Future Lab* vuole investire su ricercatori che incarnino in una queste competenze, nuove figure, *tecnici* e *manager* della ricerca, in grado di promuovere collaborazioni interne tra le diverse sezioni, attivando di volta in volta e a seconda del tema da indagare, aggregazioni finalizzate alla condivisione e all'utilizzo congiunto di strumenti e metodologie di lavoro. In grado, allo stesso tempo, di rapportarsi con la committenza per attivare processi di sensibilizzazione, innovazione e accompagnamento dei soggetti preposti al governo dei processi trasformativi (amministratori, progettisti, imprese, produttori, utenti), verso un uso controllato e sostenibile delle risorse architettonico-ambientali.

Anche gli elaborati di prova finale sono stati ispirati da queste logiche.

Ne sono derivate interessanti proposte scientifiche e di ricerca applicata, a volte proponendo punti di vista originali, fonte certa di possibili sviluppi operativi, spendibili nelle prossime prime fasi di vita del costruendo BFL.

Molte le questioni indagate i cui contenuti potrebbero considerarsi piuttosto equamente distribuiti tra tre differenti tipologie di approccio:

- Contributi per la definizione di ambiti problematici privilegiati di indagine.
- Management della ricerca alla luce del rinnovato quadro normativo e delle attuali opportunità di finanziamento.
- Potenzialità di utilizzo di strumenti e attrezzature con presentazione di casi di studio esplicativi.

Diversi ricercatori hanno sentito la necessità di confrontarsi con l'individuazione e la delimitazione dei principali ambiti di ricerca per lo studio dei quali il Laboratorio nella sua interezza e, più in particolare, la Sezione di afferenza, potranno offrire un contributo di competenza basata sull'utilizzo di attrezzature dedicate.

Ne è scaturita una sorta di elenco (aperto e per nulla esaustivo) di attuali e future tematiche di indagine su cui investire nella ricerca dei prossimi anni.

Un quadro di riferimento da cui è possibile estrapolare alcuni ambiti di potenziale approfondimento:

- La caratterizzazione materica quale strumento per la comprensione dei profili prestazionali dei materiali prima che essi si trasformino in elementi di architettura, trattata da Giovanna Falzone al paragrafo 6.2.1.
- Le fonti rinnovabili in edilizia con attenzione alla microgenerazione, trattate da Laura Marino al paragrafo 6.5.1.
- I Nearly Zero Energy Buildings, nZEB, trattati da Biondino Mercuri al paragrafo 6.5.2.
- Le innovazioni delle tecniche costruttive che utilizzano il legno, trattate da Alessandro Iacono al paragrafo 6.6.2.

CAMPI DI APPLICAZIONE	INTERAZIONI TRA LABORATORI E SERVIZI
INFRASTRUTTURE	
SMART CITY	
PAESAGGIO	
PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE	
EDIFICIO	
DESIGN	

*Esemplificazione grafica, elaborata dagli allievi del Master, di possibili aggregazioni di sezioni del BFL in relazione ai principali attuali ambiti di indagine e di ricerca nel settore della sostenibilità edilizia*

- Le ricadute sul progetto paesaggistico e territoriale degli ambiti specifici dell'energia e della sostenibilità ambientale, trattate da Fabrizio Ciappina al paragrafo 6.8.1.
- Le nuove prospettive del linguaggio dell'energia nella ricerca in architettura (addizione di protesi tecnologiche, scelte impiantistiche, ecc.) trattate da Francesco Messina al paragrafo 6.8.3.
- Gli scenari del progetto di architettura per la sostenibilità della città contemporanea (il verde come fautore della rigenerazione, l'agricoltura come incentivo ad un uso attivo dello spazio pubblico, la nuova centralità del rapporto tra edificio, forma urbana e risparmio di suolo, gli eco-quartieri, ecc.), trattati da Gaetano Scarcella al paragrafo 6.8.2.



La seconda questione affrontata con la redazione degli elaborati di prova finale, pone l'attenzione, da un lato, su alcuni dei molti nodi critici che derivano dal rinnovamento dei quadri normativi di settore, dall'altro, sulle opportunità operative di ricerca per una struttura come il BFL connessa alla conoscenza dei panel europei e delle relative procedure di partecipazione ai bandi per attrarre finanziamenti.

Alle trattazioni e ai relativi approfondimenti che, per argomenti affrontati, esprimono un approccio singolare ad una problematica specifica, va attribuito esclusivamente un valore di indirizzo da cui non apparirebbe corretto estrarre principi di carattere generale, piuttosto solo la registrazione di alcuni interessi attuali che caratterizzano il dibattito:

- Gestione della Qualità e Tecniche di Accreditemento per le aziende e i soggetti produttivi, secondo quanto previsto dalla UNI EN ISO 9001, trattate da Mariateresa Mandaglio al paragrafo 6.3.1.
- Procedure e tecniche di accreditamento dei Laboratori di prova secondo la Norma ISO/IEC 17025 trattate da Alessandra Focà al paragrafo 6.3.2.
- Modalità di approccio sperimentale nel campo delle verifiche termiche e prestazionali dei materiali per l'edilizia poste in relazione alla normativa europea e nazionale riferita al settore energia, trattate da Santa Spanò al paragrafo 6.3.4.
- Gli utilizzi strutturali del legno in relazione al quadro normativo nazionale (d.m. 14/1/2008), trattati da Alessia Latella al paragrafo 6.6.3.
- I principi del Project Cycle Management e del Logical Framework Approach, trattati da Claudia Ventura al paragrafo 6.7.1.
- Le azioni avviate dalla Comunità Europea per l'abbattimento del dispendio energetico e il controllo del clima e le conseguenti ricadute nel campo dell'architettura, trattate da Alessandro De Luca al paragrafo 6.8.4.

Infine, la terza ed ultima tipologia di elaborato di prova finale ha riguardato gli approfondimenti relativi alla descrizione delle attrezzature, l'esplicitazione delle loro potenzialità operative, la definizione di una loro possibile organizzazione in sistema, la declinazione degli ambiti di attività.

Spesso a tali considerazioni è abbinata la descrizione di casi studio applicativi con valore esemplificativo.

Ne deriva una significativa raccolta di possibili finalità operative di indagine, poste in relazione all'idoneo e congruente utilizzo delle attrezzature:

- Finalità tecnico-operative della caratterizzazione materiale per i materiali da costruzione mediante la microscopia elettronica a scansione, trattate da Maria Gabriella Caridi al paragrafo 6.2.2.
- Tecniche di indagine e strumentazioni per operare nell'ambito della definizione dei processi analitici di caratterizzazione materiale mediante l'utilizzo della diffrattometria su polveri XRD, trattate da Cherubina Modaffari al paragrafo 6.2.3.
- Il Building Testing per il monitoraggio, la verifica e la simulazione delle condizioni ambientali e delle prestazioni del sottosistema ambientale e tecnologico in edilizia, trattate da Konstatina Koutlaki al paragrafo 6.3.3.



- Modalità di gestione e controllo delle applicazioni di metodologie di rilevamento, modellazione e prototipazione per l'analisi e la conoscenza dell'architettura e del territorio, trattate da Chiara Scali al paragrafo 6.4.1.
- Modalità di funzionamento del laser scanning e della fotogrammetria per il rilievo tridimensionale digitale terrestre, trattate da Andrea Manti al paragrafo 6.4.2.
- Tecniche laser scanner per la rilevazione di siti archeologici e oggetti del patrimonio culturale (restituzione 3D, pianificazione e sviluppo di procedure per l'elaborazione dei dati) trattate da Pietro Mina al paragrafo 6.4.3.
- Proposte di interventi di mobilità urbana sostenibile per la città di Reggio Calabria, trattate da Antonino Greco al paragrafo 6.5.3.
- Applicazione della Benchmarking Analysis nel campo dello sviluppo e affermazione di tecniche e relative prove di laboratorio (isolamento sismico e dissipazione di energia) per costruzioni in legno, trattata da Giuseppina Cassalia al paragrafo 6.6.1.
- Studio e caratterizzazione dell'Invaso di Tarsia (CS) mediante la modellazione del bacino idrografico, proposta da Alessandro Richichi al paragrafo 6.7.2.
- La definizione del modello idrologico del medesimo invaso di Tarsia, proposta da Giandomenico Foti al paragrafo 6.7.3.

Segue una sintesi delle elaborazioni di prova finale sopra richiamate, organizzate per Sezione di appartenenza e precedute da una presentazione del responsabile scientifico.

## 6.2 La Sezione LabMat&Com del BFL The LabMat&Com section of the BFL

di Francesco Pastura (\*)

(\*) Architetto, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### ABSTRACT

*Il rinnovato interesse della Ricerca che muove ancora nei confronti dei materiali e delle tecniche costruttive è, oggi, strettamente interrelato all'accrescersi e diffondersi di una più matura cultura della consapevolezza.*

*Un ambito di studio e approfondimento, quindi che, basandosi su una differente accezione del concetto di innovazione, orienta i propri percorsi di ricerca verso la conoscenza dei caratteri di ciò che è definibile nuova materialità ed il cui portato si riveli in grado di rivolgersi, oggi, tanto alla strutturazione di un più attuale sapere costruttivo, quanto alla necessaria formulazione di più consoni e compatibili processi di trasformazione.*

*Research's renewed interest in construction materials and techniques is currently closely related to the rise and dissemination of a more mature culture of awareness.*

*Hence, a field of study and in-depth analysis that, based on a different interpretation of innovation, is leading research to focus its attention on understanding the features of what is described as a new materiality. Its scope can now address both the structuring of a more up-to-date construction knowledge and the required formulation of more suitable and compatible transformation processes.*

*L'Architettura è la volontà di un'Epoca tradotta nel suo Spazio.*

Ludwig Mies van der Rohe

Se, come è stata anche definita, *l'Architettura è pensiero costruito*, i materiali, di tale *pensiero*, ne hanno, da sempre, rappresentato *essenza e sostanza*. Un ambito problematico, quello qui riferito al tema della qualità materiale per il progetto, storicamente centrale e complesso, che le attuali riflessioni del dibattito disciplinare, rivolte alle *dinamiche della trasformazione dello spazio contemporaneo*, hanno reso ancor più centrale e preminente.

Tale dibattito, infatti, stanti le cogenti condizioni dovute al portato di crescite incontrollate e di una *deregulation* nelle trasformazioni dell'ambiente, ha da tempo posto i suoi accenti più gravi sulla necessità di osservare, criticamente, la relazione esistente tra *Sostenibilità Ambientale e Sviluppo*.

Una riflessione che, inducendo la diffusione di una più ampia e matura *cultura della consapevolezza*, ha conseguito l'obbligato orientamento a definire formulazioni di *nuove prassi* per poter offrire adeguate risposte alla, comunque, insorgente domanda di *Crescita ed Innovazione*.

In questa direzione, il tema della evoluzione dei caratteri e dell'uso dei *Materiali* – qui individuati quali risorsa – evidenzia la necessità di articolare proposte di studio e di ricerca applicata che si rivelino in grado di promuovere obiettivi d'*Innovazione* che coniughino caratteri di *crescita e sviluppo* a necessarie condizioni di *equilibrio sociale, compatibilità e sostenibilità ambientale*.

È in tale logica, infatti, che, per il settore delle trasformazioni edilizie, si coagulano le aspettative più interessanti e gli atteggiamenti più virtuosi da mantenere per la definizione di un appropriato approccio allo sviluppo dei propri percorsi di crescita, i cui esiti, attualmente, possano conciliare processi innovativi e tradizione; alta tecnologia e sistemi costruttivi a bassa complessità; cultura *globale* e specificità *locali*; materiali da costruzione tradizionali rivisitati e materiali di nuova generazione; elementi naturali e artificiali.



Marc Antoine Laugier, *Essai sur l'Architecture* – Frontespizio, 1755

Una condizione, quella esposta, di assoluta centralità strategica per il reificarsi di una consona ed adeguata condizione di sviluppo, soprattutto, per alcune delle specifiche realtà del Paese, rappresentate dalle *Regioni Obiettivo Convergenza*, tra le quali il bacino geografico, locale, di riferimento.

Si fa nota, infatti, che, per tale realtà, il settore delle trasformazioni edilizie rappresenta ancora uno dei fondamentali volani della sua economia, considerato che – in controtendenza – si ipotizzano, per esso, potenziali livelli incrementali di crescita non riscontrabili attualmente in altri settori attivi di detta economia. È opportuno perciò sottolineare che, per il mantenimento di tale importante prerogativa, sono necessari ed auspicabili l'accentuazione ed il miglioramento della diffusione di tecnologie e processi costruttivi più avanzati ed appropriati. Ciò, a fronte della significativa priorità rappresentata dalla risoluzione di alcune importanti problematiche, quali la potenziale riduzione degli impatti ambientali ed energetici – consumo di risorse finite e deregolamentazione nell'uso indiscriminato delle risorse suolo, energia, paesaggio –, problematiche, allo stato attuale, indistintamente inevase.

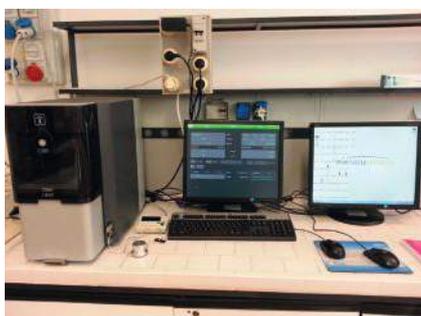
Tenendo conto degli orientamenti strategici di indirizzo tracciati, la *Sezione LabMat&Com* del *Building Future Lab* – struttura realizzata nell'ambito degli interventi per il potenziamento delle dotazioni infrastrutturali scientifico-tecnologiche dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria – si articola come un apparato di ricerca in grado di offrire una gamma di servizi interscalari, utili alla definizione, induzione e diffusione di nuovi modelli comportamentali, informati dalle molteplici nuove istanze che investono, attualmente, i territori della trasformazione edilizia: dall'adeguato uso delle risorse all'efficienza energetica; dalla formulazione di processi costruttivi sostenibili all'adozione di tecnologie appropriate ed al controllo delle qualità materiali innovate.

La Sezione *LabMat&Com*, in particolare, secondo tale *vision*, attraverso l'integrazione di specifiche competenze scientifiche e disciplinari di settore, sviluppa un insieme di attività – informative, di indagine, analisi e prove – operando in un segmento di studi applicati, caratterizzato dalla conduzione di percorsi di ricerca che vanno dalla caratterizzazione materiale alla proposizione di studi sui comportamenti di nuove materie, su componenti e sistemi, orientati all'utilizzo di risorse materiali e tecniche tradizionali, locali, migliorate sul piano della loro qualità compatibile e globale di resa e di prestazione. Un alveo di studio e approfondimento basato, quindi, su una differente e più attuale declinazione del concetto di *innovazione*, orientato, in questo caso, a definire i caratteri di una *nuova materialità*, capace di rivelarsi rispondente, oggi, alle esigenze di una ricerca volta a strutturare un nuovo *sapere costruttivo* che guarda, in particolare, alla formulazione di processi realizzativi compatibili.

La Sezione si articola in due distinti apparati operativi, tra loro complementari: il *Laboratorio di Analisi, Indagini e Prove (LabMat&Com)* ed il *Centro di Documentazione Materiali per l'Architettura (CE.DO.M.A.)*.

Tali apparati, pur operando sinergicamente, rispondono in maniera differenziata ai variegati modelli di approccio di un'utenza prefigurata sulla base di specifiche esigenze di approfondimento e di conoscenza, inerenti le tematiche relative al controllo progettuale rivolto all'uso di materiali e componenti. L'aggiornamento ed il trasferimento tecnologico, nonché il possesso del know-how e delle tecnologie atte ad indurre il virtuoso processo di innovazione settoriale auspicato, costituiscono il patrimonio delle specifiche competenze che strutturano la Sezione.

All'interno della Sezione è contemplato il coinvolgimento di due primari ambiti disciplinari di riferimento: *tecnologia dell'architettura* e *scienza e tecnologia dei materiali*, i cui rispettivi ampi patrimoni di studi e ricerche annoverabili sono consoni e coerenti con le finalità operative di indirizzo strategico.



Microscopio elettronico a scansione (SEM)



Diffrattometro a raggi X (XRD)

Si offre come una struttura in grado di fornire al bacino di utenza di riferimento un'ampia gamma di *servizi strategici*, rappresentati, prevalentemente, dagli esiti dei propri percorsi di approfondimento, studio, ricerca e sperimentazione. Per quel che concerne le attività del *Laboratorio di Analisi, Indagini e Prove (LabMat&Com)*, le strumentazioni sono costituite, prevalentemente, da attrezzature che utilizzano tecniche di microscopia elettronica, diffrattometria e analisi termica, necessarie alla conduzione di specifici percorsi di caratterizzazione materiale applicata, volti alla verifica delle caratteristiche, dei comportamenti e delle prestazioni di materiali e componenti edilizi. Sono invece costituite da un insieme complesso di elaborati database relazionali tematici e da una Materoteca le attrezzature che la Sezione gestisce, in merito alle sue attività di natura informativa e divulgativa che si svolgono all'interno del *Centro di Documentazione Materiali per l'Architettura (CE.DO.M.A.)*.

La *Sezione LabMat&Com* costituisce, quindi, una Struttura ampia ed articolata, atta a coprire uno spettro di indagini interrelate, che si sviluppano intersecando differenziati ambiti di approfondimento, che vanno dall'indagine delle attuali problematiche relative al controllo informativo ed applicativo sulle qualità di una *materialità innovata*, alla lettura delle potenziali ricadute che tale *materialità* è in grado di indurre in ambito di formulazione di nuove definizioni di processo e/o strumentali, estendendosi fino al loro trasferimento tecnologico nell'ambito del progetto e della realizzazione in campo edilizio.

In conclusione, si può sintetizzare che il distintivo valore aggiunto ascrivibile al complesso dell'intera Sezione di ricerca è da rileggersi all'interno della sua ampia ed articolata gamma potenziale di offerta di servizi.

La Sezione, infatti, attraverso le sue attività, si rivela in grado di poter offrire, quale servizio/i, le informazioni ed i dati di output discendenti dalla conduzione della proprie attività di ricerca ed approfondimento, che si sviluppano in una gamma che va dallo sviluppo di studi su tecnologie/processi/prodotti appropriati, valorizzati sotto il profilo della loro compatibilità e sostenibilità, alla valutazione dei loro caratteri fisico, chimico, meccanici, attività in particolar modo rivolta alla lettura del comportamento nel tempo ed alla capacità di limitare impatti ambientali ed energetici.

Per i particolari aspetti operativi inerenti tanto il modello gestionale ipotizzato per il funzionamento dell'intera struttura di ricerca quanto la conduzione degli specifici percorsi di caratterizzazione materiale indicati, si rimanda alle trattazioni sviluppate più approfonditamente da G. Falzone, M.G. Caridi, C. Modaffari, all'interno dei successivi paragrafi.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 6.2.1 **Percorsi di ricerca tra innovazione e tradizione. Materia e materiali per l'architettura** *Research pathways between innovation and tradition. Matter and materials for architecture*

di *Giovanna Falzone* (\*)

### ABSTRACT

*Nella complessa condizione dell'attuale dibattito architettonico, le relazioni tra il sapere progettuale e il sapere materiale s'intrecciano continuamente, connotandosi di nuovi significati e nuovi ambiti problematici. Il LabMat&Com del BFL si occupa di indagare attraverso la caratterizzazione materica finalizzata alla costruzione di nuovi materiali e componenti o all'analisi di quelli di cui è composto il patrimonio edilizio esistente, le trasformazioni della materia e dei materiali prima che essi diventino elementi di architettura.*

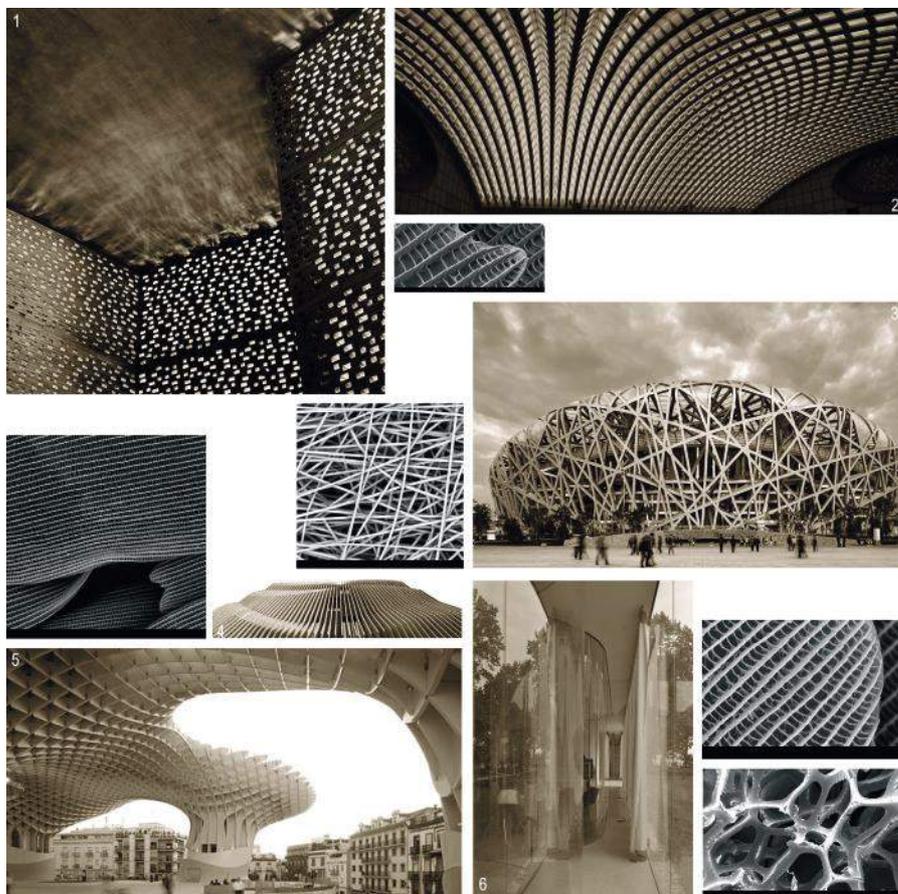
*Le attività della Sezione riguardano la lettura dei caratteri per individuare prestazioni e al tempo stesso modellare caratteri per definire prestazioni con l'ausilio delle tecniche d'indagine.*

*Within the complex environment of current architectural debate, the relationships between design knowledge and knowledge of materials are constantly interconnected, taking on new meaning and addressing new problems. BFL's LabMat&Com is involved in studying the transformation of matter and materials before they become architectural elements through materials characterisation in order to develop new materials and components or an analysis of those in the current building stock.*

*Section's activities entail reading characters in order to classify performance and modelling characters so as to define performance with the aid of investigation techniques.*

*Costruire un edificio significa comporre una sinfonia metrica che è fatta di blocchi numerici, inverte in materiali che si accostano e a volte si attraversano l'un l'altro in un movimento virtuale di grandezze e quantità.*

Franco Purini, 2007



1. Peter Zumthor, *Kolumba Museum*, Colonia; 2. Pier Luigi Nervi, *Aula delle udienze Pontificie*, Roma; 3. Herzog & de Meuron, *Stadio nazionale*, Pechino; 4. Studio Modus, *Sede Lignoalp*, Bressanone (BZ); 5. Studio Jürgen Mayer H. Architects, *Metropol Parasol*, Siviglia; 6. Studio SANAA, *Toledo Museum of Art Glass Pavilion*, Toledo, Ohio

Nella complessa condizione dell'attuale dibattito architettonico, le relazioni tra il sapere progettuale e il sapere materiale s'intrecciano continuamente, connotandosi di nuovi significati e nuovi ambiti problematici.

Da sempre, nella storia dell'Architettura, la scelta dei materiali utilizzati è stata correlata alle proprietà della materia di cui essi sono composti.

Insieme alle scelte progettuali, garantisce il corretto utilizzo del manufatto, la sua resistenza, la sua stabilità e il valore espressivo e formale che dal suo utilizzo ne deriva. Se, però, in passato le scelte riguardavano poche e semplici materie che si combinavano per dare vita a un numero limitato di materiali e componenti per l'Architettura, nella contemporaneità, il ventaglio delle possibilità di scelta cui attingere per la costruzione del manufatto architettonico si espande fino a coinvolgere infinite possibilità e combinazioni di materiali che, per essere concepiti e realizzati, necessitano di nuove professionalità, attrezzature e procedure sempre più complesse per garantirne adeguati livelli di qualità e prestazione.

Il passaggio necessario per procedere dalla *materia*, che rimane legata al limitato numero di elementi presenti in natura, al *materiale* è oggi un campo di ricerca e indagine sempre più complesso e specialistico. In particolare, alla luce del concetto ormai pervasivo di *fluidità* dell'immagine architettonica, si fanno sempre più numerosi gli studi sperimentali per la creazione di nuovi materiali dal carattere più etereo ed evanescente, così come ancora più urgente è la necessità di lavorare con materiali che riducano l'impatto ambientale dei loro processi di estrazione, lavorazione, uso e smaltimento.

Le parole di Salvatore Vitale, per cui "*costruire vuol dire dare ordinamento e norma alla materia, nei rapporti prestabiliti dallo spazio e secondo gli archetipi universali delle idee eterne*" <sup>(1)</sup>, sebbene scritte quasi un secolo fa, si caricano di rinnovati significati e rispecchiano pienamente la complessità dei temi che interessano la Sezione del LabMat&Com del *Building Future Lab*, che si occupa di indagare le trasformazioni della materia e dei materiali, prima che essi si trasformino in elementi di architettura, attraverso la caratterizzazione materica finalizzata alla costruzione di nuovi materiali e componenti o all'analisi di quelli di cui è composto il patrimonio edilizio esistente.

Il LabMat&Com è, in sintesi, il luogo in cui è possibile condurre, da un lato, scelte progettuali in riferimento all'uso di materiali, prodotti e componenti edilizi esistenti attraverso il CE.DO.MA <sup>(2)</sup>, ovvero attraverso la sua sezione informativa multimediale, dall'altro, processi di analisi, studio e ricerca di settore volti alla sperimentazione su materiali, prodotti e componenti edilizi attraverso il LabMat&Com <sup>(3)</sup>, ovvero la sua Sezione operativa.

Per lo svolgimento delle sue attività il Laboratorio si è dotato della seguente attrezzatura:

- *Microscopio elettronico a scansione (SEM) da banco con microanalisi EDX integrata*. Il microscopio a scansione elettronica usa un fascio di elettroni come sorgente consentendo il raggiungimento di risoluzioni molto più elevate rispetto al tradizionale microscopio ottico. Fornisce informazioni sulla morfologia della superficie e sulla composizione qualitativa e quantitativa degli elementi chimici di cui è costituito il campione modesto.
- *Sistema di fluorescenza portatile a raggi X (XRF) operante in aria e in vuoto*. La tecnica XRF (X-Ray Fluorescence) consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione, grazie all'analisi della radiazione X da esso emessa in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia. L'analisi è assolutamente non distruttiva, in quanto non richiede alcun tipo di preparazione del campione, può operare in aria e non altera in nessun modo il materiale analizzato.
- *Diffratometro da banco a raggi X (XRD)*. Lo strumento si basa sulla tecnica della diffrazione a raggi X, una tecnica analitica tra le più diffuse e applicate, utilizzata per identificare le fasi cristalline contenute all'interno di materiali di vario genere per finalità prevalente di ricerca e controllo qualità.

<sup>(1)</sup> S. Vitale, *L'Estetica dell'Architettura. Saggio sullo sviluppo dello spirito costruttivo*, Laterza, Roma-Bari, 1928, p.19.

<sup>(2)</sup> Centro di Documentazione Materiali per l'Architettura.

<sup>(3)</sup> Laboratorio di Analisi, Indagini e Prove.

Essa è usata per identificare i costituenti di miscele semplici e complesse e, con l'ausilio di altre tecniche analitiche, offre una vasta gamma d'informazioni di tipo qualitativo e semi-quantitativo.

- *Analizzatore termico simultaneo* in grado di eseguire, contemporaneamente, l'analisi calorimetrica differenziale a scansione (DSC) o analisi termica differenziale (DTA) e l'analisi termogravimetrica (TG). L'analisi termica è un processo analitico attraverso il quale viene studiato il comportamento di una sostanza in funzione di un gradiente di temperatura controllato. I diversi trattamenti termici vengono scelti in base alle proprietà fisiche da valutare finalizzate sia per il controllo di qualità che per le applicazioni di ricerca sui prodotti industriali come polimeri, argille e minerali, materiali a cambiamento di fase, metalli e leghe. L'analisi termogravimetrica (TG) funziona registrando continuamente la massa di un campione in atmosfera controllata in funzione della temperatura o del tempo. Durante il riscaldamento del campione è possibile rilevare le eventuali reazioni di ossidazione o decomposizione e ottenere informazioni sulla composizione del materiale e sulla sua stabilità termica.

L'analisi DSC, invece, misura la temperatura e il flusso di calore associato alle transizioni di fase che avvengono in un campione al variare del tempo o della temperatura in atmosfera controllata.

Oltre alle attrezzature e ai macchinari appena descritti, il LabMat&Com dispone di risorse fisiche, quali i luoghi e le strutture capaci di accogliere macchinari e persone, una Materoteca già dotata di una consistente quantità di materiali per l'edilizia e il database di materiali che sottende al portale on line LAMA (Laboratorio Materiali per l'Architettura), attivo già dal 2011.

L'obiettivo generale del LabMat&Com è dunque quello di avviare percorsi di ricerca e di studio analitico della struttura di materiali tradizionali e innovativi nel settore delle Costruzioni.

In tal senso s'individuano quali ambiti d'interlocuzione preferenziali organismi accademici e di ricerca istituzionale nonché il mondo della professione e della produzione industriale di settore.

La Sezione LabMat&Com, nel suo complesso, approfondisce e sviluppa un insieme di attività utili alla definizione di specifici percorsi conoscitivi concernenti la complessa valutazione dei livelli di qualità compatibile e qualità globale di materiali, prodotti e componenti edilizi, costituenti, tutti, l'attuale panorama della produzione industriale di settore.

Ciò in considerazione dell'importante fattore che, nella definizione degli attuali percorsi di trasferimento indotto dall'innovazione delle qualità materiali, vede gli operatori della progettazione, della produzione e dell'impresa confrontarsi, ormai ordinariamente, con la necessaria utilità di conoscenza di nuove qualità materiali rispondenti agli attualizzati quadri esigenziali, volti al conseguimento, in uscita, di specifiche *performance* prestazionali.

Si tratta di una tendenza in crescita, fortemente connessa con le odierne esigenze d'innovazione di prodotto e di processo.

All'interno di questo scenario in cui l'innovazione è sinonimo di qualità in tutte le sue forme, tanto nell'innovazione di prodotto quanto in quella di processo, le attività del LabMat&Com, riferite al settore delle costruzioni, si occupano di *indagare e conoscere*, di *definire* e di *innovare* qualità materiali con l'obiettivo di *leggere caratteri per individuare prestazioni* e *modellare caratteri per definire prestazioni*, ciò con l'ausilio delle tecniche d'indagine.

Nello specifico, gli obiettivi strategici del LabMat&Com interessano quattro ambiti di applicazione. Il primo riguarda la possibilità di condurre sperimentazioni per la messa a punto di nuovi materiali e/o componenti mai realizzati prima. Il secondo concerne la possibilità di migliorare le prestazioni di prodotti già esistenti, anche in opera, intervenendo sulle sue componenti, dove necessario e possibile, sul processo di produzione.

Il terzo è relativo al raggiungimento di nuovi mercati, ossia all'avvio di nuove linee di produzione, sulla base di quelle già esistenti.

Il quarto ambito riguarda la possibilità di utilizzo di nuove fonti di materie prime differenti da quelle utilizzate tradizionalmente, utilizzando materia riciclata dagli scarti di un'altra produzione.

I percorsi di ricerca possono essere condotti in autonomia, dal gruppo di ricerca, oppure attraverso la creazione di collaborazioni esterne con:

- le associazioni di categoria cui proporre percorsi di ricerca che possano riguardare studi analitici della microstruttura dei materiali, o proposte di miglioramento prestazionale degli stessi;
- le aziende sul territorio locale che definiscono una buona fetta di mercato edilizio, con cui individuare possibili percorsi di ricerca sperimentali per il miglioramento prestazionale dei loro prodotti o, semplicemente, per acquisire dati analitici che non siano in loro possesso;
- enti quali Soprintendenza per i beni architettonici e ambientali per indagini analitiche sui beni culturali e altri enti pubblici per indagini sul patrimonio edilizio residenziale, industriale e terziario.

Il Laboratorio si occupa dunque dello studio e dell'approfondimento applicativo e sperimentale della potenziata e rinnovata offerta del mercato della produzione che propone l'utilizzazione di materiali in grado di reagire agli stimoli esigenziali esterni, garantendo nuove funzionalità applicative.

Il *Building Future Lab*, nel suo complesso, vuole rappresentare un'occasione d'integrazione di competenze e specificità scientifiche e curriculari presenti all'interno dell'Ateneo per offrire una gamma di servizi intersettoriali strategici, utili alla definizione, promozione, induzione e diffusione di modelli comportamentali informati alle molteplici nuove istanze che attualmente investono il settore delle costruzioni: dalla formulazione dei processi costruttivi sostenibili, al controllo della qualità edilizia; dalla rigenerazione e riqualificazione urbana alle problematiche del rischio ambientale; dall'efficienza energetica all'adeguato uso delle risorse; dalla modellazione di processi di riconversione produttiva all'uso, promozione e proposizione di nuovi materiali, prodotti, componenti, sistemi e tecniche innovate, fondate sull'utilizzo delle risorse tecniche materiali locali, migliorate sul piano della loro qualità.

Aspetti, questi, tutti, rappresentativi, per le peculiari realtà dei Paesi mediterranei, di reali opportunità di crescita e sviluppo.

Molti dei servizi che il LabMat&Com può offrire sono funzionali a specifiche tipologie di servizi offerti dalla struttura generale del *Building Future Lab* e necessitano della collaborazione e dell'interrelazione delle attività di diverse sezioni. La Sezione LabMat&Com collabora con le altre sezioni del BFL per:

- definire, in laboratorio, mediante azioni di simulazione al vero e in opera, profili prestazionali di materiali da costruzione e componenti;
- analizzare e restituire gli esiti del rapporto tra i profili analizzati sotto forma di dati utilizzabili dalle ditte produttrici ai fini del miglioramento delle loro gamme produttive;
- suggerire azioni di *problem solving* di natura tecnica, facendo riferimento agli elementi d'interfaccia tra materiali/componenti oggetto di indagine e altri materiali/componenti, a cui nella prassi costruttiva saranno aggregati (simulazioni al vero, di nodi critici, di incompatibilità meccanica, fisica, chimica tra materiali, nonché di gravità degli effetti che l'incompatibilità potrebbe provocare);
- effettuare diagnosi e monitoraggi ambientali, mediante azioni di simulazione *in situ*, per quel che concerne gli aspetti materiali;
- rapportare i dati materiali alle attività di modellazione 2D e 3D.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## **6.2.2 Caratterizzazione materiale per i materiali da costruzione. La microscopia elettronica a scansione**

### ***Building materials characterization. Scanning electron microscopy***

di *Maria Gabriella Caridi* (\*)

#### **ABSTRACT**

*Il lavoro finale del Master in Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la Sostenibilità nel settore delle costruzioni ha rappresentato l'atto conclusivo del percorso di formazione per il profilo tecnico, professionalità esperta nell'utilizzo delle attrezzature e dei servizi tecnologici per la ricerca applicata e sperimentale prevista all'interno del Building Future Lab.*

*Lo studio presentato descrive le differenti tecniche di indagine e le strumentazioni attraverso le quali si opera nell'ambito della definizione dei processi analitici di caratterizzazione materiale delineando, contestualmente, uno specifico quadro di lettura riferito alla tecnica di microscopia elettronica a scansione.*

*A final paper brought to completion the Master's Course in Management and development of experimental research for sustainability in the building sector, a training process aimed at providing a technical professional profile and adequate professional skills in using equipment and technological services for the applied and experimental research planned at the Building Future Lab.*

*The study presented here describes the different investigation techniques and equipment used to define the analytical processes for the characterisation of matter while outlining a specific interpretation framework based on the scanning electron microscopy technique.*

*La parola materiale indica prima di tutto una sostanza. Questo è uno degli aspetti, ma forse sarebbe più giusto considerare il materiale anche come facente parte di un insieme di condizioni. Al posto di considerare il materiale come facente parte del campo dell'ingegneria e della concezione degli elementi della costruzione (colonne, travi, solai, strutture, ecc.), si potrebbe anche allargare il senso dei materiali per inglobare la grande varietà delle condizioni e delle relazioni che sono alla base della costruzione di un edificio o di un oggetto. Da questo punto di vista, è importante comprendere che il materiale è equivalente al rapporto tra la sostanza e le condizioni. Quindi nel concetto di materiale si potrebbero includere differenti qualità ambientali: luce, aria, temperatura, pressione, suono, potrebbero essere trattati come delle sostanze, e le loro condizioni di performance corrispondenti (come l'isolamento acustico e termico), potrebbero essere trattati come delle condizioni di costruzione.*  
(Masahiro Ikeda, 2002)

Il concetto di trasformazione implica *mutamento di forma, di aspetto, di struttura* <sup>(1)</sup>. Il concetto stesso di Architettura è trasformazione: di spazio antropico, di forma, di materia.

Il passaggio epocale è avvenuto quando l'uomo ha iniziato a modificare la materia al fine di ottenere vantaggi costruttivi e, infine, quando l'identità materica è stata sostituita da quella prestazionale mutando un codice di riferimento storico. Le conoscenze in campo chimico hanno radicalmente mutato il rapporto tra uomo e materia, conferendo la possibilità di manipolare le strutture atomiche molecolari mettendo a punto numerosi nuovi materiali <sup>(2)</sup>.

La scienza dei materiali consente di agire sulla struttura atomica di un materiale ed intervenire sulle proprietà generali che rappresentano l'interfaccia tra i requisiti di utilizzo e la scelta di un prodotto finito che dipende, a sua volta, da diversi fattori (costo, durata, resistenza, aspetto esteriore, ecc.) <sup>(3)</sup>. Le prescrizioni normative più recenti inerenti le questioni legate alla sostenibilità e al risparmio energetico, inoltre, aprono la via all'investimento in R&D di prodotti altamente performanti in ragione del contestuale sviluppo dei processi di produzione.

<sup>(1)</sup> Enciclopedia Treccani.

<sup>(2)</sup> E. Manzini, 1989.

<sup>(3)</sup> Scienza e Tecnologia dei Materiali, Prof. F. Carassiti, Università Roma Tre.

Il Regolamento europeo 305/11 CPR *Construction Production Regulation* entrato in vigore dall'1 luglio 2013, fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e, conseguentemente, abroga la Direttiva 89/106/CEE CPD *Prodotti da Costruzione*.

Il che non può che evidenziare il ruolo rivestito dalla ricerca quale principale fattore di produzione di conoscenza utile all'innovazione e a sostenere percorsi conoscitivi basati sui principi e le tecniche di caratterizzazione materiale. La dizione caratterizzazione materiale definisce il complesso di indagini ed analisi in grado di fornire informazioni sulla composizione e sulle caratteristiche intrinseche, qualitative e/o quantitative, di campioni di materiali di diversa natura.

Tali processi analitici offrono un repertorio informativo che varia in funzione delle specifiche tecniche e delle strumentazioni utilizzate (microscopi o altro tipo di dispositivo).

È importante sottolineare che negli ultimi decenni si è assistito ad un sempre più crescente avanzamento delle *performance* hardware e software fornite dagli strumenti di analisi e nell'ordine dei risultati ottenuti <sup>(4)</sup>.

Inoltre, la crescente attenzione posta alla possibilità di conseguire miglioramenti di prestazioni derivabili dalla variazione della struttura materiale conduce a porre il *focus* sulle potenzialità offerte dalle nanotecnologie e dai relativi studi nel campo, finalizzati alla messa a punto e/o upgrade di materiali per diversi ambiti d'utilizzo (ITC, green, edilizio, bio-medico, ecc.).

Con particolare riferimento al campo edilizio e ai materiali da costruzione, la caratterizzazione materiale rappresenta, quindi, un strumento di indagine utile a declinare qualità materiali e a veicolare la costruzione di apparati conoscitivi atti a definire caratteri di innovazione e compatibilità.

Evidenziando, con ciò, il fondamentale passaggio, da una visione macroscopica – più comune al mondo edilizio – a quella microscopica, atta a meglio definire le specifiche proprietà intrinseche di singoli prodotti finiti.

In relazione a quanto contestualmente delineato, il lavoro di approfondimento strutturato per la formazione del profilo tecnico, all'interno della Sezione LabMat&Com del *Building Future Lab* è strutturato come esposizione di un percorso che descrive le differenti tecniche di indagine e le strumentazioni disponibili (Microscopia a Scansione Elettronica SEM, *Scanning Electron Microscopy*, Diffrazione XRD, *X-Ray Diffraction* e di Fluorescenza XRF, *X-Ray Fluorescence*).

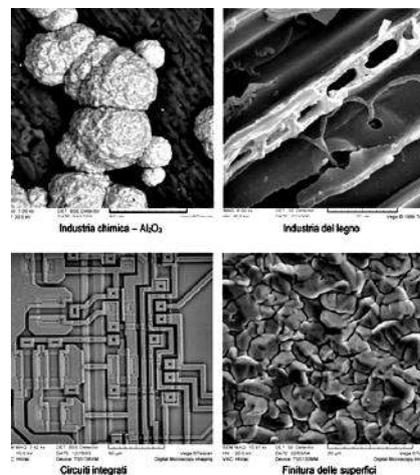
In tal senso, il percorso indicato rilegge, analizza e confronta le potenzialità operative inerenti le differenti tecniche di indagine e le relative strumentazioni necessarie ad applicarle, offrendo, contestualmente, uno specifico quadro di lettura dei singoli dati derivabili nonché della loro interpretazione e utilizzazione con un approfondimento sulle tecniche di indagine di microscopia a scansione (SEM) riferito al panorama dei materiali per l'edilizia <sup>(5)</sup>.

L'evoluzione delle tecniche e dei processi di fabbricazione, di trasformazione e di lavorazione dei materiali si basa essenzialmente sulla necessità di studiare e, dunque, di conoscere le proprietà della materia attraverso le leggi fondamentali che ne regolano il comportamento, per poi stabilire delle relazioni tra composizione e organizzazione atomica o molecolare, e microstruttura dei materiali. In generale i materiali possono essere classificati in base a composizione, microstruttura e proprietà.

Il loro comportamento è caratterizzato dalla reazione a una sollecitazione che dipende essenzialmente dalla microstruttura dei materiali stessi.

La microstruttura descrive l'insieme dei grani e, soprattutto, i diversi legami che uniscono le particelle nelle diverse strutture.

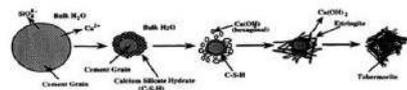
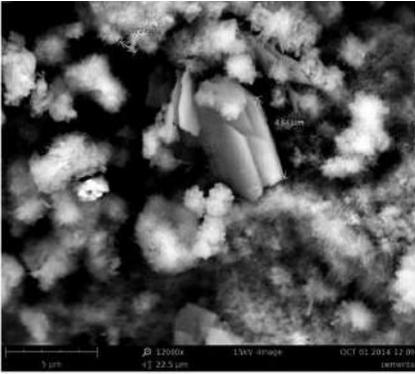
Convenzionalmente i materiali vengono classificati, in base a proprietà e caratteristiche, in sei classi: metalli, polimeri ed elastomeri, ceramici e vetri, e compositi.



*Microscopia elettronica a scansione SEM-EDS su differenti tipologie di campioni*

<sup>(4)</sup> Tien T. Tsong, *Design and characterization of materials on the atomic scale*, Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan, ROC (*Materials Science and Engineering A286*, 2000, 87-90).

<sup>(5)</sup> Il quadro conoscitivo è stato ulteriormente indagato alla luce di quanto appreso durante il periodo di tirocinio interno presso il DICEAM-Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Energia, dell'Ambiente e dei Materiali dell'Università di Reggio Calabria e il training formativo presso l'ITAE-CNR di Messina.



Processo idratazione di un campione di cemento

Le caratteristiche comuni di determinati materiali dipendono dalla struttura e dalla natura dei legami tra gli atomi che ne determinano: proprietà simili, simili schemi di processo e, spesso, simili applicazioni.

La combinazione delle proprietà che caratterizzano le prestazioni di un materiale, in generale, viene espressa attraverso parametri di base che, a livello micro, dipendono rispettivamente dalle proprietà intrinseche (es. Densità,  $\text{Mg m}^{-3}$ , Rigidità, GPa) o estrinseche (es. Resistenza, MPa o GPa, Tenacità,  $\text{MPa m}^{1/2}$ ) del materiale stesso, dal peso atomico e dalla struttura cristallina, dalla forza del legame atomico, dalla struttura del materiale (movimento delle dislocazioni), (comportamento all'apice delle cricche) in funzione della composizione chimica.

Per conoscere la struttura di un materiale, le sue proprietà intrinseche e, di conseguenza, il comportamento in uso, i ricercatori applicano principi di chimica, fisica e biologia per definire le proprietà di base e l'ingegnerizzazione. Le tecniche di caratterizzazione strutturale vengono utilizzate per garantire la qualità intrinseca e migliorare i processi.

Alcune tipologie di studi e prove sono utili per:

- fornire dati analitici rispetto alle prestazioni materiali in determinate condizioni d'uso;
- definire le relazioni fra trasformazione, struttura, proprietà e prestazioni;
- descrivere gli strumenti utilizzati in chiave interdisciplinare per comprendere l'interazione tra processi, meccanismi e materiali <sup>(6)</sup>.

Uno dei requisiti chiave nello sviluppo di compositi e altri materiali avanzati è la buona conoscenza delle relazioni intercorrenti tra composizione e struttura, e proprietà e comportamento, allo scopo di sviluppare un materiale con le proprietà desiderate. Inoltre, è fondamentale comprendere i meccanismi di guasto del nuovo materiale.

La caratterizzazione è una parte integrante per lo sviluppo dei materiali in quanto mette in relazione aspetti microchimici e microstrutturali con le proprietà, consentendo, in tal modo, ai ricercatori di ottimizzare il materiale per applicazioni specifiche <sup>(7)</sup>.

Entrando nello specifico, la microscopia elettronica SEM <sup>(8)</sup> consente di determinare in modo diretto la morfologia di un campione eterogeneo, la composizione chimica dello stesso, la forma e la dimensione delle particelle supportate. È una tecnica estremamente versatile che consente di ottenere informazioni strutturali su un vasto campo di ingrandimenti attraverso l'uso di lenti elettromagnetiche.

Il SEM, che costituisce un'estensione naturale del microscopio ottico, fornisce un'immagine tridimensionale del campione, offrendo la possibilità aggiuntiva di determinare la composizione elementare del campione nel punto in cui è focalizzato il fascio di elettroni. Ciò è possibile attraverso l'analisi dei raggi X caratteristici, emessi a causa dell'interazione tra il fascio di elettroni incidenti e il campione.

I SEM equipaggiati con detector per microanalisi EDX (Energy Dispersive X-ray microanalisi) possono rilevare i raggi X riemessi dal campione.

La combinazione dell'analisi elementare X-ray EDX con quella d'immagine del microscopio elettronico a scansione SEM, fornisce uno strumento molto potente per la comprensione della composizione della struttura dei materiali. Esaminando quindi i raggi X caratteristici si può risalire agli elementi presenti ottenendo un'analisi chimica qualitativa.

Il rivelatore è costituito da un monocristallo di silicio drogato con litio al quale viene trasferita l'energia dei fotoni X (da cui la denominazione di spettroscopia X a dispersione di energia EDAX). La tecnica EDX presenta, tra i vantaggi, quello di non essere distruttiva: il campione, infatti, non viene modificato nel corso dell'analisi, ma viene in parte alterato solo durante la preparazione che richiede alcuni accorgimenti.

<sup>(6)</sup> Sam Zhang, Lin Li, Ashok Kumar, *Materials Characterization Techniques*, 2008 CRC Press.

<sup>(7)</sup> A.E. Pasto, D.N. Braski, T.R. Watkins, W.D. Porter, E. Lara-Curzio, S.B. McSpadden, *Characterization techniques for composites and other advanced materials*, High Temperature Materials Laboratory, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831-6062, USA Composites: Part B 30,1999, 631-646 q1999 Elsevier Science Ltd.

<sup>(8)</sup> Il microscopio elettronico a scansione (SEM) da banco Phenom ProX – strumentazione in fornitura presso la Sezione LabMat&Com del BFL – è un sistema completo di imaging e analisi X-ray Detector integrato EDS.

La prima richiesta è che il campione sia stabile quando è portato alla bassa pressione presente all'interno del microscopio. Per questo sostanze contenenti fasi volatili devono essere preventivamente essiccate o degassate. Il secondo e più importante requisito è la conducibilità elettrica del campione, che altrimenti produrrebbe cariche elettrostatiche che disturberebbero la rivelazione del segnale. Nel caso di campioni non conduttivi, essi possono essere metallizzati con degli apparecchi specifici (*sputter coater*) o più semplicemente, nei SEM che lo consentono, analizzati in basso vuoto con dei porta campioni (*holder*) adatti.

Al fine di mettere in chiaro le relazioni esistenti tra proprietà chimico-fisiche e prestazioni del prodotto finale viene riportato un esempio tratto dalla lettura critica di un gruppo di articoli scientifici <sup>(9)</sup> pubblicati nell'ultimo biennio allo scopo di contestualizzare gli studi di caratterizzazione materiale all'interno del più ampio ambito del settore delle costruzioni e dare una prima definizione in merito agli attuali indirizzi di ricerca.

L'esempio <sup>(10)</sup> si basa sullo studio dell'effetto prodotto dall'aggiunta di ceneri derivanti dal processo di combustione di biomasse in campioni di calcio silicato per l'utilizzo come materiale da costruzione con proprietà di isolamento termico. Dopo un processo di caratterizzazione fisica, chimica e mineralogica delle materie prime sono stati prodotti i campioni di calcio silicato miscelando ceneri (CF) con diverse fonti di calce (ossido di calcio-OC e idrossido di calcio-HC) e cemento Portland (CM).

La quantità di ceneri aggiunte varia dal 10% al 90% del peso secco delle miscele. Il programma ha compreso una vasta gamma di prove sul materiale sperimentale come, ad esempio, il grado di inibimento, la resistenza meccanica, la porosità, la microstruttura, cicli di congelamento-scongelo e la conducibilità termica. L'identificazione delle fasi mineralogiche cristalline presenti nei campioni è stata eseguita per mezzo di diffrazione a raggi X, corredata da analisi microstrutturali eseguite con scansione microscopia elettronica (SEM) e microanalisi (EDAX) per determinare il rapporto tra i costituenti dei campioni analizzati.

Il composto contiene livelli significativi di sali alcalini ( $K_2O$ ,  $MgO$ ) che possono compromettere seriamente la durabilità del materiale sviluppato.

Il materiale potrebbe essere migliorato con trattamenti preventivi atti a rimuovere i contenuti di alcali o cloro.

Per migliorare ulteriormente la reattività della cenere ottenuta dalla combustione di biomassa e per capire le influenze che i componenti come  $K_2O$ ,  $Cl$ , e  $MgO$  potrebbero esercitare sulle prestazioni e la durabilità del materiale sperimentale sono ancora necessari altri approfondimenti. In linea generale i test dimostrano che è comunque possibile utilizzare tale tipologia di miscele come materiali da costruzione.

I materiali avanzati sembrano poter contribuire alla realizzazione di soluzioni più efficienti in termini di risparmio di risorse energetiche e materiali nell'intero ciclo di vita, attraverso l'utilizzo di minori quantità di materie prime, la capacità di facilitare e ridurre le operazioni di manutenzione necessarie, di produrre energia pulita o assorbire agenti inquinanti, di garantire durabilità e affidabilità prestazionale nel tempo.

Proporre un uso innovativo di materiali tradizionali o, ancor di più, l'uso di nuovi materiali diviene, quindi, una scelta difficile per il progettista, che, a sua volta, richiede un forte supporto di conoscenze culturali e tecniche.

In questo senso, il progetto di architettura acquista un livello di complessità superiore, dovendosi arricchire di nuove competenze e configurandosi sempre di più come una sorta di ponte tra ambiti culturali e tecniche interdisciplinari (che vanno dalla fisica alla chimica, dall'informatica alla scienza e all'ingegneria dei materiali), che sappia muoversi tra la conoscenza delle potenzialità intrinseche delle nuove tecnologie e il loro impiego consapevole.

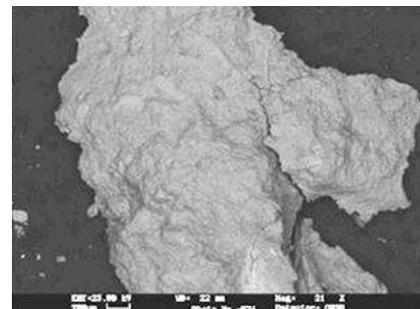
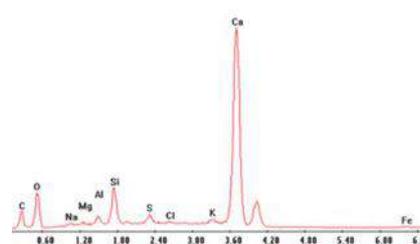
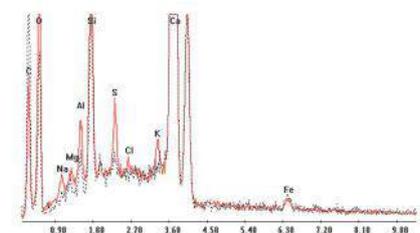


Immagine SEM della superficie di distacco di un calcestruzzo degradato ([www.temaslab.it](http://www.temaslab.it))



Analisi chimica elementare di una piccola porzione della superficie di distacco ([www.temaslab.it](http://www.temaslab.it))



Confronto tra le analisi chimiche di una porzione di cls integro e la superficie di distacco di una zona in cui il cls è ammalmorato ([www.temaslab.it](http://www.temaslab.it))

<sup>(9)</sup> Fonte: SCOPUS <http://www.scopus.com/> Copyright © 2014 Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

<sup>(10)</sup> Miscela di ceneri derivate da biomasse in elementi di muratura in calcio silicato come materiale da costruzione con proprietà di isolamento termico.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### **6.2.3 Caratterizzazione materiale per i materiali da costruzione. La diffrazione** *Building materials characterization. X-ray diffraction*

di Cherubina Modaffari (\*)

#### **ABSTRACT**

*Lo studio presentato descrive le differenti tecniche di indagine e le strumentazioni attraverso le quali si opera nell'ambito della definizione dei processi analitici di caratterizzazione materiale. Il quadro conoscitivo è stato acquisito durante i periodi di training formativo con lo studio specifico delle diverse tecniche e in particolare della diffrazione su polveri XRD.*

*The study describes the different investigation techniques and instruments used in defining the analytical processes for materials characterisation. This cognitive framework was acquired during training. A specific study of scanning electron microscopy and X-ray powder diffraction (XRD) techniques during in-house training phases, with a specific study of different techniques and in particular of X-ray powder diffraction (XRD).*

Il presente lavoro si occupa della definizione dei materiali per categorie, struttura interna e caratteri in funzione di possibili percorsi d'indagine e lettura di tali dati e dello studio delle tecniche di indagine per la caratterizzazione materiale, con particolare riferimento alla diffrazione, fluorescenza, spettrometria e microscopia a scansione elettronica (SEM) con microanalisi EDX integrata. Il lavoro nella sua articolazione ha voluto ricondurre la fase di apprendimento delle tecniche di indagine, ad un ambito di studio connesso al trasferimento tecnologico dell'analisi micrometrica al settore delle costruzioni, sperimentando, con l'approfondimento individuale di uno strumento e relativa procedura d'indagine, la possibilità di comprendere e leggere i dati di un'analisi fatta su campioni e la relativa applicabilità al settore edilizio (1).

La caratterizzazione materiale definisce il complesso di indagini ed analisi in grado di fornire informazioni sulla composizione e sulle caratteristiche intrinseche (qualitative, quantitative, morfologiche, ecc.) di campioni di materiali di diversa natura. Tali processi analitici offrono un repertorio informativo che varia in funzione delle specifiche tecniche e delle strumentazioni utilizzate. La tecnica approfondita: la *Diffrazione a raggi X* consente di compiere analisi su polveri, per riconoscere le fasi cristalline (componenti del litotipo, sali inquinanti), con l'indicazione della composizione cristallina e della formula chimica del campione; permettendo in particolare un'analisi qualitativa e semi-quantitativa di campioni di polvere, in prevalenza di natura inorganica. Va detto tuttavia che le quantità necessarie di campione sono elevate e che l'analisi di miscele complesse fornisce dati di difficile interpretazione, in cui le interferenze sono dovute a sovrapposizione di picchi di diffrazione. L'analisi è invasiva e distruttiva per il campione.

La *Diffrazione a raggi X ad alto angolo* permette la determinazione della fase cristallina nei materiali polimerici: fornisce informazioni sull'impacchettamento delle catene polimeriche e sulle diverse morfologie d'organizzazione dei cristallini del polimero, nonché sulle transizioni di fase. La tecnica è applicabile, come la precedente, solo alle fasi cristalline.

Il campione, per essere valutato, deve essere ridotto in polvere cristallina composta da fini particelle orientate casualmente al fine di avere una distribuzione statistica dell'orientazione delle famiglie di piani reticolari.

(1) I periodi di training formativo con lo studio specifico delle tecniche di microscopia elettronica a scansione e di diffrazione su polveri XRD si sono svolti presso il Dipartimento DICEAM dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria e il Centro di ricerca ITAE/CNR di Messina.

Il risultato finale di un'analisi XRD, quindi, è costituito da uno spettro di diffrazione o diffrattogramma, costituito da una serie di picchi o riflessi aventi diverse intensità e posizioni angolari relative alle varie fasi presenti nel campione indagato. In una miscela in cui sono presenti diverse fasi, infatti, il diffrattogramma risulta formato dall'insieme dei singoli patterns associati ad ogni fase cristallina.

Le tecniche d'indagine studiate si collocano pienamente nelle attività di ricerca applicativa e sperimentale della Sezione LabMat&Com finalizzate a supportare processi innovativi nel settore delle costruzioni.

Processi che, per essere attuati, necessitano il coinvolgimento di molti soggetti: le aziende produttrici di materiali e componenti per l'edilizia; le piccole aziende e artigiani; le società di servizi e i professionisti; la ricerca e la formazione; la domanda; le istanze normative.

L'emergenza ambientale ha determinato una notevole accelerazione dei processi di innovazione.

Si sono rafforzate collaborazioni tra mondo della ricerca e della formazione e produttori: questi ultimi sono divenuti molto spesso agenti di formazione, sulla spinta della normativa sulla qualità, sull'informazione tecnica e sulla responsabilità di prodotto. Al contempo, tale campo di sviluppo ha assunto un ruolo importante nel processo di riqualificazione del patrimonio edilizio.

Le dinamiche settoriali ne mettono in evidenza lo sviluppo sia quantitativo che qualitativo, in un mercato che vede nelle ristrutturazioni il fattore propulsivo di questi anni; a cui si aggiunge anche il peso della regolamentazione e, in particolare, delle forme di incentivazione economica messe in atto.

I materiali avanzati impiegati in ambito edilizio derivano spesso da processi di trasferimento tecnologico da altri settori industriali caratterizzati da forti spinte all'innovazione (quali il settore aeronautico, automobilistico, biomedico), in cui la ricerca nel campo di materiali con prestazioni sempre più elevate costituisce una condizione imprescindibile per la realizzazione di prodotti e sistemi più efficienti.

Proporre un uso innovativo di materiali tradizionali o, ancor di più, l'uso di nuovi materiali diviene, quindi, una scelta difficile per il progettista, che, a sua volta, richiede un forte supporto di conoscenze culturali e tecniche.

Per conoscere la natura dei materiali è necessario indagarne la struttura a diversi livelli: macroscopico, microscopico, atomico, ecc. La struttura dei materiali implica la descrizione quantitativa della disposizione dei componenti che costituiscono il materiale a tutte le rilevanti scale di grandezza. Inoltre, la possibilità di prevedere e progettare il comportamento del materiale in determinate condizioni dipende dalla conoscenza delle sue stesse proprietà <sup>(2)</sup>.

Queste ultime vengono definite nell'ambito della scienza dei materiali in funzione della microstruttura dipendente dalla composizione (grani o microparticelle) e dai processi di lavorazione.

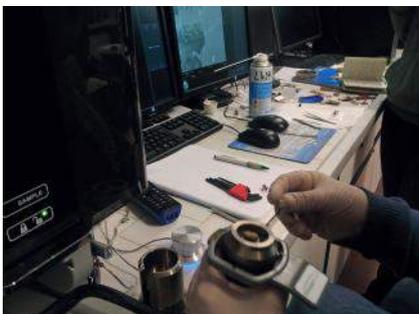
La scienza dei materiali è una disciplina basata sulla chimica, sulla fisica e in parte sull'ingegneria, che tratta la progettazione, la produzione e l'uso di tutte le classi esistenti di materiali (tra cui i metalli, le ceramiche, i semiconduttori, i polimeri e i biomateriali) e l'interazione dei materiali con l'ambiente, la salute, l'economia e l'industria; focalizzandone lo studio sulla struttura microscopica e sulle relazioni esistenti tra sintesi, lavorazione e proprietà finali dei materiali. Tutte le proprietà importanti per uno scienziato dei materiali sono quelle riguardanti le componenti, che possono essere modificate significativamente tramite un cambiamento della composizione chimica o della disposizione atomica e molecolare. Ciò attraverso ad esempio l'uso delle nanotecnologie per ottenere configurazioni cristalline (ad esempio quarzo) oppure configurazioni amorfe (ad esempio vetro).

Altre modificazioni strutturali in grado di modificare le proprietà dei materiali riguardano le dimensioni, la forma, l'orientazione di un materiale cristallino <sup>(3)</sup>.



<sup>(2)</sup> [http://scienze-como.uninsubria.it/masciocchi/pdf/colore\\_1.pdf](http://scienze-como.uninsubria.it/masciocchi/pdf/colore_1.pdf), La struttura dei materiali.

<sup>(3)</sup> C. Brisi, *Chimica applicata*, 3<sup>a</sup> ed., Torino, Levrotto & Bella, 1997.  
W.F. Smith, *Scienza e tecnologia dei materiali*, 2<sup>a</sup> ed., McGraw-Hill, 1995.



Il termine materiale fa riferimento alla specifica natura chimico-fisica di un corpo (un minerale o un tessuto vegetale o animale) alla quale sia possibile associare, a livello macroscopico, un insieme di proprietà fisiche e tecnologiche (ad esempio: densità, conducibilità termica, durezza).

Le proprietà possono rappresentare l'interfaccia tra i requisiti di utilizzo e la scelta di un prodotto finito che dipende, a sua volta, da diversi fattori (costo, durata, resistenza, aspetto esteriore, ecc.).

Esistono diverse tipologie di materiali raggruppati in base alla loro natura chimica: materiali metallici, costituiti da metalli e loro leghe; materiali ceramici; materiali polimerici; materiali compositi.

La tecnologia in particolare studia: la loro composizione, le loro caratteristiche, le lavorazioni necessarie, le trasformazioni che possono subire e il loro impiego. I materiali a disposizione per la realizzazione di prodotti finiti sono numerosi, possono essere classificati in base alla loro composizione, al loro comportamento, alle loro proprietà. Con riferimento alla loro composizione, si possono suddividere in due grandi famiglie: materiali naturali (pietra, sabbia, lana, legno); materiali artificiali (cemento, carta, gomma, plastica).

La dizione caratterizzazione materiale definisce il complesso di indagini ed analisi funzionali alla determinazione della composizione e delle caratteristiche intrinseche (qualitative, quantitative, morfologiche, ecc.) di campioni di materiali di diversa natura.

Tali processi analitici offrono un repertorio informativo che varia in funzione delle specifiche tecniche e delle strumentazioni utilizzate. È importante sottolineare che negli ultimi decenni si è assistito ad un sempre più crescente avanzamento delle *performance* hardware e software fornite dagli strumenti di analisi e nell'ordine dei risultati ottenuti. Con particolare riferimento alla Sezione LabMat&Com, l'attenzione viene focalizzata sulle tecniche e sulle strumentazioni in dotazione: la diffrazione XRD, la fluorescenza a raggi X (XRF), la microscopia elettronica SEM e l'analisi termica, con approfondimenti sui caratteri applicativi e strumentali della diffrazione.

La diffrazione ai raggi X (*X Ray Diffraction*, XRD) <sup>(4)</sup> è una metodologia per l'analisi mineralogica di campioni di diversa natura probabilmente tra le più antiche della scienza moderna ed usate preminentemente nel campo geologico/ambientale e tecnologico.

Attualmente, il diffrattometro a raggi X è considerato uno strumento di base per l'identificazione e lo studio di materiali solidi, che vanno dai campioni di rocce ai prodotti industriali, dai reperti archeologici all'analisi del degrado dei materiali da costruzione (intonaci, malte, ecc.).

Lo strumento consente l'analisi mineralogica, sia qualitativa che quantitativa, su ridottissime porzioni di campioni multifasici opportunamente polverizzati, grazie all'acquisizione degli spettri di diffrazione e all'elaborazione dei dati ottenuti mediante il software specifico di gestione dati.

Questa strumentazione potrà essere utilizzata per la determinazione di strutture cristalline, dimensioni e morfologia dei cristalliti e orientazioni cristallografiche; per l'analisi di campioni la cui applicazione potrà comprendere studi mineralogici non distruttivi su reperti esistenti (beni culturali, patrimonio edilizio esistente), geologici (nuovi materiali compositi).

Controllo del degrado e ottimizzazione della qualità dei cementi o, nei *processi industriali*, controllo dell'integrità del prodotto rappresentano i principali comparti di applicazione.

In *ingegneria dei materiali* la diffrazione consente di definire struttura, dimensione, forma e orientazione dei polimeri, nanoparticelle sospese in soluzione o disperse in un film.

Nel campo dei *beni culturali*, la diagnostica tramite XRD è essenziale per la caratterizzazione archeometrica di reperti storico-artistici di varie tipologie,

(4) La diffrazione X-ray su polvere è un metodo veloce per determinare il contenuto di fase del materiale policristallino. Ogni materiale esibisce un tipico profilo a raggi X che è rintracciabile in un database come l'ICDD PDF2 o PDF4. Questo riferimento viene utilizzato nel software DIF-FRAC.EVA per identificare la fase.

Il ridimensionamento automatico dei modelli del database relativo alla intensità misurate dà la composizione della fase semi-quantitativa.

materiali lapidei, materiali ceramici, oggetti metallici, pigmenti, ecc. e del loro stato conservativo (in relazione soprattutto a problematiche legate a minerali di alterazione). Essa è quindi finalizzata, alla pianificazione degli interventi di recupero, alla ricostruzione storica delle tecniche di lavorazione e alla provenienza delle materie prime che costituiscono il bene culturale.

L'indagine XRD consente di identificare le diverse fasi cristallografiche di un campione e determinare se si trova in fase amorfa o cristallina. Questa tecnica è basata sulla legge di Bragg, la quale fornisce le distanze reticolari, che sono per così dire le impronte digitali di ogni fase cristallina. Consentendo, nel caso di strutture cristalline, di calcolare il valore del *particle size* in base allo slargamento dei picchi.

I raggi X impiegati, infatti, sono radiazioni elettromagnetiche (caratterizzate da una lunghezza d'onda confrontabile con la distanza interatomica) che, penetrando in profondità nella materia per effetto del loro basso coefficiente di assorbimento, generano fenomeni di diffrazione che consentono di ottenere informazioni sulle posizioni atomiche e sulla loro natura.

Quando una radiazione X colpisce un atomo gli elettroni più interni entrano in oscillazione: ogni atomo si può considerare una sorgente di un'onda sferica con intensità proporzionale al numero dei suoi elettroni.

Le onde diffuse danno interferenze costruttive o distruttive nello spazio e sono all'origine del fenomeno della diffrazione.

Il fenomeno di diffrazione di un cristallo può essere descritto come una riflessione selettiva di radiazione monocromatica ad opera dei piani atomici: in tal senso, un fascio collimato di raggi X monocromatici è riflesso dai piani cristallini adiacenti ed equivalenti fra loro, generando una struttura interferenziale di picchi di intensità, chiamato pattern di diffrazione, nello spazio circostante. Ogni fase cristallina è associata ad una determinata serie di picchi di diffrazione (picchi di Bragg), che ne permette il riconoscimento mediante il confronto con schede di riferimento standard <sup>(5)</sup>.

Si riportano in seguito le principali caratteristiche strumentali del diffrattometro in dotazione alla Sezione LabMat&Com e del software di gestione, nonché la procedura analitica del D2 PHASER <sup>(6)</sup>.

La diffrattometria a raggi X risulta particolarmente indicata per l'esame dei materiali lapidei (naturali e artificiali, quali le malte o le ceramiche) e metallici e dei loro prodotti di alterazione, nonché dei pigmenti inorganici.

Il risultato delle analisi fornisce informazioni accurate sulla composizione chimico-fisica delle opere analizzate.

Tali informazioni risultano preziose a fini della conoscenza dei beni oggetto di studio (p. es. per la determinazione delle materie prime e delle tecnologie impiegate per la fabbricazione dei manufatti) e della loro conservazione.

<sup>(5)</sup> I. Aloisi, G. Taglieri, P.U. Foscolo, *XRD: diffrazione a raggi X - Caratterizzazione strutturale e morfologica di sorbenti dell'anidride carbonica*, ENEA.

<sup>(6)</sup> Il diffrattometro a raggi X per polveri D2 Phaser della Bruker è uno strumento XRD da banco che effettua anche le analisi della composizione mineralogica qualitativa e/o semiquantitativa di rocce coerenti ed incoerenti (comprese le argille), pigmenti, o le relative fasi di alterazione, applicando il principio della diffrazione dei raggi X per lo studio della struttura e della composizione chimica delle sostanze cristalline. Il detector LYNXEYE velocizza l'analisi. L'applicazione su un campione geologico da utilizzare come materiale da costruzione dimostra il suo uso veloce e affidabile per la fase di identificazione.

(\*) Architetto, Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### 6.3 Strumenti e protocolli per il testing avanzato nelle attività di ricerca. TestLab TestRoom TestCell Instruments and protocols for advanced testing in research activities. TestLab TestRoom TestCell

di Martino Milardi (\*)

#### ABSTRACT

*Le attuali norme sui requisiti degli involucri edilizi e le nuove esigenze di comfort non sono più rivolte solo all'efficienza energetica o alla durabilità, ma a nuovi quadri prestazionali riguardanti sistemi sempre più basati sull'integrazione complessa. È evidente la necessità di sviluppare involucri innovativi la cui risposta prestazionale sia misurabile e certificabile, in rapporto agli scambi di flusso tra l'edificio e il suo contesto, per cui il ruolo degli strumenti di rilevazione fenomenologica e delle attività di testing assumono particolare rilevanza. In questo quadro si colloca il TestLab TestRoom TestCell incentrato su due livelli di testing: la certificazione da standard unificati e la sperimentazione applicata.*

*Current regulations on the requirements of building envelopes and new needs for comfort no longer refer only to energy efficiency or durability but also to new performance frameworks involving systems based increasingly on complex integration. It is quite clear that innovative envelopes must be developed, ensuring a performance can be measured and certified in relation to exchanges between a building and its environment, and in which regard the roles of phenomenological detection tools and testing activities become especially important. This is the reference context of the TestLab TestRoom TestCell involved in two levels of testing: certification of Unified Standards and applied experimentation.*



Le attuali normative sull'insieme di requisiti da soddisfare, da parte degli involucri edilizi contemporanei, nonché le nuove esigenze abitative riguardo alle aspettative di comfort da parte degli utenti non sembrano più essere soltanto legate alla richiesta di efficienza energetica o alle garanzie di durata nel tempo, ma a nuovi ventagli prestazionali da offrire e che riguardano sistemi tecnici sempre più rivolti a logiche di integrazione complessa.

Tale complessità è oltremodo da mettere in rapporto con le necessità di un controllo "misurabile", in ragione degli scambi di flusso tra ambienti differenti come, appunto, quello che si determina tra l'edificio e il suo contesto tramite le membrane d'involucro.

La continua richiesta di riduzione dei consumi energetici, a fronte di una crescente domanda di miglioramento della qualità degli ambienti confinati spinge l'innovazione del settore edilizio verso ambiti che, giocoforza, sbilanciano il rapporto tra progettista e attori della realizzazione come la produzione, gli impiantisti, gli specialisti di fisica-tecnica e, non ultimo, le imprese.

Se a questo quadro si affiancano le normative nazionali, lo scenario tematico e i trend del mercato, si evince come alcuni parametri, quali la trasmittanza, l'inerzia, ecc., da grandezze fisiche inizino a configurarsi come nuovi requisiti in termini di qualità edilizia da asseverare. Per soddisfare tali esigenze si registra una sempre più ampia necessità di sviluppare involucri edilizi innovativi ad elevate prestazioni energetiche la cui valutazione prestazionale è in modo innegabile legata alle variabili – dinamiche – connesse alle condizioni ambientali esterne con cui si relazionano.

In questo sintetico scenario, sembra prendere forma quello che molti indicano come il rischio che la risposta a queste richieste non si traduca in nuove modalità di controllo del progetto ma in altre, troppo squilibrate a favore della produzione e delle imprese.

Gli stessi versanti mettono in luce come, in merito a queste richieste, i percorsi virtuosi dell'innovazione siano guidati più dalle velocità di una ricerca di tipo industriale piuttosto che sperimentale.

In questa luce, il ruolo degli strumenti di rilevazione fenomenologica e, soprattutto, dei centri che svolgono attività di testing assume particolare rilevanza. L'approccio operativo basato su test di misura e valutazione prestazionale in regime simulato sembra risultare strategico per tutti gli attori del settore edilizio, progettisti, produzione, P.A., committenza, imprese, utenze, ecc.

In particolare, proprio per le caratteristiche complesse derivanti dalla profonda innovazione che ha investito il campo dell'involucro negli ultimi anni, anche i protocolli unificati di testing richiedono nuove modalità e attrezzature in grado di offrire spettri di indagine in linea con gli aspetti tracciati dall'innovazione.

In questo panorama si collocano le Sezioni *TestLab TestRoom TestCell* del *Building Future Lab*.

Le tre sezioni sono state progettate con l'intento di coprire un ventaglio di testing che fosse basato, in modo particolare, su due livelli operativi, ovvero attività di *certificazione* e di *sperimentazione*.

Quindi un Laboratorio, accreditato, rivolto alla certificazione dettata da normativa tecnica unificata e da standard internazionali, nonché effettuata secondo protocolli normati.

L'altro livello riguarderà attività di sperimentazione, focalizzata sulla realizzazione o l'assemblaggio di materiali, elementi e componenti in figura di involucro nei diversi assetti e tipologie, in seguito avviato alle azioni proprie dei cicli modellistici e prototipali suscettibili di implementazioni e *customizing in loco*. Un laboratorio oltremodo pensato come un continuo upgrade di strumentazioni, per svolgere attività in risposta ai trend di innovazione dell'industria delle costruzioni nei processi che tendono a realizzare involucri ambientalmente interattivi, adattivi e interagenti.



(<sup>1</sup>) Le prove di certificazione ed i protocolli saranno svolti secondo le seguenti principali norme UNI EN, UNI CEN/TS, EC, ISO, AAMA, ASTM di riferimento.

(<sup>2</sup>) Attraverso il complesso di attività delle tre Sezioni si svolgeranno prove sulle prestazioni energetiche indicate nella Norma UNI/TS 11300-1 e successivi aggiornamenti:

- trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro edilizio ( $U$ );
- trasmittanze di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio (fattore solare  $g$ );
- fattori di assorbimento solare delle facce esterne dei componenti opachi dell'involucro edilizio ( $\alpha$ );
- emissività delle facce esterne dei componenti dell'involucro edilizio ( $\epsilon$ );
- fattori di riduzione della trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio in presenza di schermature mobili ( $F_{sh}$ );
- coefficienti di trasmissione lineare dei ponti termici ( $\Psi$ );
- parametri completi del benessere termo igrometrico.

Il TestLab è una camera di prova, realizzata secondo le caratteristiche di funzionamento stabilite dalle prove da effettuare.

È costituita da una struttura intelaiata in acciaio di dimensione 17x12x2,50 m, dove saranno montati i mock-up in scala 1:1, di facciate continue (secondo definizione UNI) o elementi simili e testati sempre secondo protocolli unificati.

La TestCell è una camera di prova, non adiabatica, a 6 superfici, finalizzata alle indagini necessarie al calcolo delle prestazioni termiche delle chiusure, come indicato dalla Norma UNI/TS 11300-1; nonché, alla verifica normativa e alla sperimentazione di componenti di chiusure verticali, orizzontali, coperture, serramenti, ecc. La TestCell sarà altresì dotata di una Hot-Box, per la valutazione dei flussi termici.

La TestRoom rappresenta una "stanza-tipo", con caratteristiche di adiabaticità, nella quale, attraverso l'uso di strumentazioni basate su ambiente di prova confinato, verranno ricreate le condizioni termiche, termo-igrometriche, luminose, nonché quelle riferibili ai parametri di Indoor Air Quality per il rilievo di VOC o altre emissioni nocive da parte di materiali, arredi e accessori in ambienti confinati, nonché, alle verifiche dei funzionamenti HVAC. Saranno svolte quindi le prove relative ai comportamenti fluidodinamici interni in ragione delle diverse sollecitazioni sulla/e parete/i modello che di volta in volta saranno configurate.

Di seguito, l'elenco delle principali prove (<sup>1</sup>) che si effettueranno nelle tre sezioni (<sup>2</sup>):

- Permeabilità all'aria;
- Tenuta all'acqua sotto pressione statica;
- Resistenza al carico del vento in condizioni di esercizio;
- Tenuta all'acqua sotto pressione dinamica;
- Resistenza al carico del vento sotto carico di sicurezza;
- Resistenza all'urto;
- Prova di spostamento orizzontale;
- Prova di spostamento verticale;
- Prove termiche (cicli caldo-freddo);
- Permeabilità al vapore acqueo.

Al fine di formare risorse e competenze rivolte al funzionamento stabile della Sezione si sono sviluppati programmi di formazione calibrati in ragione delle attività di testing e ricerca applicata che si svilupperanno in futuro.

In questa luce si inseriscono le tesi e le attività delle ricercatrici, Mariateresa Mandaglio, Alessandra Focà, Konstatina Koutlaki e Santa Spanò, che qui di seguito presentano i loro report conclusivi.

### **6.3.1 Sistemi di gestione per la qualità e certificazione UNI EN ISO 9001**

#### **Quality management systems and UNI EN ISO 9001 certification**

di Mariateresa Mandaglio (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### **ABSTRACT**

*Negli ultimi anni il mondo delle imprese è stato protagonista di una rivoluzione: quella della Qualità, che ha profondamente influenzato le Strategie d'impresa, le Tecniche di conduzione manageriale, il Ruolo delle persone ed il quotidiano approccio delle attività che costituiscono i Processi Aziendali.*

*Questa rivoluzione globale è caratterizzata da un primo passo fondamentale: "Instaurare un Sistema Qualità Aziendale in grado di essere certificato da un Ente accreditato di parte terza". Tale certificazione costituisce una "prova oggettiva" e volontaria, riconosciuta a livello internazionale, della qualità e della conformità alle norme dei prodotti e/o processi produttivi aziendali. A tale scopo gli Organismi di Normazione ISO e CEN hanno redatto le regole organizzative a cui le aziende devono conformarsi per garantire in modo continuo e costante la qualità dei prodotti e servizi; queste regole sono indicate nella Norma UNI EN ISO serie 9001.*

*In recent years, the business world has undergone a revolution: a Quality revolution that has had a profound influence on Business Strategies, Management Techniques, People's Roles and the everyday approach to activities forming Corporate Processes.*

*This global revolution is characterised by an essential initial step: the "Establishment of a Corporate Quality System that can receive certification from a Third Party accredited Body". This certification constitutes voluntary and internationally recognised "objective evidence" of quality and compliance with provisions regulating products and/or corporate production processes. To this end, the ISO and CEN Standards Bodies have drawn up organisational rules that enterprises are required to comply with in order to ensure, on stable and consistent grounds, the quality of their products and services; these rules are indicated in the UNI EN ISO 9001 series.*

Le Norme ISO 9000 non fanno riferimento a particolari settori industriali e commerciali ma sono applicabili a qualunque attività e a tutti i tipi di imprese e di laboratori di qualsiasi dimensione e con qualunque livello di tecnologia impiegata. Le Norme UNI EN ISO 9001, recepimento italiano delle Norme ISO 9001, forniscono un pacchetto di regole riguardanti l'organizzazione e la conduzione aziendale per la qualità e l'assicurazione o garanzia della qualità.

La certificazione non deve essere interpretata dalle aziende come un onere aggiuntivo bensì come una opportunità di crescita competitiva da gestire responsabilmente.

Dopo aver definito, documentato, applicato e verificato il Sistema Qualità, l'azienda è pronta per la certificazione.

Il sistema di qualità è controllato da un ente di certificazione accreditato.

La Certificazione quindi è il processo che verifica la conformità di un sistema organizzativo ai criteri riportati nelle norme ISO; l'accreditamento, invece, verifica la conformità di un organismo di certificazione ai requisiti nazionali o ai criteri internazionali.

Un ente di certificazione, che è anche accreditato, può rilasciare una certificazione, riconosciuta a livello internazionale da tutti gli enti che aderiscono ad EA - European Cooperation for Accreditation. Il valore aggiunto fornito dalla certificazione accreditata è la garanzia, offerta da un ente terzo, che l'ente di certificazione persegue gli obiettivi e le responsabilità fondamentali per la qualità, analizzando in profondità le attività aziendali, le esigenze espresse ed implicite dei clienti e delle altre parti interessate.

(1) L'International Standards Organization sta rivedendo la ISO 9001, lo standard per i Sistemi di Gestione per la Qualità. La nuova release è stata messa a punto con l'obiettivo di renderla maggiormente applicabile al settore dei servizi. Le aziende sono invitate ad adeguarsi alla nuova edizione, che prevede periodiche verifiche di ricertificazione. I nodi principali nella nuova edizione della Norma ISO 9001 riguardano l'applicazione dell'approccio per processi, la strategia basata sul rischio, la responsabilità di gestione e la flessibilità della documentazione. (<http://www.tuv.it/>)

(2) Sistema di Gestione della Qualità. Fasi:

- individuare chiaramente che cosa vogliamo ottenere dall'implementazione della Qualità nella nostra organizzazione
- identificare esigenze e aspettative dei clienti
- pianificare il progetto definendo le politiche di implementazione e le scadenze delle diverse fasi
- conoscere i requisiti della qualità
- pubblicizzare il progetto
- fornire tutte le risorse necessarie (materiali, macchinari, ecc.)
- individuare le responsabilità
- fornire la formazione necessaria anche per decentrare le responsabilità
- descrivere processi e attività
- individuare gli indicatori più adatti a mantenere monitorato il sistema
- raccogliere i dati relativi al funzionamento del sistema
- portare a regime i processi
- redigere la documentazione necessaria al buon funzionamento del sistema
- eseguire quanto stabilito
- registrare quanto effettuato e comunicare progressi e aree da migliorare
- verificare i processi a fronte degli obiettivi pianificati mediante misurazioni, audit, riesami della Direzione, ecc.
- identificare gap rispetto alla norma e agli obiettivi posti
- istituire sistemi di feedback che permettano ai clienti di comunicarci eventuali aree di ulteriore miglioramento
- prendere decisioni in base ai dati
- osservare la concorrenza e cercare di individuare idee per il miglioramento
- scegliere l'organismo certificatore che dovrà accompagnare il percorso
- sottoporre il Sistema Qualità all'esame documentale dell'ente ed intraprendere azioni correttive
- pianificare con l'ente la visita ispettiva
- sottoporsi alla verifica su campo
- colmare eventuali gap rilevati
- una volta ottenuto il certificato, effettuare periodiche visite di sorveglianza.

L'accreditamento è il risultato di un lungo processo di adeguamento delle procedure operative secondo i canoni internazionali di Qualità codificati dalle Norme ISO/IEC 17025:2005 e UNI EN ISO 9001:2008 (1).

Uno dei primi obiettivi che la Comunità Europea si è data è proprio quello di garantire la Qualità dei Prodotti e dei Servizi circolanti all'interno dei mercati europei. La sopravvivenza dell'impresa nel mercato unico globale appare senz'altro condizionata dalla relativa volontà e capacità di adeguare rapidamente il suo sistema produttivo ai principi di *Gestione a Qualità Totale*.

Un'azienda può garantire il livello di qualità dei propri prodotti, nonché il mantenimento nel tempo di tale livello, se e solo se essa è in grado di sviluppare tutte le fasi (marketing, progettazione, produzione, controllo, ecc.) che caratterizzano il processo produttivo in un'ottica di Qualità Totale.

La grande azienda ha da tempo recepito tale concetto e sta adeguando le strutture e le procedure dei suoi sistemi produttivi a questa nuova filosofia di gestione. Il Sistema Qualità comprende la struttura organizzativa, le attività, i programmi e le azioni tendenti ad assicurare che un prodotto, un processo o un servizio sia conforme agli obiettivi prefissati e agli scopi per cui deve essere impiegato.

Se consideriamo il termine Qualità nel suo significato più vasto – intendendo con esso economia, sicurezza, disponibilità, affidabilità –, ne consegue che il Sistema Qualità ha la finalità di assicurare la soddisfazione del cliente coinvolgendo l'attività sistematica e coordinata di tutti gli enti e le funzioni dell'organizzazione aziendale.

Alla base della definizione di Sistema Qualità c'è il concetto di sistema formato da oggetti (parti, componenti, funzioni, ecc.) legati tra loro da relazioni di interdipendenza. Con l'approccio sistemico non si vuole sminuire l'importanza dei componenti ma si intende considerarli e studiarli in ragione del loro essere parti del sistema.

Un Sistema di Gestione della Qualità si costruisce mediante un grosso cambiamento e un grosso sforzo culturale. La fasi (2) per progettargli possono riassumersi in due momenti essenziali:

- analizzare i processi lavorativi dell'Azienda in funzione della soddisfazione del cliente al costo minimo;
- individuare e fissare ciò che viene fatto bene, in modo da concentrarsi sul miglioramento dei processi più problematici

Per far ciò è necessario definire ruoli e responsabilità di ogni partecipante, stabilire quindi chi fa cosa e come, usufruendo, se necessario, di procedure ed istruzioni scritte; formalizzando il sistema qualità per iscritto in un documento denominato Manuale della qualità, che includa o faccia riferimento almeno a: politica per la qualità; procedure ed istruzioni del sistema qualità per ogni attività avente influenza sulla qualità; responsabilità, autorità ed interrelazioni del personale che gestisce, esegue, verifica e riesamina le attività che influenzano la qualità di un prodotto servizio.

Il Sistema Qualità di una azienda viene descritto, sostenuto e formalizzato mediante una serie di documenti organizzati in quattro gruppi che, presi nel loro insieme, definiscono la "piramide della documentazione".

*Manuale del Sistema Qualità* - fornisce le informazioni di base per spiegare ai collaboratori, ai clienti, ai fornitori e a qualunque altra parte interessata come funziona il sistema.

*Procedure* - sono documenti scritti per supportare i collaboratori nella gestione quotidiana dei singoli processi dell'organizzazione.

*Istruzioni* - le istruzioni operative si affiancano alle procedure per andare a gestire al meglio i processi più operativi. Si tratta di documenti simili alle procedure ma più dettagliati, utili – ad esempio – per supportare il lavoro degli operatori su una linea di produzione.

*Documenti di supporto* - a seconda della tipologia di organizzazione potranno comprendere standard di riferimento, manuali di manutenzione delle strumentazioni, linee guida per gli audit, policy aziendali, ecc. ovvero documenti che conterranno tutte le informazioni utili per gestire al meglio la Qualità e non riportate da altri supporti documentali.

Lo scopo della documentazione è quello di fissare le regole con cui si fanno determinate operazioni (ad esempio un acquisto di un materiale, un controllo in laboratorio, una manutenzione, ecc.).

Dopo aver dimostrato all'Organismo di certificazione che il proprio Sistema Qualità è conforme ai requisiti della Norma UNI EN ISO 9000 di riferimento, l'azienda potrà considerarsi certificata. Garantita da organismi tecnici internazionali, effettuabile solo da istituti autorizzati, la certificazione del sistema qualità aziendale costituisce, nei confronti del mercato, una "prova oggettiva" e soprattutto volontaria, riconosciuta a livello internazionale, della qualità, della sicurezza e della conformità alle norme dei prodotti e/o processi produttivi aziendali.

Due sono le forme primarie di assicurazione della qualità:

- certificazione di prodotti e servizi;
- certificazione di sistemi qualità.

In entrambi i casi, l'iter certificativo si articola nelle seguenti fasi:

*Scelta dell'Ente*, in relazione alla propria tipologia produttiva l'azienda sceglierà l'Ente di certificazione. In questo ambito opera Accredia, che è l'organismo di accreditamento degli Enti di certificazione.

*Invio della documentazione*, quando il Sistema è a regime l'azienda è pronta per avviare formalmente l'iter certificativo, inviando all'Ente prescelto la documentazione del sistema (Manuale della Qualità), con la domanda di certificazione.

*Analisi preliminare della documentazione*, il gruppo di valutazione costituito presso l'Ente di certificazione conduce una prima analisi sul Manuale Qualità e su altra eventuale documentazione a supporto per verificare il rispetto dei requisiti della norma prescelta. Qualora dovessero emergere non conformità, l'azienda ha la possibilità di colmarle documentando i provvedimenti.

*Pianificazione della verifica ispettiva in azienda*, quando la documentazione è in regola, Ente e azienda concordano la verifica ispettiva definendone data, programma e durata.

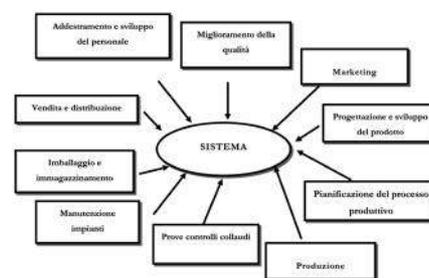
*Conduzione della verifica ispettiva*, durante la visita vengono condotte interviste con i responsabili aziendali, secondo il piano concordato, visitati i reparti e verificate le singole funzioni. Oggetto della verifica è il controllo dell'applicazione delle procedure. Il mancato rispetto di quanto descritto in procedura (nel Manuale della qualità) verrà registrato nel rapporto di verifica, esprimendone la gravità: se poco rilevante è indicato come "osservazione", se è determinante è indicato come "non conformità".

L'Ente assegna un limite di tempo per risolvere le non conformità, mediante azioni correttive che l'Ente verificherà successivamente.

*Concessione della certificazione*, un'apposita commissione – costituita da rappresentanti della Pubblica Amministrazione, Enti formatori, Centri di ricerca, Associazioni di categoria, clienti e fornitori – si esprime sul rapporto di verifica ispettiva emesso dai valutatori e, dopo aver valutato le risoluzioni proposte per le non conformità aperte al momento delle ispezioni, delibera la certificazione.

*Emissione del certificato*, il certificato riporta: la norma di riferimento, la struttura certificata, la descrizione dei processi connessi al prodotto/servizio oggetto della certificazione e la validità.

*Visite di sorveglianza*, la certificazione prevede visite di mantenimento la cui frequenza varia da Ente a Ente, e che potrà essere modificata nel caso di situazioni che evidenzino criticità del Sistema Qualità. Anche in questo caso eventuali non conformità dovranno essere risolte dall'azienda entro i tempi definiti dall'Ente. Le visite di sorveglianza normalmente vengono programmate con cadenza annuale.



Attività coinvolte nel sistema qualità



*Revoca della certificazione*, nei casi in cui l'azienda non si dimostrasse capace di risolvere le non conformità, o comunque ripetutamente non attuasse le azioni correttive, l'Ente può revocare la certificazione.

Nel caso della certificazione di prodotti e servizi, questa viene attuata per mezzo di:

- un organismo di certificazione, che controlla la permanenza della conformità, mediante prove di laboratorio sui prodotti prelevati sul luogo di produzione e sul mercato;
- un laboratorio che effettua le prove di conformità;
- un Ente, rappresentativo di tutte le categorie interessate, che gestisce e garantisce l'intero sistema di certificazione attraverso l'accreditamento degli organismi di certificazione;
- un Ente rappresentativo di tutte le categorie interessate che garantisce le prestazioni dei laboratori attraverso l'accreditamento.

In particolare sulla confezione del prodotto o sullo stesso deve apparire, in modo chiaro e inequivocabile, il marchio dell'organismo di certificazione e il numero del certificato. Tale certificazione garantisce la conformità rispetto ai valori minimi di alcune caratteristiche del prodotto, richiesti da una norma o da un regolamento tecnico.

Quando la certificazione avviene mediante test sui parametri del processo produttivo viene definita *Certificazione della Qualità*. In questo caso, sul prodotto, non può essere riportato il marchio, ma può essere evidenziata la dichiarazione che lo stesso è stato realizzato in un'azienda con sistema di qualità certificato e citare anche l'organismo e il numero del certificato.

Analogamente la certificazione dei Sistemi Qualità viene attuata per mezzo di:

- un organismo di Certificazione che controlla la permanenza delle caratteristiche del sistema di qualità dell'azienda applicando uno schema di certificazione adatto al settore produttivo considerato;
- un Ente, rappresentativo di tutte le categorie interessate, che gestisce l'intero sistema inteso come complesso di operatori e di attività di certificazione attraverso l'accreditamento degli organismi di Certificazione (Accredia).

I Laboratori o le Aziende devono riuscire oggi a fornire regolarmente prodotti e/o servizi di alta qualità per essere competitivi nel lungo termine. Il miglioramento della qualità è ormai diventato un elemento chiave della strategia commerciale nazionale e internazionale.

La maggior parte dei Laboratori utilizza il sistema della qualità (ISO 9001) come mezzo per garantire la coerenza e conformità di prodotti e servizi rispetto a vari standard o aspettative del cliente.

La Norma ISO 9001 non è solo una norma di "conformità" a dei requisiti, ma può guidare l'organizzazione verso il miglioramento continuo e l'eccellenza, mediante il controllo e il monitoraggio dei processi aziendali.

La certificazione è un fattore discriminante di competitività, l'attenzione verso la quale è aumentata anche da parte della Pubblica Amministrazione; è sempre più frequente che nei bandi di gara compaiano elementi di qualificazione che avvantaggiano organizzazioni certificate. In alcuni casi la certificazione non costituisce solo un requisito ma diviene addirittura un elemento indispensabile ai fini dell'accreditamento, un biglietto da visita che rende immediatamente visibile l'affidabilità dell'Azienda, costituendo così una chiave spesso indispensabile per accedere ai mercati.

### **6.3.2 Procedure e tecniche di accreditamento dei Laboratori di Prova: la Norma ISO/IEC 17025**

#### **Accreditation procedures and testing laboratory techniques: the ISO/IEC 17025 standard**

di Alessandra Focà (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### **ABSTRACT**

*La Norma internazionale ISO/IEC 17025:2005 definisce i requisiti che un laboratorio deve soddisfare per garantire che dati e risultati offerti per specifiche prove siano accurati e affidabili.*

*Un laboratorio conforme con i requisiti di questa norma soddisfa sia i requisiti tecnici che gestionali necessari ad offrire al mercato garanzie sull'affidabilità e conformità dei risultati dei servizi forniti per i quali assicura, fra l'altro, l'impiego di personale qualificato e competente, l'utilizzo di strumentazione efficiente e tarata, l'utilizzo di reagenti e materiali idonei, il mantenimento di condizioni ambientali tali da non invalidare la prova, l'effettuazione di uno studio preliminare delle prestazioni e del metodo anche attraverso la validazione e la stima dell'incertezza del risultato.*

*The international ISO/IEC 17025:2005 defines the requirements laboratories must meet to ensure that they provide accurate and reliable data and test results.*

*Compliant laboratories will meet both the technical and management requirements needed to offer the market guarantees of reliability and conformity of the services provided, given that they ensure, among other things, the use of qualified and skilled personnel, effective and calibrated equipment, appropriate reagents and materials, environmental conditions that will not invalidate the test, the execution of a preliminary study of performance and method carried out validating and evaluating uncertainty in outcome.*

L'accreditamento è un processo tramite il quale un Ente di terza parte, indipendente e autorevole, stabilisce, ai sensi di norme riconosciute ed applicabili, l'imparzialità e la competenza del laboratorio ad eseguire specifici compiti <sup>(1)</sup>. In tale luce, la Norma internazionale ISO/IEC 17025:2005 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura" definisce i requisiti che un laboratorio deve soddisfare per dimostrare la competenza tecnica del suo personale e la disponibilità di tutte le risorse tecniche, tali da garantire dati e risultati che siano accurati e affidabili per specifiche prove, misurazioni e tarature. La serie di Norme UNI CEI EN ISO IEC 17000 rappresenta il quadro di riferimento normativo imprescindibile per gli enti di accreditamento, per gli organismi di certificazione di prodotti, di sistemi di gestione, del personale, di ispezione e per i laboratori di prova e taratura, poiché esplicita i requisiti di professionalità e di competenza che gli organismi e i laboratori sopra citati devono soddisfare. La valutazione della conformità di un prodotto/servizio a una norma può essere: una valutazione di prima parte, cioè un'autodichiarazione della conformità eseguita dal produttore/fornitore; una valutazione di seconda, eseguita invece da una persona interessata alla valutazione (un cliente che intende verificare la rispondenza del prodotto del proprio fornitore alle specifiche richieste); o una certificazione di terza parte, una procedura di accreditamento eseguita da un Ente accreditato, che si assume l'onere di accertare l'oggettiva corrispondenza alle prescrizioni indicate dalla norma regolamentante. L'accesso all'accreditamento è volontario ed aperto a qualsiasi Laboratorio di prova, sia come Ente indipendente sia come facente parte di una organizzazione più vasta (industria, istituto di ricerca, università, ecc.). L'accreditamento è un servizio volto a tutelare l'interesse degli utenti diversamente coinvolti nella catena produttiva, della qualità e sicurezza dei beni e dei servizi che circolano su un mercato internazionale. A tal fine sono stati istituiti, coerentemente al Regolamento (CE) n. 765/2008, gli organismi di accreditamento.

<sup>(1)</sup> Cfr. REG (CE) n. 765/2008 in materia di accreditamento e vigilanza del mercato per quanto riguarda la commercializzazione dei prodotti.

In Italia tale funzione è assolta da Accredia <sup>(2)</sup>, che, essendo indipendente e rappresentativo di tutte le parti interessate, garantisce, con competenza e imparzialità, verifica e sorveglianza nel tempo la conformità agli standard qualitativi. Grazie agli accordi internazionali di cui Accredia è firmatario i Rapporti di prova emessi dal Laboratorio per prove accreditate e le relative dichiarazioni di conformità sono accettati a livello internazionale. Inoltre, al fine di evitare la ripetizione di visite di valutazione sulla medesima organizzazione, ha creato accordi di collaborazione con le altre strutture nazionali di verifica della conformità per la gestione comune delle valutazioni di conformità alle rispettive norme. L'elenco ufficiale aggiornato delle strutture delle prove accreditate è disponibile sul sito dell'Ente.

La procedura di accreditamento prevede un esame preliminare della documentazione del Laboratorio, al quale viene richiesto di precisare i tipi di prove per le quali desidera l'accreditamento, ed ulteriori informazioni sulla Direzione, il personale, le apparecchiature ed i relativi certificati di taratura, le linee di responsabilità per i problemi riguardanti la qualità e le relative procedure, ed una copia del proprio Manuale della qualità. Successivamente all'esame della documentazione viene preparata ed effettuata una visita di valutazione nel Laboratorio ad opera di ispettori incaricati, scelti da appositi elenchi approvati dalla Commissione centrale tecnica di Accredia. Nei casi in cui il Laboratorio non soddisfi i requisiti, gli ispettori comunicano le non conformità rilevate, e richiede al Laboratorio di adottare opportune azioni correttive. In caso di parere favorevole, viene sottoposta al Consiglio Direttivo la proposta di accreditamento del Laboratorio per l'approvazione finale. Un laboratorio di prova, per essere accreditato da Accredia, deve possedere i seguenti requisiti:

- garantire il riferimento metrologico;
- garantire l'affidabilità e la riproducibilità delle procedure impiegate;
- possedere una dotazione adeguata di strumentazione, personale competente, giudizio tecnico imparziale;
- garantire la permanenza nel tempo delle condizioni che hanno consentito l'accreditamento.

Un laboratorio che invece vuole essere riconosciuto come laboratorio di terza parte deve essere in grado di dimostrare che esso stesso ed il suo personale sono liberi da pressioni indebite, commerciali, finanziarie o di altra natura, suscettibili di avere un'influenza negativa sui giudizi tecnici per non compromettere la fiducia nella sua indipendenza di giudizio e nella sua integrità in relazione alle sue attività di prova o di taratura.

Un laboratorio conforme con i requisiti della ISO/IEC 17025 soddisfa sia i requisiti tecnici che gestionali necessari ad offrire al mercato garanzie sull'affidabilità e conformità dei risultati dei servizi forniti, prove, misure e tarature, per i quali assicura, fra l'altro, l'impiego di personale qualificato e competente, l'utilizzo di strumentazione efficiente e tarata, l'utilizzo di reagenti e materiali idonei, il mantenimento di condizioni ambientali tali da non invalidare la prova, l'effettuazione di uno studio preliminare delle prestazioni e del metodo anche attraverso la validazione e la stima dell'incertezza del risultato.

Di conseguenza, giacché i Laboratori "certificano" lo sviluppo dei propri sistemi qualitativi, amministrativi e tecnici sulla base della ISO/IEC 17025, è su questa stessa norma che i clienti del laboratorio, le autorità in ambito regolamentato e gli organismi di accreditamento riconoscono o confermano la competenza dei laboratori.

La certificazione di un laboratorio ai sensi della ISO 9001 e l'accreditamento dello stesso ai sensi della ISO/IEC 17025, seppur conferenti fiducia nei servizi offerti, sono oggetto di una cruciale differenza: la certificazione ISO 9001 non costituisce evidenza che il laboratorio sia in grado di fornire prove accurate e affidabili, ma soltanto che il laboratorio sia gestito, nel suo complesso, secondo un sistema di controllo della qualità.

<sup>(2)</sup> Ente unico nazionale di accreditamento, nato come associazione riconosciuta, senza scopo di lucro dalla fusione di SINAL e SINCERT e con il contributo di SIT - INRIM, ENEA e ISS, designato dal Governo il 22 dicembre 2009.

La garanzia che un laboratorio fornisca prove, o tarature, accurate e affidabili è, al contrario, certificata dalla conformità alla ISO/IEC 17025, che, pur prevedendo anche requisiti per la gestione del sistema della qualità, contiene requisiti più specifici per tecnica e imparzialità, atti a garantirne i servizi. I requisiti gestionali della ISO/IEC 17025 sono talmente allineati a quelli della ISO 9001 che un laboratorio accreditato, con riferimento ad attività di prova, risulta di fatto conforme alla ISO 9001 anche se non certificato.

Non è vero tuttavia il contrario. L'accREDITAMENTO di un laboratorio è conseguito per ogni singola prova o taratura a seguito del superamento di una visita ispettiva, *audit*, di verifica di soddisfazione dei requisiti di norma da parte dell'organismo competente.

Gli audit sono attività di validazione e controllo atte a verificare la conformità ai requisiti della norma di riferimento per l'accREDITAMENTO.

Gli audit sono definiti interni se sono azioni di controllo interne al laboratorio stesso che gli addetti fanno per verificare la rispondenza normativa ai requisiti gestionali e tecnici dei processi; sono esterni qualora siano fatti da *auditor*, controllori esterni inviati dall'Ente di accREDITAMENTO.

Gli audit esterni sono controlli, a cadenza annuale o triennale, di verifica della conformità normativa nel tempo, gestionale, tecnica, di politica della qualità e di validazione delle prove del laboratorio così da garantire il mantenimento nel tempo dei livelli di competenza tecnica necessari.

Benché il laboratorio sia sottoposto a continua sorveglianza da parte dell'Ente di accREDITAMENTO – che, in caso di inadempienze, attiva provvedimenti sanzionatori, che vanno dal rafforzamento delle attività di sorveglianza alla sospensione o revoca dell'accREDITAMENTO dell'attività di prova –, l'accREDITAMENTO, pure essendo un indice di competenza tecnica e gestionale, non costituisce una garanzia sulle singole prestazioni del laboratorio e non comporta una diminuzione delle responsabilità derivanti dai contratti stipulati tra il laboratorio ed i suoi clienti.

La struttura organizzativa del laboratorio deve quindi essere tale da non creare conflitti d'interesse che possano avere un impatto negativo sulla qualità:

- tutte le attività di routine devono essere eseguite secondo procedure scritte. I metodi e le procedure devono essere validati, compresi quelli per il campionamento, l'analisi e la valutazione dei dati;
- le apparecchiature utilizzate per il campionamento e gli strumenti di analisi devono essere calibrati, testati e mantenuti in condizioni ottimali rispetto agli standard di calibrazione.

Per poter garantire la riferibilità dei propri risultati al Sistema di Taratura in Italia, il laboratorio può affidare questa operazione ad un Centro SIT accreditato, o tarare internamente le proprie apparecchiature selezionando un metodo di taratura standardizzato e munendosi di tutti i campioni di riferimento tarati da un centro SIT;

- i campionamenti devono essere eseguiti secondo un piano di campionamento e tutti i dati dei campioni devono essere documentati;
- le attività devono essere svolte in luoghi definiti, mobili o permanenti del laboratorio le cui condizioni ambientali (temperatura, umidità e interferenze elettromagnetiche) devono essere monitorate e controllate;
- ogni prova deve essere descritta in un report analitico che includa le informazioni dettagliate sul campione, i risultati analitici, una stima dell'incertezza generale della misura. I report devono essere mantenuti in modo appropriato per assicurare l'integrità e disponibilità dei dati;
- i fornitori di servizi e subappaltatori devono essere gestiti mediante un piano formale; i risultati analitici non conformi devono essere documentati e controllati; la conformità alla ISO/IEC 17025 e le procedure interne devono essere verificate durante i regolari audit interni.



*Impact & Cycling test. Prove effettuate da GLASBILT srl su vetro stratificato fisso secondo le norme tecniche USA ASTM E1996 ed E1886*

Tra i requisiti tecnici, infatti, la norma richiede che tutte le apparecchiature usate per le prove e/o tarature che hanno un'influenza significativa sull'accuratezza o sulla validità del risultato della prova, della taratura o del campionamento devono essere tarate prima di essere messe in servizio. Il laboratorio deve stabilire un programma e una procedura per la taratura delle proprie apparecchiature che comprenda un sistema di selezione, uso, verifica e controllo dei campioni di misura e i materiali di riferimento utilizzati, così come delle apparecchiature utilizzate per eseguire le prove e le tarature.

Un laboratorio di prova che esegue le proprie tarature deve avere e deve applicare una procedura per stimare l'incertezza di misura <sup>(3)</sup>.

Il livello di rigore necessario in una stima dell'incertezza di misura dipende da fattori come: i requisiti del metodo di prova, i requisiti del cliente e l'esistenza di limiti stretti su cui sono basate le decisioni della conformità ad una specifica. Il processo di misurazione produce un'informazione quantitativa, ovvero un valore numerico definito come "misura". Il risultato deve essere riferibile a campioni appropriati, generalmente nazionali o internazionali, attraverso una catena ininterrotta di confronti, tutti con incertezza dichiarata.

Il modo più sicuro per produrre misure riferibili è quello di produrle tutte mediante strumenti tarati da laboratori di taratura accreditati dagli Organismi di accreditamento dei vari Paesi facenti parte dell'EA (European co-operation for Accreditation) e dell'ILAC (International Laboratory Accreditation Co-operation).

L'accreditamento di un laboratorio fornisce quindi una serie di vantaggi analitici e commerciali quali l'inserimento nella lista dei laboratori Accredia cui un utente solitamente fa riferimento, il miglioramento della qualità e dell'efficienza del laboratorio o la stipula di contratti che si riferiscono solo a laboratori accreditati. La normativa tecnica di settore fornisce disposizioni in merito all'esecuzione dei test di laboratorio e ne stabilisce, caso per caso, modalità e condizioni in funzione o delle specifiche tecniche cui devono rispondere o dell'uso cui i prodotti sono destinati, nonché le regole di espressione dei risultati delle prove affinché i risultati siano attendibili e tra loro confrontabili.

Il mercato in molti campi della produzione è interessato a preferire i servizi di un laboratorio accreditato giacché il rapporto di prova rilasciato da quest'ultimo ha *valore di certificazione* e può essere utilizzato quale documento valido per la certificazione di un prodotto, certificazione per la quale è necessario seguire un'ulteriore procedura.

Infatti, da un lato, chi produce ha l'esigenza di basare le dichiarazioni di conformità del proprio prodotto su prove effettuate da un laboratorio conforme ai requisiti di qualità internazionali, dall'altro chi acquista sceglie con più fiducia un prodotto analizzato da un laboratorio accreditato.

Per questo occorre che un laboratorio fornisca *range* di valutazione della prova rispondenti alle diverse norme di marcatura esistenti, così da soddisfare le gli standard normativi dei mercati extraeuropei.

Un laboratorio di prova, quindi, può essere certificato e accreditato oppure solo certificato o solo accreditato, ma qualora si riveli necessario un rapporto di prova con validità riconosciuta (per contratto, per norma, per legge, per regolamentazione di settore, ecc.) è solo l'accreditamento che garantisce il soddisfacimento dei requisiti previsti.

<sup>(3)</sup> La Norma UNI 4546 "Misure e misurazioni - Termini e definizioni fondamentali" definisce che la "misura è l'informazione costituita da un numero, una incertezza ed una unità di misura, assegnata a rappresentare un parametro in un determinato stato di un sistema".

### 6.3.3 **Processi normati di verifica e controllo dei sottosistemi ambientale e tecnologico dell'organismo edilizio** *Regulated processes to verify and monitor the environmental and technological sub-systems of buildings*

di Konstatina Koutlaki (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Il tema del controllo del progetto è una condizione importante per la qualità nel settore delle costruzioni. Tra gli strumenti di controllo utilizzati durante il processo edilizio si è posta l'attenzione al Building Testing, in quanto processo che permette di monitorare, verificare, simulare le condizioni ambientali e le condizioni di esercizio. Un tale sistema permette anche di prevedere il "comportamento" del costruito, controllare la validazione del progetto permettendo di sperimentare soluzioni tecnologiche alternative, ottimizzando le sue caratteristiche. Un ruolo importante nelle attività di B.T. lo occupano i mock-ups nella fase di commissioning di progetti complessi. L'operato degli enti notificati che effettuano prove di laboratorio e prove in cantiere ha una ricaduta importante sulla ricerca e nella commercializzazione dei prodotti edili, sulla concorrenza leale e sulla loro tracciabilità e qualità.*

*Monitoring design is important in terms of ensuring quality in the building sector. As to the instruments used to monitor building processes, attention has been focused on Building Testing given that this process makes it possible to monitor, verify and simulate environmental conditions and the operating conditions of a project. Thanks to this method, the "behaviour" of a building can be forecasted and project validation can be monitored, making it possible also to experiment with alternative technological solutions so as to optimise its features. Mock-ups in the commissioning phase of complex projects play an important role in the context of B.T. activities. The work carried out by the notified bodies that perform the laboratory and on-site tests has important effects on research and on the marketing of building products, fair competition, traceability and quality.*





Instytut Techniki Budowlanej di Varsavia.  
 “Thermal Physics, Sanitary Systems and  
 Environmental Department”

La verifica e il controllo di un organismo edilizio sono supportati da diversi strumenti-processi, che facilitano l'attività di controllo tra ciò che si progetta, ciò che si realizza e ciò che si gestisce, ottimizzando le prestazioni di un progetto ma permettono anche di minimizzare gli errori durante la costruzione. Alcuni di questi strumenti, tra quelli più in uso, sono: il *building labeling*, effettuato attraverso programmi e metodologie di progettazione, di simulazione e di controllo che interessano il settore della sostenibilità del progetto; il *monitoraggio* attraverso *strumenti informativi di domotica*, che riguardano la gestione del progetto; il *facility management*, valido durante la fase d'uso del manufatto che interessa il settore della manutenzione; il *building testing*, utile sia per la verifica e valutazione di interi organismi edilizi che di singoli componenti.

La caratteristica di quest'ultimo – che ne fa anche il suo punto di forza – è la contestualizzazione del progetto, basata su un regime dinamico, valido per progetti di qualsiasi tipo, scala e complessità. Il *building testing*, ossia i controlli e le prove a cui viene sottoposto ogni singolo materiale da costruzione oppure l'intero edificio, in laboratorio o in cantiere, riguarda un processo che permette di monitorare, verificare, simulare le condizioni ambientali (interne ed esterne) e le condizioni di esercizio del progetto. L'obiettivo è di prevedere ed individuare, quanto più verosimilmente possibile, per ogni condizione, la corrispondenza delle reazioni da parte del progetto stesso. Tale processo è utile sia in fase di progettazione di un organismo edilizio sia in fase di costruzione. Permette agli attori del processo edilizio di monitorare i loro prodotti e di prevedere il loro “comportamento”, di controllare la validazione del progetto ma anche di sperimentare soluzioni tecnologiche alternative per migliorare il progetto.

Tali indagini riguardano sia l'organismo edilizio nel suo complesso che singoli materiali da costruzione.

Il *building testing* ha le sue radici nel mondo anglosassone e in particolare negli Stati Uniti d'America. L'introduzione di questi strumenti nasce dalla necessità di rispondere ad una esigenza progettuale nel controllo dei risultati di costruzione e gestione dei manufatti edilizi complessi. Un tipico esempio di *building testing* è quello che si effettua durante la fase del *commissioning* <sup>(1)</sup>, attraverso la costruzione dei *mock-ups*. La fase di *commissioning* è un processo sistematico comprendente le fasi di ispezione, collaudo e formazione, condotto allo scopo di confermare che l'edificio e l'insieme dei suoi componenti soddisfino i requisiti richiesti dai suoi occupanti.

Con il termine *mock-ups*, si definiscono i modelli strutturali in scala reale costruiti con tecniche, materiali e componenti previsti dal progetto. Con questo strumento si dà l'opportunità alla squadra di professionisti-progettisti coinvolti nel progetto di svolgere delle verifiche ed esprimere delle stime servendosi ed utilizzando delle rappresentazioni tridimensionali attraverso cui valutare la funzionalità, determinare la conformità del costruito con il progetto, valutare gli standard estetici qualitativi e migliorare le sue caratteristiche costruttive in collaborazione con chi esegue i lavori. Negli ultimi anni, con l'emergere delle questioni ambientali, a queste verifiche qualitative si aggiungono anche verifiche che riguardano il risparmio energetico, le condizioni microclimatiche del progetto, la qualità dell'aria degli ambienti interni ed esterni, la qualità dell'illuminazione e l'ottimizzazione sull'utilizzo delle risorse naturali, ecc. I modelli *mock-ups* si distinguono in 4 tipologie <sup>(2)</sup>: i laboratori *mock-ups* fuori del sito di costruzione, strutture in scala reale costruite, esaminate e testate in laboratorio sotto condizioni controllate; i laboratori *mock-ups* autonomi ubicati nel sito della costruzione, strutture che sorgono per facilità del costruttore vicino l'edificio ma non sono incorporate ad esso; *mock-ups* integrati, strutture incorporate all'edificio che dopo la fine delle prova costituiscono una porzione di esso; i piccoli o *mock-ups* di dettaglio, piccole strutture che servono per eseguire una revisione su particolari tecnologici che non è possibile controllare mediante l'uso dei grandi *mock-ups*.

<sup>(1)</sup> *Commissioning per un rendimento di edifici ottimizzato*, Intervista di N. Chazapi in [4] *Energy: Energia, Edificio, Economia, Ambiente*, vol. 01, Novembre 2012, Rivista trimestrale greca.

<sup>(2)</sup> K.D. Knight, J.A. Runkle, B.J. Boyle, *Effective utilization of mock-ups within the building envelope commissioning process in Proceedings of RCI*, October 26-27, 2009.

Il building testing è rappresentato sul mercato da due categorie di prove: quelle che si effettuano nei laboratori e quelle che si effettuano in cantiere. Per la realizzazione delle prime necessitano dei provini prelevati dal cantiere o dei campioni di materiali forniti dai produttori o dai ricercatori. Spesso nelle prove di laboratorio si fa uso anche di piccoli *mock-ups* (in scala reale o no), costruiti per riprodurre, con l'ausilio di strumenti e programmi di simulazione, le condizioni alle quali verrebbe sottoposto il materiale o la componente tecnologica in questione in opera. Per quanto concerne le prove della seconda categoria, là dove non ci sono le condizioni per effettuarle direttamente sull'edificio, è indispensabile ricorrere alla costruzione di strutture *mock-ups* in scala reale. La strumentazione di supporto per eseguire la prova sui materiali può essere fissa oppure mobile. In alcuni casi si installa provvisoriamente un'apposita strumentazione per effettuare il testing in cantiere e successivamente si prosegue per la fase di elaborazione dati in laboratorio (e.g. le prove sulla qualità dell'aria interna di ambienti chiusi confinati attraverso gascromatografo).

La *mission* dei laboratori notificati <sup>(3)</sup> che svolgono delle prove accreditate sui materiali o sugli organismi edilizi si esplicita in tre ambiti tematici:

- ricerca interna, la quale coinvolge i propri ricercatori in attività attinenti all'ottimizzazione dei materiali-prodotti già presenti sul mercato ma anche nella ricerca di nuove tecniche e materiali che si svolge anche in partenariato con altri enti pubblici e/o privati;
- ricerca e attività di testing e certificazioni volontarie, commissionate da terzi (e.g. imprese di produzione che chiedono l'analisi e la verifica dei materiali edilizi o componenti già prototipati ma anche su nuovi materiali da promuovere sul mercato);
- attività di testing dettata dai processi normati e finalizzata alla certificazione nazionale o europea obbligatoria (e.g. CE), commissionate da terzi.

L'importanza dell'operato dei laboratori di building testing in Italia, e in generale in Europa, ha una ricaduta diretta sulla qualità del settore delle costruzioni ma anche sulla concorrenza leale e sulla circolazione dei prodotti edilizi, con un'etica più corretta riguardo alle informazioni sulla loro tracciabilità, sul loro impiego e sul loro ciclo di vita. In particolare il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) n. 305/2011, che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione abrogando la Direttiva 89/106, si basa su sette requisiti: resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene salute e ambiente, sicurezza e accessibilità nell'uso, protezione contro il rumore, risparmio energetico e ritenzione del calore, uso sostenibile delle risorse naturali.

Nel corso di uno stage di formazione svolto presso il centro di ricerca ITB <sup>(4)</sup>, oltre ad individuare e studiare la *mission* e le attività del centro di ricerca, le sue interrelazioni con le istituzioni nazionali ed internazionali, i suoi accreditamenti e la tipologia del target dei suoi clienti, l'interesse è stato focalizzato in modo specifico sul processo seguito per l'esecuzione delle prove di laboratorio. Si tratta di un iter metodologico che coinvolge diverse figure professionali (chimici, fisici, ingegneri ambientali, ecc.), specifica normativa tecnica e l'utilizzo di apposita attrezzatura e macchinari in forte interazione con sistemi di monitoraggio di tipo Building Management Systems, spesso incorporati nell'attrezzatura di testing.

Tale iter è costituito principalmente dalle seguenti fasi:

- A. *Avvio della procedura con la compilazione del modulo di richiesta su una specifica prova.* Il responsabile del laboratorio invia all'Ente richiedente un apposito documento da compilare. Nel documento si richiedono i dati anagrafici del richiedente, il nome di chi commissiona la prova, la tipologia (impresa di produzione o di importazione del prodotto, utenza, ecc.), chi copre le spese della prova (nome dell'Ente o dell'impresa), i dati

<sup>(3)</sup> L'elenco dei laboratori europei notificati per ciascuna norma di prodotto è consultabile sul sito della comunità europea denominato NANDO. L'elenco di tutti i report emessi come laboratorio notificato sono consultabili sul sito dello stesso laboratorio, come richiesto dalla circolare del Ministero dell'interno del 9 giugno 2011. L'Accreditamento dei laboratori di prova viene eseguito ai sensi della Norma UNI EN I-SO17025[8], da appositi Enti appartenenti alla EA (European Cooperation for Accreditation).

Fonte: Istituto Giordano

<sup>(4)</sup> Nel corso dell'esperienza, si sono effettuate le seguenti prove: determinazione della conduttività termica e trasmittanza termica di un isolante con il metodo della piastra calda con anello di guardia (ISO 8302); determinazione delle caratteristiche di traspirazione dei materiali isolanti sotto determinate condizioni microambientali (ISO 12571:2000); determinazione della trasmittanza termica di finestre e porte attraverso il metodo hot box (ISO 12571); analisi dei composti organici volatili COV nell'aria in ambienti confinati interni con il metodo di campionamento attivo con cartucce adsorbenti e gascromatografia (ISO 1600-6); determinazione di formaldeide e altri composti con il metodo di campionamento attivo nell'aria di ambienti confinati interni (ISO 1600-3) (attività solo dimostrativa); determinazione e individuazione di amianto in materiali da costruzione e di arredo (attività solo dimostrativa).



Attrezzatura di laboratorio per l'analisi dei composti organici volatili inquinanti negli ambienti interni: metodo del campionamento attivo con cartucce adsorbenti



Attrezzatura di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche termiche dei materiali: metodo della piastra calda con anello di guardia

(<sup>5</sup>) Il livello di sistema dichiara il livello di responsabilità che assume l'organismo notificatore rispetto alle informazioni che sono state trasmesse dal produttore-fabbricante del materiale. Sono informazioni che riguardano la tracciabilità del prodotto e i suoi dati tecnici. Più bassa è la sigla più alta è la responsabilità del produttore su prove iniziali prima di incaricare la certificazione all'organismo notificatore.

Per i sistemi di attestazione di conformità si veda anche B. Parisi, *Controlli e prove sui materiali per l'edilizia. In cantiere e in laboratorio*, Collana appalti lavori pubblici, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2014.

anagrafici del prodotto, con specifiche caratteristiche dell'elemento che si sottoporrà alla prova (nome, descrizione, codice, tipo, destinazione d'uso, scopo specifico della prova). Una seconda parte di questo documento è dedicata alla dichiarazione dell'intento della prova. Nello specifico è importante dichiarare, fin dall'inizio, se la prova si deve effettuare per avere un referto tecnico, un'analisi di tipo generico oppure un rapporto di prescrizioni tecniche, allegando delle linee guida per l'ottimizzazione del progetto-prodotto. Nel caso di richiesta per ottenere la marcatura CE oppure qualsiasi altra marcatura di tipo nazionale o locale, il richiedente, oltre che dichiarare l'intento del *labelling*, dovrà dichiarare i livelli del sistema di marcatura (<sup>5</sup>). Successivamente bisogna dichiarare la tipologia della marcatura-certificazione richiesta (se è obbligatoria o volontaria), se l'elemento ha ottenuto un'altra certificazione (va riportato il codice di registrazione), dichiarare in modo esaustivo qual è l'obiettivo per cui si vuole effettuare una prova rispetto ai risultati attesi. Il format della domanda, infine, si chiude con una sezione dedicata ai documenti da allegare e alle informazioni e requisiti aggiuntivi. In quest'ultima parte il produttore potrebbe allegare delle schede tecniche o dei disegni che riguardano il suo prodotto.

- B. *Consegna e registrazione del provino*. Si registra il giorno, l'orario esatto e il luogo dove è stato consegnato il campione. Si riportano i dati relativi alla tracciabilità esatta del suo percorso; insieme ai dati aggiuntivi del packaging con cui il campione è stato confezionato, il suo codice-nome, le sue condizioni (o caratteristiche fisiche) e il numero dei pezzi di campionatura.
- C. *Preparazione e svolgimento della prova*. L'operatore, anche se dispone di informazioni utili ricevute dal produttore, prima ancora di sottoporre il campione alle verifiche di laboratorio, è impegnato ad eseguire alcune misurazioni, che variano a seconda della prova da effettuare. Subito dopo, l'operatore effettua la prova che si compone di due operazioni importanti: la regolazione delle macchine impostando tutti i dati input e simulando le condizioni ambientali a cui si vuole sottoporre il campione; la taratura dei dispositivi e dei macchinari che sono necessari per svolgere la prova. È importante che gli operatori abbiano una conoscenza del protocollo della prova da effettuare per poter agire in modo preciso.
- D. *Lettura ed interpretazione dei dati output della prova*. I dati output dei dispositivi vengono raccolti dal personale che effettua la prova e vanno interpretati per preparare la relazione tecnica finale. In alcuni casi (come ad esempio nella prova della misurazione della trasmittanza termica di un materiale isolante) gli output della prova di laboratorio diventano subito oggetto di nuove elaborazioni e simulazioni effettuate, con l'ausilio di programmi di simulazioni e softwares specifici.
- E. *Redazione della relazione tecnica finale - testing report*. È l'ultima fase della prova. Il livello di comunicazione e il contenuto delle informazioni rilasciate al soggetto incaricante variano. È importante focalizzare bene il motivo per cui il soggetto incaricante ha richiesto la prova (informazioni che sono state richieste nella prima fase della procedura con la compilazione del modulo di richiesta). Il rilascio della relazione tecnica finale, a seconda dell'obiettivo della prova richiesta, può essere sintetizzato da una semplice scheda tecnica che accompagna il prodotto nella sua fase di commercializzazione e/o da una relazione analitica delle caratteristiche del prodotto affiancata da suggerimenti tecnici per il produttore, utili per ottimizzare il suo *status* prestazionale.

Le 5 fasi sopra elencate sono alla base dell'iter di un processo tipo nelle prove di laboratorio che può anche essere personalizzato a seconda del protocollo di organizzazione di ogni singolo laboratorio e soprattutto a seconda delle esigenze della prova stessa.

### 6.3.4 Processi normati di verifica per la determinazione delle caratteristiche termiche dei materiali

#### Regulated verification processes to determine the thermal characteristics of materials

di Santa Spanò (\*)

#### ABSTRACT

Lo studio propone una modalità di approccio alla sperimentazione nel campo delle verifiche termiche e prestazionali dei materiali per l'edilizia. La stringente e copiosa normativa relativa al settore energetico impone infatti il raggiungimento di standard europei molto elevati, capaci di consentire la realizzazione, entro il 2020, degli nZEB, edifici a consumo quasi zero.

È grazie a questi ambiziosi obiettivi che si è reso necessario verificare le prestazioni dell'edificio in tutte le sue componenti ancor prima che venga realizzato. Sarà quindi il laboratorio di prova il luogo in cui effettuare le verifiche, attraverso la sperimentazione e l'applicazione pratica di tutti i processi normati, per verificare e controllare l'organismo edilizio.

*This study presents a method for experimentation aimed at verifying thermal performance and the efficiency of building materials. There are a number of stringent regulations that apply to the energy sector and, in fact, they require compliance with extremely high European standards that will result in the construction of nZEBs, nearly zero-energy buildings, by 2020. In view of this ambitious objective, it has become essential to verify a building's performance in all its components before it is actually built. Test laboratories will therefore become the place where verifications will be carried out through experimentation and practical implementation of all the regulated processes to verify and monitor the building organism.*

Il ruolo determinante rivestito dal settore terziario e residenziale e sia in termini di domanda di energia che di emissioni inquinanti riversate in atmosfera, ha portato nell'ultimo decennio alla nascita di un percorso normativo sul tema dei consumi energetici negli edifici. Come primo passo, l'Unione Europea ha deciso di fronteggiare la questione energetica emanando la Direttiva 2002/91/CE <sup>(1)</sup>, con l'obiettivo di promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici appartenenti agli Stati membri. Attraverso la norma si propone l'adozione di una metodologia che consenta di pervenire ad una certificazione della qualità energetica degli edifici, tramite una classificazione basata sui loro consumi complessivi (per riscaldamento e raffrescamento, illuminazione degli ambienti e produzione di acqua calda ad uso sanitario). In seguito a tali indirizzi, per conseguire obiettivi di risparmio energetico, le norme successive tra cui la direttiva 2010/31/UE <sup>(2)</sup>, i programmi di ricerca e le strategie politiche si sono orientati verso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e lo sviluppo di tecnologie in grado di rendere le fonti convenzionali più efficienti e soprattutto meno inquinanti. In particolare, la Direttiva citata prevede che "gli Stati membri assicurino che entro il 31 dicembre 2020 tutte le nuove costruzioni siano edifici ad energia quasi zero; e dopo il 31 dicembre 2018, i nuovi edifici occupati e di proprietà di autorità pubbliche siano edifici a quasi zero energia".

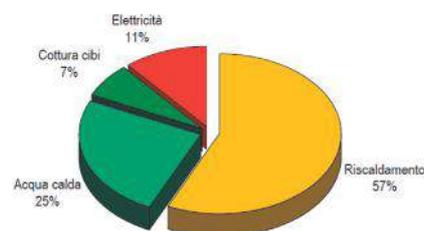
Tuttavia, nella consapevolezza che non ha senso occuparsi della qualità energetica di un edificio senza contemporaneamente considerare il livello di qualità ambientale atteso dall'utente, nelle norme viene fatto esplicito riferimento alla qualità climatica interna: il mantenimento di un determinato livello di comfort infatti, a parità di caratteristiche costruttive dell'edificio e degli impianti, determina un aumento dei consumi ed un possibile peggioramento della sua classe energetica. A questo riguardo, la UNI-EN 15251 <sup>(3)</sup> collega la classificazione energetica degli edifici alle prestazioni di comfort, definendo i parametri indoor ed i criteri necessari per raggiungere gli obiettivi di performance energetica assegnata.

(\*) Architetto, Dottoranda in Architettura e Territorio, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

<sup>(1)</sup> Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia, Strasburgo, 2006, recepita in Italia con il d.lgs. 19 agosto 2005, n. 192, *Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, G.U. n. 222, 23 settembre 2005, suppl. ord. n. 158.

<sup>(2)</sup> Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica degli edifici, Strasburgo, 2010.

<sup>(3)</sup> UNI/EN 15251, *Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione ed all'acustica*, 2008.



Attività a maggior consumo energetico nel settore residenziale

Alla luce di questo quadro normativo, lo studio condotto ha analizzato le modalità di analisi sperimentale delle caratteristiche termiche dei materiali, allo scopo di evidenziare l'esigenza di un'ampia strumentazione, quale quella in dotazione al *Building Future Lab* e in particolare della Sezione TestLab TestRoom TestCell, che consenta di analizzare i comportamenti termodinamici dei vari componenti d'involucro in ambiente reale.

La EPBD recast richiede agli Stati membri che i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici siano definiti in un'ottica di raggiungimento dei livelli ottimali di costo. A tali fini, la Direttiva ha introdotto una metodologia di analisi comparativa, con il proposito di determinare requisiti di riferimento per gli standard nazionali.

Il 21 marzo 2012 è stato pubblicato il *Regolamento* UE n. 244/2012 e, a seguire, il 19 aprile 2012, le *Linee guida* che lo accompagnano, provvedimenti che nel loro insieme definiscono il quadro metodologico per la determinazione dei requisiti energetici ottimali degli edifici, la base per le elaborazioni da effettuare, sia dal punto di vista tecnico che economico, a cura degli Stati.

Inoltre il decreto legislativo 192/2005, come modificato dal decreto legge 63/2013 ai fini del recepimento della Direttiva 2010/31/UE, fissa nuovi criteri per la definizione dei requisiti minimi degli edifici nuovi e per le ristrutturazioni di quelli esistenti (Tabella 1) e, a tali fini, prescrive per le nuove costruzioni l'utilizzo dell'edificio di riferimento o target.

Risulta quindi di fondamentale importanza il raggiungimento di questi obiettivi e, attraverso una serie di verifiche normate in laboratorio, determinare i valori dei parametri prestazionali della struttura edilizia.

Tabella 1. Edifici esistenti. Comparazione delle trasmittanze termiche delle soluzioni ottimali e degli attuali limiti di legge

	$U_{wall}$ [Wm <sup>-2</sup> k <sup>-1</sup> ]	$U_{window}$ [Wm <sup>-2</sup> k <sup>-1</sup> ]	$U_{roof/ceiling}$ [Wm <sup>-2</sup> k <sup>-1</sup> ]	$U_{floor}$ [Wm <sup>-2</sup> k <sup>-1</sup> ]	ZONA CLIMATICA
$U_{ott}$	0,45	4,20	0,40	0,45	B
$U_{lim}$	0,48	3,00	0,38	0,49	
$\Delta\%$	-6,3%	40,0%	4,4%	-7,8%	
$U_{ott}$	0,29	2,00	0,23	0,29	E
$U_{lim}$	0,34	2,20	0,30	0,33	
$\Delta\%$	-15,7%	-9,1%	-23,9%	-12,7%	

Riguardo a quest'ultimo aspetto, negli anni '80 e '90, l'UE ha finanziato una serie di progetti mirati alla realizzazione di TestCell, per misurare la trasmittanza termica ed il fattore solare di elementi opachi e trasparenti, e validare alcuni software di simulazione in regime dinamico.

Nonostante la maggior parte delle TestCell siano attualmente in disuso o utilizzate prevalentemente per monitorare efficienze di sistemi solari passivi, l'esperienza dei *test-site* realizzati negli anni '80 è stata la più significativa dal punto di vista scientifico.

La sperimentazione ha evidenziato diversi punti deboli della realizzazione e gestione delle TestCell e delle misure condotte, ed è proprio con riferimento a quelle esperienze ed alle carenze ieri rilevate che si vuole proporre oggi una TestCell innovativa dal punto di vista sia tecnologico che progettuale, che lavori in regime dinamico avvicinandosi il più possibile alla realtà del dato.

Attualmente i laboratori per i test sui componenti danno infatti la possibilità di effettuare prove in maniera accurata e ripetibile, ma sempre in regime stazionario, senza considerare la variabilità del comportamento del materiale in relazione alle condizioni del contorno ed alle reali condizioni di ubicazione.

D'altra parte, analizzare il comportamento dei nuovi componenti su un edificio reale comporta notevoli difficoltà; pertanto l'utilizzo di una camera di prova all'aperto, equipaggiata con strumentazione scientifica di misura, con un alto grado di

controllo delle condizioni interne, può rappresentare la soluzione e dare la certezza del dato sperimentale, senza il rischio di commettere errori in fase di cantiere. La TestCell proposta è innovativa rispetto a quelle adottate in passato, sia dal punto di vista tecnologico che delle condizioni di uso.

Tale soluzione, a pianta rettangolare <sup>(4)</sup>, è costituita da due livelli, per confrontare e testare le condizioni dei sottotetti ovvero componenti su falde inclinate, e da una camera di prova non adiabatica, opportunamente schermata per ridurre gli effetti di surriscaldamento dovuti alla radiazione solare diretta.

Dal punto di vista costruttivo, la cella ha una struttura portante in acciaio, più leggera delle strutture in muratura, che le consente di ruotare su base girevole (Figura 1), ed è coibentata, con pareti caratterizzate da trasmittanza pari a 0,35 W/m<sup>2</sup>K. Tale scelta è dovuta alla criticità rappresentata, nelle precedenti sperimentazioni, dall'adiabaticità, che risultava causa di surriscaldamento interno e, di conseguenza, di misure falsate: a tal fine nella cella sono presenti una sovrastruttura di pareti ventilate in cotto ed una copertura anche essa ventilata.

I materiali che la compongono consentono inoltre di limitare i ponti termici.

La struttura nel suo insieme consiste di due parti affiancabili, della dimensione totale di un container (Figura 2), per consentirne il trasporto: una parte che funge da scheletro, allestibile con *mock-ups* di prova, per la verifica dei componenti (infissi o pareti) e delle dinamiche che si sviluppano nei punti di contatto, ed un'altra parte chiusa, la *control room*, equipaggiata con strumentazione di verifica dei componenti in regime dinamico. Le superfici interne sono rivestite da *flux-tiles*, piastrelle che supportano sensori di misura dei flussi termici.

I risultati sul componente di test permetteranno di mettere a punto e validare algoritmi e codici di calcolo in regime dinamico, dando la possibilità di simulare il comportamento del nuovo componente edilizio anche in altri ambiti climatici e a diverse scale di edificio.

La possibilità di ruotare della TestCell consentirà inoltre di effettuare misure sull'illuminamento interno nei diversi orientamenti, sia con cielo sereno che coperto, favorendo la ricerca di soluzioni alternative all'attuale algoritmo di calcolo del fattore di luce diurna, che viene attualmente valutato in condizioni di cielo coperto, quindi poco rappresentativo dell'area mediterranea, portando a progetti eccessivamente *trasparenti* rispetto alle esigenze del clima stesso.

In generale, i risultati ottenibili sulla cella consentiranno di promuovere innovazione nei prodotti di involucro in edilizia, soluzioni tecnologiche associate ad edifici ad elevata massa termica, all'uso di infissi avanzati, di rivestimenti di facciata e di copertura, di sistemi di schermatura solare, per raggiungere le altissime prestazioni energetiche ormai richieste dalle norme e dagli *nZEB*.

Il complesso di attività della Sezione del laboratorio TestCell riguarda la determinazione dei parametri necessari al calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio indicati dalla Norma UNI/TS 11300-1 <sup>(5)</sup> (Tabella 2).

In particolare la Sezione TestCell si occupa dell'analisi delle caratteristiche termiche di materiali e componenti, anche per applicazioni industriali, quali: murature, solai; vetrate; serramenti, porte blindate, portoni industriali, cassonetti, controtelai; pannelli prefabbricati in calcestruzzo; pannelli sandwich autoportanti; isolanti termici; coppelle isolanti, tubi preisolati per teleriscaldamento.

La caratterizzazione termica dei componenti può essere effettuata sia mediante prove di laboratorio che attraverso modelli teorici. In collaborazione con altre Sezioni del *Building Future Lab*, sarà inoltre possibile effettuare la verifica in campo delle prestazioni termiche dell'involucro edilizio mediante analisi termografica e termoflussimetri.

La strumentazione attualmente disponibile presso la cella è:

- Piastra calda con anello di guardia;
- Set di riscaldatori cilindrici per misure di conduttività termica radiale;
- Hot-box (camera calda);
- Set di misura della trasmittanza termica in opera;
- Spettrofotometro a doppio raggio;
- Emissimetro a banda larga.



Figura 1. TestCell

<sup>(4)</sup> Dovendo testare componenti di facciata e di copertura, sia opachi che finestrati, la soluzione a pianta rettangolare, classicamente utilizzata per definire ambienti interni, è quella che meglio si presta ad effettuare test su componenti piani.

<sup>(5)</sup> UNI/TS 11300-1, *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, 2014.

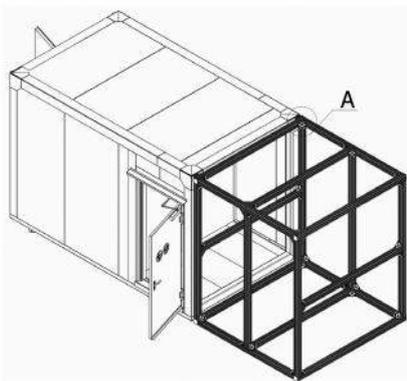


Figura 2. Struttura della TestCell

Essa consente di effettuare misure di trasmittanza termica di componenti d'involucro, opachi e trasparenti, caratterizzazione solare (trasmissione, riflessione, assorbimento e fattore solare) di chiusure trasparenti (vetrate, lastre in policarbonato, ...), oscuranti (tende, veneziane) ed opache (vernici, guaine impermeabilizzanti, ...), coefficienti di trasmissione lineare dei ponti termici.

Grazie al completamento di tale strumentazione sarà inoltre possibile effettuare analisi di inerzia termica di pareti e coperture, tramite misure di capacità termica e calcolo di caratteristiche termiche dinamiche (trasmittanza termica periodica, ammettenza termica, fattore di attenuazione, sfasamento, capacità termica areica periodica), igrometriche (permeabilità al vapore di materiali da costruzione, isolanti termici, intonaci e membrane), di assorbimento d'acqua di isolanti termici e materie plastiche, analisi di sistemi radianti integrati nelle strutture dell'edificio.

Il laboratorio, nella sua configurazione finale, consentirà di effettuare anche prove e misure tese a caratterizzare l'ambiente acustico, quali:

- vibrazioni,
- rumorosità da pioggia,
- potenza sonora generata e trasmessa da elementi aeraulici,
- rumore emesso da impianti di scarico,
- isolamento acustico di elementi di edificio e per via aerea,
- rumore da calpestio,
- coefficienti di assorbimento acustico in camera riverberante.

Infine si potranno analizzare barriere antirumore e valutare rischi di esposizione al rumore ed alle vibrazioni di lavoratori.

Tabella 2. Prove da effettuare in laboratorio

Parametro da misurare	Elemento	Norma	Metodo
Trasmittanza	Pareti	UNI EN ISO 8990	Camera calda
Trasmittanza	Finestre	UNI EN ISO 12567-1	Camera calda
Trasmittanza	Telai serramenti	UNI EN 12412-2	Camera calda
Trasmittanza	Cassonetti per avvolgibili	UNI EN 12412-4	Camera calda
Trasmittanza	Vetrate isolanti	UNI EN 673	Metodo teorico
Trasmittanza	Vetrate isolanti	UNI EN 674	Piastra calda con anello di guardia
Conduktività termica	Prodotti secchi e umidi a bassa resistenza	UNI 7745 UNI EN 12664, UNI EN 12667 UNI EN 12939	Piastra calda con anello di guardia
Conduktività termica	Materiali di piccolo spessore	ASTM E 1530	Piastra calda con anello di guardia
Conduktività termica	Isolanti per impianti range 50÷500 °C	ISO 8302	Piastra calda con anello di guardia
Conduktività termica	Coppelle isolanti	UNI EN ISO 8497	Metodo radiale
Conduktività termica	Tubi preisolati per teleriscaldamento	UNI EN 253	Metodo radiale
Emissività emisferica	Vernici, rivestimenti, assorbitori di collettori solari, rivestimenti di pannelli radianti	ASTM C 1371	Emissimetro a banda larga
Emissività normale	Vetri con rivestimenti basso-emissivi	UNI EN 12898	Emissimetro a banda larga

## 6.4 Test DiMoRa&Co. Rilievo e modellazione multiscala per la catalogazione e la comunicazione dell'architettura

### Test DiMoRa&Co. Surveying and multi-scale modelling for architectural cataloguing and communication

di Franco Prampolini (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di Disegno, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*La "potenza del moderno", come preconizzava Paul Valéry, sta cambiando non solo i parametri della nostra capacità di conoscenza del mondo, non solo i mezzi di produzione dell'arte, ma anche la nozione stessa di arte che si estende fino a ricomprendere la produzione industriale in senso lato, creando potenzialità comunicative insperate e nuovi territori.*

*La modellazione digitale è entrata stabilmente a far parte del processo stesso di formazione del pensiero progettuale architettonico, imponendo un approccio olistico che può essere compiutamente realizzato solo in una visione multiscalare integrata in grado di unificare i diversi contributi interdisciplinari.*

*Il Laboratorio DiMoRa&Co si colloca al centro di questo processo, anche per cercare di colmare il mismatch, tutto italiano, tra percorsi universitari, abilità professionali, trasferimento tecnologico, ricerca applicata, ecc., attraverso un mix di competenze informatiche, progettazione, manufacturing e marketing.*

*The "power of modernity", as indicated by Paul Valéry, is modifying not just the parameters of our ability to know the world, not only the means by which art is produced, but also the notion itself of art that extends to include industrial production in the broader sense, creating an unhoped-for potential for communication and new territories.*

*Digital modelling has become a stable part of the process by which concepts behind architectural design are formed, dictating a holistic approach to be fully implemented only through an integrated multi-scale vision that can unify different interdisciplinary elements.*

*The DiMoRa&Co Laboratory is at the heart of this process and also seeks to set right the entirely Italian mismatch between university curricula, professional skills, technological transfers, applied research, etc., through a mix of IT skills, design, manufacturing and marketing.*



Very long range Laser Scanner: RIEGL LPM-321 con portata fino a sei chilometri



Stazione robotica di modellazione

“... lo stupefacente aumento dei nostri mezzi, la loro duttilità e la loro precisione, le idee e le abitudini che essi introducono garantiscono cambiamenti imminenti e molto profondi nell'antica industria del Bello. In tutte le arti si dà una parte fisica che non può più venir considerata e trattata come un tempo, e che non può più venir sottratta agli interventi della conoscenza e della potenza moderne. Né la materia né lo spazio, né il tempo non sono più, da vent'anni in qua, ciò che erano da sempre. C'è da aspettarsi che novità di una simile portata trasformino tutta la tecnica artistica, e che così agiscano sulla stessa invenzione, fino magari a modificare meravigliosamente la nozione stessa di Arte”.

Queste parole, o concetti simili, che possiamo aspettarci di trovare in uno qualunque dei saggi contemporanei sulla rivoluzione digitale, hanno invece quasi cento anni (Paul Valéry, *La conquête de l'ubiquité*, 1928). Sono state poste in esergo ad uno dei testi fondamentali della critica del '900, il saggio sull'Opera d'Arte di Benjamin. Non capita sovente di provare invidia per un titolo ..., ma in questo caso è proprio così: quando, nella prima metà degli anni Trenta dello scorso secolo, Walter Benjamin mise mano al suo fondamentale saggio ne scelse uno, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica* <sup>(1)</sup>, talmente profondo da travalicarne, forse, addirittura le intenzioni e i risultati.

È facile, infatti, riconoscere oggi negli *interventi della conoscenza e della potenza moderna* di Valéry la straordinaria efficacia degli strumenti e delle metodiche di rilevamento, restituzione e modellazione in grado di produrre doppi della realtà dotati di una definizione e di un realismo tali da configurare quasi un'antinomia, rispetto al significato classico del termine rilievo. Rilievo viene dal latino *laevo* (lisciare), unito ad un avversativo (*re*) che conduce il significato del termine all'estrazione dei connotati salienti, alle “emergenze” di un fenomeno, al fine di costruirne un modello ridotto, in scala, comunque utile agli scopi che hanno ispirato l'azione: Borges colloca *l'eccesso di misura*, non a caso, nella sua Storia Universale dell'Infamia “... e ci persuade che quando il rilevamento (la cartografia) si spinge sino al punto di riprodurre pedissequamente la realtà stessa diventa inutile ... e i suoi esiti restano abbandonati alla mercé di animali e mendicanti” <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Edizione di riferimento: W. Benjamin, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Arte e società di massa, Einaudi, Torino, 1966. Titolo originale: *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*.

<sup>(2)</sup> J.L. Borges, *Storia Universale dell'Infamia*, Adelphi, Milano, 1997. “In quell'impero, l'arte della cartografia giunse ad una tal perfezione che la mappa di una sola provincia occupava tutta una città, e la mappa dell'impero tutta una provincia. Col tempo, queste mappe smisurate non bastarono più. I collegi dei cartografi fecero una mappa dell'impero che aveva l'immensità dell'impero e coincideva perfettamente con esso. Ma le generazioni seguenti, meno portate allo studio della cartografia, pensarono che questa mappa enorme era inutile e non senza empietà la abbandonarono alle inclemenze del Sole e degli inverni. Nei deserti dell'ovest sopravvivono lacerate rovine della mappa, abitate da animali e mendichi; in tutto il paese non c'è altra reliquia delle discipline geografiche”.

<sup>(3)</sup> S. Hanolt, *Competitive Identity: The New Brand Management for Nations, Cities and Regions*, Palgrave Macmillan, New York, 2007.

Oggi siamo persino oltre la semplice riproduzione degli oggetti rilevati al vero: i modelli odierni, grazie alla disponibilità dell'informazione, si configurano immediatamente come produttori di nuove realtà, diverse da quelle originarie, aumentate nella loro capacità informativa e comunicativa rispetto alla semplice, banale, oggettività delle cose. Ogni modello si configura oggi immediatamente in una triplice essenza: la cosa in sé, l'informazione estesa che è in grado di veicolare facendosene portatore, la metainformazione che ne qualifica ulteriormente il valore semantico. E non è facile distinguere le tre componenti. Se pensiamo, ad esempio, alle moderne tecniche di marketing territoriale, il c.d. *Place Branding* <sup>(3)</sup>, notiamo come nella percezione del valore e della qualità dei luoghi intervengano in modo sempre più decisivo fattori intangibili ritenuti finora non suscettibili di misura, nel campo delle emozioni, della reputazione, della bellezza ... l'*Aura* benjaminiana non è più il *nescio quid* di sant'Agostino, è diventata misurabile, rappresentabile, valutabile e, quindi, comunicabile!

La potenza del moderno, allora, come preconizzava Valéry al principio del secolo passato, sta cambiando non solo i parametri della nostra capacità di conoscenza del mondo, non solo i mezzi di produzione dell'arte, ma anche la nozione stessa di arte che si estende fino a ricomprendere la produzione industriale stessa in senso lato, creando potenzialità comunicative insperate e nuovi territori. È ovvio che qui includiamo anche l'architettura tra le “arti che cambiano” e anzi, seguendo Platone (*Filebo*), l'*Arte del Costruire*, che è, “... poiché fa uso di numerose misure e strumenti, ... la più precisa della maggior parte delle scienze”, forse l'architettura è il luogo in cui questi cambiamenti si dimostrano più coinvolgenti e profondi.

Probabilmente è matura l'epoca nella quale, grazie ai moderni media, l'architettura, ovvero l'arte del costruire, possa affrancarsi da quella condizione di *percezione distratta e abitudinaria* che Benjamin le attribuiva.

La modellazione digitale è entrata ormai stabilmente a far parte del processo stesso di formazione del pensiero progettuale architettonico, e non si tratta solo, banalmente, di utilizzare i software esistenti per un approccio immediato al progetto in 3D, o di utilizzare il rendering per la presentazione dell'idea: il primato della qualità progettuale, gli approcci legati al concetto di sostenibilità sul piano paesaggistico ed ambientale, come su quello energetico, a livello strutturale o per la definizione prestazionale delle componenti, la necessità di rivedere globalmente l'idea stessa del rapporto fra l'uomo e l'edificazione in quanto pratica di occupazione del suolo, impongono di attuare un approccio olistico al progetto dell'architettura che può essere compiutamente realizzato solo mettendo al centro della visione progettuale un modello multiscala integrato in grado di unificare i diversi contributi interdisciplinari. Un così alto livello di integrazione spinge all'unificazione tendenziale tra progetto e sistema produttivo, ben al di là dello storico rapporto fra materiali e progetto.

Il futuro della produzione è strettamente legato alla sua digitalizzazione. Ad ostacolare molte aziende nell'affrontare le sfide della globalizzazione contribuiscono oggi due fattori principali: l'uso di processi produttivi tradizionali che non garantiscono un grado sufficientemente elevato di efficienza (alti costi, lentezza nel time to market, ecc.) e la limitata visibilità al di fuori del proprio territorio dovuta a superficiale (o spesso inesistente) sfruttamento delle tecnologie dell'informazione per affermare la propria presenza nel mercato globale. E non è da intendersi che questo sia un problema legato alla grandi aziende o alle multinazionali: paradossalmente questi fattori produttivi risultano particolarmente critici proprio per le aziende più piccole, sino al livello artigianale. Si stanno sviluppando, anzi, nuove forme di "artigianato digitale" legate a nuove modalità di formazione-lavoro quali gli spin-off universitari e aziendali, al FabLab e ai vari movimenti dei *Makers*.

DiMoRa&Co, Laboratorio di "Disegno Modellazione Rappresentazione e Comunicazione", parte integrante del *Building Future Lab* del Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria, si colloca al centro di questo processo, anche per cercare di colmare il mismatch, tutto italiano, tra percorsi universitari, abilità professionali, trasferimento tecnologico, ricerca applicata, ecc., attraverso un mix di competenze informatiche, progettazione, manufacturing e marketing.

I possibili settori di intervento sono, ad esempio, la modellazione free form, la prototipazione virtuale, il reverse engineering e la prototipazione rapida. Ambiti che oggi si fondono per migliorare l'efficienza, in termini di costi, qualità dei risultati e tempi del processo della progettazione architettonica e territoriale, senza trascurare settori alternativi, in particolare il Cultural Heritage e il recupero del patrimonio edilizio esistente, settori che richiedono requisiti particolari a chi sviluppa tecnologie e metodologie innovative. Allo stesso modo la moderna gestione della comunicazione dei luoghi è sempre più orientata alla *visual identity*, mix di realtà virtuale e aumentata.

Ci si propone quindi, ad esempio, con un approccio integrato multiscalare,

- di sostenere l'attività di progettazione alla scala dell'architettura e delle sue componenti funzionali, estetiche e strutturali attraverso la capacità di produrre modelli a grandissima scala, o in scala reale, in grado di abbreviare il *time to concept* e il *time to market* dei progetti stessi;
- di consentire la possibilità di realizzare modelli analogici alle diverse scale di porzioni di territorio, finalizzati alla valutazione e allo studio di impatto ambientale, alle analisi paesaggistiche e alla comunicazione del territorio;
- di realizzare rappresentazioni fedeli delle realtà urbane, di siti archeologici o di elementi architettonici di pregio, nei settori della catalogazione scientifica, tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale.



Strumentazione per il rilevamento generale GPS, Laser Scanning, Total Station



Stampante 3D full color ScanJet 660 Pro



Busto fittile di donna proveniente da Medma (Museo Archeologico di Rosarno) e modello numerico prodotto con tecniche di rilevamento tramite fotomodellazione

Il Laboratorio si avvale di strumentazione all'avanguardia per il rilevamento: imaging station robotizzate di ultimissima generazione (Leica MS-50), long e mid range laser scanner con portata fino a sei chilometri (Riegl LPM-321, FARO), sistemi GNSS integrati multistandard Leica viva GS14. Vengono poi applicate metodiche di rilevamento tramite fotomodellazione che consentono di realizzare modelli estremamente dettagliati sia geometricamente che visivamente.

La sezione *surveying* sarà completata con un sistema mini-UAV (Unmanned Aerial Vehicle) a doppio controllo (RPV-Remoted Piloted Vehicle), dotato di payload dedicato per foto e video riprese e per rilevamento Lidar a eco multipla. Questi veicoli sono particolarmente indicati per il rilevamento di aree archeologiche, monitoraggio di aree industriali o urbane, ispezione di apparati industriali pericolosi e monitoraggio dell'inquinamento, ispezione e monitoraggio dei siti in frana o cave, zone costiere, ecc.

Il Laboratorio è poi dotato di un apparato di modellazione digitale/analogico in grado di produrre e riprodurre prototipi e prodotti finiti di medio-grande formato come esiti di procedimenti di rilevamento, progettazione, design, ecc., formato da una stazione robotizzata Roboticom di Scienza Macchinale a controllo integralmente numerico in grado di realizzare tutte le principali funzioni di foratura, fresatura e tornitura su materiali di medio-bassa densità, un'interfaccia HW/SW in grado di collegarsi direttamente con i software di progettazione, rilevamento e simulazione al fine di riprodurre direttamente (o in scala) statue e bassorilievi di originali artistici e di oggetti di qualsiasi natura partendo direttamente dal modello 3D realizzato con laser scanner, ovvero da bozzetti e prototipi in materiale leggero di piccole dimensioni.

Dispone inoltre di una stampante 3D full color (Z-Printer 660 PRO) di grande formato che consente di realizzare modelli estremamente realistici fino a dimensioni di costruzione di 250 x 380 x 200 mm, 390.000 colori (5 testine di stampa, compresa quella del nero), Risoluzione: 600 x 540 dpi, molto rapida e completamente automatizzata.

L'impiego combinato dei due sistemi consente la realizzazione di modelli architettonici estremamente dettagliati e realistici e la loro ambientazione. La prototipazione automatica consente di migliorare la comunicazione all'interno dell'organizzazione di sviluppo del prodotto, ridurre i tempi-cicli di progettazione, focalizzare gli investimenti nel settore di ricerca e sviluppo, ottimizzare i livelli di precisione, eliminare errori costosi, guidare l'innovazione e la qualità, ottimizzare la collaborazione tra i team di progettazione, l'organizzazione e la committenza.

Strumentazioni e tecniche le cui potenzialità vengono efficacemente esposte nei contributi che seguono da C. Scali (aspetti manageriali), A. Manti e P. Mina (aspetti applicativi).

#### **6.4.1 Strategie di gestione, comunicazione e controllo delle attività di ricerca e sviluppo del Test DiMoRa&Co** *Management, communication and control strategies for research and development activities of the DiMoRa&Co*

di Chiara Scali (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura Mediterranea, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

##### **ABSTRACT**

*La sostenibilità è la somma di componenti diverse, un “luogo” di conoscenza e coscienza in cui concorre una multidisciplinarietà di competenze che riescono ad interagire, muovendosi su un terreno di consapevolezze condivise. Gli strumenti, le metodologie e le attività del Test DiMoRa&Co vanno intese proprio in quest’ottica, quali parti costituenti del più ampio Laboratorio interdisciplinare Building Future Lab. Il presente documento espone in sintesi le modalità di gestione e controllo delle specificità interne alla Sezione DiMoRa&Co, connesse all’applicazione di metodologie di rilevamento, modellazione e prototipazione per l’analisi e la conoscenza dell’architettura e del territorio.*

*Sustainability is the sum of different components, a “place” of knowledge and consciousness consisting of a multitude of different skills capable of interaction within a framework of shared awareness. The instruments, methods and activities implemented by the DiMoRa&Co Test should be considered from this point of view, as parts forming the larger interdisciplinary Building Future Lab project. This paper presents a summary of the methods adopted to manage and monitor the specificities of the DiMoRa&Co Section associated with the implementation of surveying, modelling and prototyping processes in order to analyse and gather knowledge about architecture and the territory.*

Affrontare il tema della sostenibilità è compito tutt’altro che semplice (1). Alla luce delle diverse interpretazioni del fenomeno – a livello economico, sociale, ecologico, culturale –, provare a dare una definizione conclusa del concetto di sostenibilità non è cosa banale.

Volendo attenersi alle definizioni manualistiche, la sostenibilità è una “condizione” dello sviluppo perché questo possa garantire il soddisfacimento dei bisogni di una generazione senza compromettere quelli delle generazioni a venire. Attraverso approcci di ordine generale, seppur di tipo e natura differenti, si è compreso come il concetto sfugga molto facilmente alle definizioni precostituite: per approfondire il tema della sostenibilità, e soprattutto le sue particolari ricadute nel settore delle costruzioni, non si può prescindere – almeno in una prima fase – dall’osservare il fenomeno attraverso uno sguardo più ampio, una visione a 360 gradi. Dalla storia dell’architettura alla realizzazione di grandi infrastrutture, dall’importanza delle risorse ambientali alla progettazione del paesaggio, dall’esperienza diretta del progetto architettonico alla messa a punto del dettaglio tecnologico, un coro interdisciplinare di voci concorre a creare una visuale il più completa possibile, che in primo luogo tenga conto di una rinnovata presa di coscienza che sottende a cambiamenti radicali nelle scelte culturali ed educative, prima ancora che in quelle progettuali e tecnologiche. Per un reale sviluppo sostenibile, infatti, tutti i processi dell’agire umano devono tenere conto delle loro conseguenze in tutte le dimensioni della sostenibilità e dunque nella sfera sociale, in quella economica e in quella ecologica. È realmente difficile capire quale possa essere il migliore approccio che riesca a soddisfare equamente le tre dimensioni, soprattutto in un momento storico in cui gli interessi economici sono riusciti a condizionare e a indirizzare scelte politiche, amministrative e culturali, e dunque anche ambientali, di un intero pianeta.

D’altro canto, negli ultimi quarant’anni, molto è stato fatto per comprendere, delineare ed affrontare le problematiche ambientali.

(1) Nelle pagine che seguono si tenterà di definire e sintetizzare un processo di management che si inserisca nel complesso panorama di ricerca e sviluppo in questo campo e che possa appunto configurarsi sostenibile sia dal punto di vista economico sia da quello della fattibilità operativa. È utile sottolineare che il lavoro qui presentato è da considerarsi frutto dell’attività congiunta dei due profili – manageriale e tecnico – costituenti la struttura della Sezione. All’interno della Sezione DiMoRa&Co, infatti, la componente di gestione e quella di applicazione delle specifiche attività sono da considerarsi reciprocamente connesse. I risultati presentati in questa sede sono da intendersi dunque quali parte di uno studio complessivo – nella logica di una ricerca più ampia e completa – concepito, definito e realizzato di concerto con la componente tecnica del laboratorio. In ragione di questo, parte della trattazione è da intendersi frutto di lavoro comune, teso a definire un quadro sintetico dei servizi e dei prodotti offerti dalla struttura.



Quello che è certo è come la sostenibilità debba guardare, prima di ogni cosa, a scelte di indirizzo, a testimonianza di quanto sia fondamentale avere coscienza di un sistema arrivato a saturazione.

Appare necessario riscoprire dunque la sapienza del fare architettura, del progettare e pianificare ricercando l'antica armonia della triade vitruviana e ancor di più perseguendo l'etica del pensiero vitruviano, sulla quale la professione di un progettista dovrebbe basarsi. E allora, che cos'è la sostenibilità? È una tendenza, una filosofia, un programma politico, una norma, una direttiva, una buona pratica? Probabilmente tutto questo. O anche nulla di tutto questo, se il singolo elemento venisse considerato a prescindere da tutte le altre parti.

Più probabilmente la sostenibilità è da intendersi come la somma di componenti diverse, un "luogo" di conoscenza e coscienza in cui concorre una multidisciplinarietà di intenti e competenze che riescono ad interagire e sovrapporsi, muovendosi su un terreno di consapevolezze condivise.

Il futuro delle costruzioni è nell'innovazione sostenibile.

Affermazione talmente ribadita e consolidata da apparire, a questo punto, quasi banale. Di fatto questo futuro è già iniziato e ci ritroviamo a viverlo e a poterne sfruttare le potenzialità. È un dato di fatto che, ad esempio, il comparto del recupero e della riqualificazione edilizia sia l'unico in crescita in tutto il settore delle costruzioni, grazie soprattutto all'attenzione e agli incentivi per gli interventi di riqualificazione energetica. Un futuro, dunque, in cui ci troviamo completamente immersi che, però, rischia di travolgere l'intero sistema se, in maniera globale, univoca e trasparente, non si operi secondo standard elevati di qualità, utilizzando materiali e tecnologie idonei e coerenti con un processo rinnovato e consapevole, ma soprattutto un futuro non attuabile senza un approccio progettuale attento alle dimensioni della sostenibilità ambientale e dell'efficienza energetica.

Il progettare sostenibile sottende non solo ad una preparazione in ambito tecnico-scientifico ma anche ad una crescita dei processi e dei componenti utilizzati, ad un fervore ideativo che presuppone una forte contaminazione ed ibridazione tra diversi campi del sapere e professionalità coinvolte cui è richiesto un sempre maggiore livello di specializzazione e di alta formazione. La sostenibilità – e la ricerca in questo campo – punta tutto proprio sull'innovazione in edilizia che incrocia i temi dell'energia, dei nuovi sistemi di diagnostica, della qualità di vita all'interno delle abitazioni e di quella relativa agli spazi dedicati alla famiglia e alla vita sociale, degli interventi urbanistici e molto altro ancora.

Si tratta di azioni che sottendono un cambiamento radicale delle abitudini e delle pratiche costruttive del nostro Paese e ancora di più nella nostra regione. Un'inversione di rotta, un cambiamento tutt'altro che semplice, che deve riguardare tutti gli attori coinvolti nella filiera delle costruzioni ma anche le pubbliche amministrazioni e i singoli cittadini. Se da una parte il cambiamento appare possibile grazie ad un sempre maggiore consenso nell'opinione pubblica riguardo al tema della sostenibilità e alla necessità di una visione e di una strategia complessiva, dall'altra occorre, ancor prima, che le buone pratiche diventino abituali anche nel lavoro quotidiano dei progettisti e in tutte le fasi di un processo ideativo che spesso risulta essere troppo poco sostenibile e che rischia di accontentarsi di scelte non pienamente consapevoli ma, al contrario, superficiali e di facciata, a costo di non intaccare la propria filosofia progettuale. Eppure, forse in maniera troppo isolata, la ricerca sperimentale nel nostro Paese tiene il passo e rappresenta in molti casi l'eccellenza. Dai laboratori di diagnostica per il restauro all'analisi chimica dei materiali e dei componenti, dai metodi avanzati di rilievo, modellazione e prototipazione dell'esistente alla composizione e sperimentazione di materiali da costruzione alternativi.

La ricerca sperimentale nel settore delle costruzioni si contraddistingue in generale per la qualità delle proposte e per la possibilità di applicazione.

Innalzandosi il livello prestazionale, richiesto dalle nuove normative e dalla rinnovata coscienza di un'efficace progettazione sostenibile, al quale repentinamente tutto il settore delle costruzioni (comprese tutte le figure in esso coinvolte: professionisti, ricercatori, tecnici, maestranze) si è dovuto adeguare, anche il livello della ricerca sperimentale e le sue applicazioni devono per forza di cose adeguarsi ad un'innovazione costante e farsi carico della fase iniziale di un processo che non deve e non può mai fermarsi.

Alla luce di tali considerazioni si può facilmente comprendere in che modo il *Building Future Lab* possa inserirsi in questo quadro più ampio e rispondere a tali esigenze. In un'ottica globale, le possibilità offerte dall'intero BFL, e dunque dalle tecnologie congiunte di testing, modelling and prototyping, rappresentano un modello unico e un'indubbia opportunità di sviluppo del mercato, oltre a costituire una gamma di vantaggi certi derivanti dagli obiettivi operativi delle Sezioni del Laboratorio: le singole specifiche professionalità aderenti ad ogni Sezione costituente il BFL concorrono ad una unitarietà di intenti e risultati della filiera attraverso un approccio interdisciplinare.

All'interno di questa filiera, la Sezione DiMoRa&Co, dunque, promuove, coordina e svolge attività di ricerca applicata, industriale e di trasferimento tecnologico nel settore del rilevamento, della modellazione tridimensionale e della prototipazione, alle diverse scale del progetto.

DiMoRa&Co, nel suo complesso, rappresenta una Sezione operativa dall'ampia articolazione, atta a svolgere un vasto spettro di attività, che si sviluppano intersecando differenziati ambiti di approfondimento, che vanno: dalla documentazione attraverso il rilievo, alla costruzione di modelli digitali finalizzati, alla prototipazione rapida <sup>(2)</sup>.

Grazie alle sue specificità e al suo vastissimo campo d'azione, DiMoRa&Co svolge un ruolo chiave anche in progetti di ricerca interdisciplinari. La sua struttura operativa, specializzata, come detto, nella generazione e nell'applicazione di innovazioni tecnologiche, sarà formata da ricercatori che svolgono attività di coordinamento scientifico e integrazione interdisciplinare, oltre che funzioni amministrative e di gestione.

Da un punto di vista prettamente gestionale, la componente manageriale della Sezione avrà come obiettivi generali: porsi come interlocutore nei confronti di istituzioni accademiche, scientifiche e tecniche omologhe anche ai fini di favorire scambi culturali nella eventuale attività di formazione; promuovere, coordinare e gestire le attività di ricerca, applicata e di base, anche internazionale; porsi come interlocutore, a livello nazionale ed internazionale, nei confronti di enti ed istituzioni che propongano progetti o richiedano specifiche competenze scientifico-tecniche.

A valle della costituzione delle singole Sezioni costituenti il BFL, e la loro strutturazione e implementazione, si è ritenuto utile affrontare con particolare attenzione le modalità di gestione e la definizione degli iter di coordinamento e controllo di un progetto, dalle sue fasi iniziali fino al suo compimento. Si è ormai maturata, infatti, l'esigenza di definire, da un lato, un modello di coordinamento progettuale che il BFL tutto e la Sezione DiMoRa&Co in particolare potrebbero adottare per la gestione delle risorse umane coinvolte in futuri progetti e, dall'altro, una sorta di manuale amministrativo che potrebbe migliorare la gestione creando una *procedura tipo*, utile nel controllo e nella direzione ottimale dei progetti o delle commesse future <sup>(3)</sup>.

In un quadro sintetico del processo e del coordinamento di un generico progetto di ricerca, dopo aver esposto e analizzato i possibili campi di azione del laboratorio DiMoRa&Co, è plausibile prevedere che i progetti di ricerca che la Sezione dovrà gestire possano essere ricondotti a due macro-categorie:

- progetti per conto terzi;
- progetti istituzionali di ricerca.



<sup>(2)</sup> Per una più ampia e approfondita trattazione degli ambiti di operativi della Sezione, delle strumentazioni di cui dispone e delle tipologie di servizi che essa è in grado di affrontare, si rimanda ai documenti redatti dalla componente tecnica della Sezione, ritenendo più utile, in questa sede, affrontare le tematiche relative al coordinamento e alla gestione dei processi alla base dell'attività della Sezione.

<sup>(3)</sup> La presente trattazione, pertanto, è da intendersi come un insieme di linee programmatiche, come un punto di partenza per una progettazione dei processi di strutturazione, di gestione e di controllo piuttosto che delle strutture in sé.



Per *progetti per conto terzi* si intendono tutte le attività di ricerca, consulenza, formazione non istituzionale commissionate da terzi che presuppongono, da parte del Laboratorio, l'erogazione di un servizio, di una prestazione o di un prodotto a beneficio del committente.

Per *progetti istituzionali di ricerca*, invece, si intendono tutti i progetti per la ricerca promossi sulla base di programmi o bandi di vari Enti.

È previsto che le strutture di ricerca di ogni Sezione del BFL, dunque anche DiMoRa&Co, dovranno disporre del personale competente per seguire, dal punto di vista amministrativo e contabile, la *gestione* del progetto, di concerto con il Responsabile scientifico di riferimento. Le spese dovranno essere ordinate in accordo con il budget della Sezione e con i regolamenti di Laboratorio e di Ateneo.

È utile sottolineare, in questo momento, i vantaggi derivanti dalla natura stessa della Sezione DiMoRa&Co e del BFL in generale: laboratori di ricerca nati all'interno della struttura accademica dell'Università *Mediterranea* ma organismi dotati di una pressoché totale autonomia gestionale e amministrativa. Anche in virtù di questo, per tutti gli aspetti non scientifici, la componente manageriale e quella tecnica costituenti il nucleo operativo della Sezione, oltre i docenti ed i ricercatori coinvolti nei singoli progetti, potranno avvalersi anche degli uffici di supporto e di consulenza già presenti presso l'Ateneo.

In conclusione è possibile riassumere che la componente gestionale della Sezione DiMoRa&Co dovrà promuovere e sostenere le attività relative a brevetti, spin-off accademici e progetti di innovazione e trasferimento tecnologico, supportando inoltre gli organi accademici nei processi decisionali. Dovrà inoltre promuovere ricerche e progetti che favoriscano le relazioni con enti e imprese, l'attività di comunicazione e diffusione dei risultati della ricerca e la valorizzazione dell'offerta universitaria in materia di competenze, prodotti e nuove tecnologie sviluppate.

Grazie al programma di intervento che ha consentito il potenziamento e l'acquisizione di strumentazioni ed attrezzature all'avanguardia, il DiMoRa&Co offre vari servizi, in particolare relativi al rilievo, alla modellazione digitale, alla catalogazione digitale ed alla prototipazione rapida. In base alle differenti qualità di prodotti e servizi offerti dalla struttura sarà opportuno individuare i livelli e le tipologie di utenza con cui la Sezione dovrà entrare in contatto. DiMoRa&Co avrà, infatti, come primo compito, e come prima necessità, quello di comprendere a pieno l'ambiente in cui opera per poter acquisire un'approfondita conoscenza della clientela.

Ad una prima analisi, per la Sezione DiMoRa&Co è possibile considerare due principali livelli di utenza interessata alle attività e ai servizi offerti:

- *Utenza privata*. Potrà essere costituita da aziende di servizi ed imprese che lavorano nell'ambito del rilievo e della rappresentazione dell'ambiente e del territorio, ma anche da singoli o realtà di minore entità come restauratori, imprese edili, professionisti operanti nel settore dell'edilizia, professionisti operanti nel settore ambientale, gestori di beni culturali, gestori di beni ecclesiastici, progettisti del paesaggio, agenzie immobiliari, associazioni territoriali. C'è da considerare inoltre la possibilità di erogare servizi e prodotti destinati a studenti e laureati dell'Ateneo.
- *Utenza istituzionale*. Costituita da enti e pubbliche amministrazioni, che a vario titolo necessitano di rilevare e digitalizzare l'intero patrimonio architettonico, comunicare in maniera efficace il proprio patrimonio culturale.

Dovrà essere previsto, in ogni caso, un costante dialogo con le Amministrazioni e gli enti pubblici al fine di permettere un immediato trasferimento dei risultati delle ricerche, affinché risultino utilizzabili nel pubblico interesse. Verranno anche attuati specifici progetti di ricerca, attraverso convenzioni, correlati al programma di ricerca dell'intero *Building Future Lab*.

## 6.4.2 Strategie di funzionamento e applicazione delle attività di ricerca e sviluppo del Test DiMoRa&Co

### *Operating strategies and implementation of research and development activities of the DiMoRa&Co Test*

di Andrea Manti (\*)

#### ABSTRACT

*Il lavoro di seguito presentato si propone di affrontare le tematiche inerenti gli strumenti, le metodologie e le attività del Test DiMoRa&Co quale Sezione del più ampio laboratorio interdisciplinare Building Future Lab. In particolare ci si propone di esporre le modalità di funzionamento e di sperimentazione delle attrezzature a disposizione per il rilievo tridimensionale attraverso il laser scanning e la fotogrammetria digitale terrestre. Nelle pagine che seguono si tenterà di definire un documento che possa costituire un valido supporto nelle attività di promozione e comunicazione della Sezione.*

*I risultati presentati in questa sede sono da intendersi come parte di uno studio complessivo – nella logica di una ricerca più ampia e completa – concepito, definito e realizzato di concerto con la componente manageriale del Laboratorio.*

*The aim of the following paper is to examine topics associated with the tools, methods and activities of the DiMoRa&Co Test as a Section of the larger Building Future Lab. In particular, the aim is to illustrate the way in which some of DiMoRa&Co section's equipment is operated and experimented with, in the context of 3D surveying using laser scanning and digital terrestrial photogrammetry. The following pages present a paper that – it is to be hoped – may be of help to the section's promotion and communication activities.*

*The results illustrated here should be viewed as part of a comprehensive study – with a view to a broader and more complete study – conceived, defined and realised in agreement with the laboratory's management.*

Le soluzioni tecnologiche oggi disponibili per l'analisi e la conoscenza offrono opportunità di grande interesse per il rilevamento territoriale, architettonico <sup>(1)</sup> e archeologico, sia per quanto riguarda il momento primario del rilievo, cioè la fase di acquisizione del dato metrico, sia per quanto concerne la questione della rappresentazione degli oggetti a diverse scale.

Il Laboratorio DiMoRa&Co si propone, sulla base di numerose esperienze maturate presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria <sup>(2)</sup>, di affrontare e approfondire le problematiche connesse all'utilizzo della fotogrammetria digitale e del laser a scansione <sup>(3)</sup> per applicazioni nell'ambito del patrimonio architettonico, archeologico e paesaggistico. Tali ambiti sono forse i più significativi delle potenzialità rese disponibili dalle moderne tecnologie della Geomatica <sup>(4)</sup>, e soprattutto delle possibilità offerte da un approccio integrato e multidisciplinare di tecniche e tecnologie diverse.

L'approccio metodologico adottato in diversi studi svolti dal gruppo di ricerca nel contesto geografico mediterraneo (Italia, Spagna, Francia, Tunisia, Marocco, Libia, Giordania) sul patrimonio architettonico e archeologico prevede, generalmente, diverse tecniche integrate tra loro allo scopo di realizzare un rilievo multi-scala che parte dal territorio, passa attraverso aree e unità di paesaggio più specifiche, ed arriva fino alla singola architettura.

Nel presente contributo l'attenzione si è focalizzata su due tecniche: fotogrammetria digitale e laser scanning, analizzandone aspetti e problematiche relative alle fasi classiche del processo che, a partire dal rilievo, porta alla generazione dei prodotti di rappresentazione.

In campo nazionale esistono dei laboratori in Campania, nel Lazio ed in Emilia-Romagna, gestiti dalle Università o da consorzi tra Università e Regione specializzati soprattutto nel monitoraggio e nella progettazione a servizio del territorio.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura Mediterranea, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

<sup>(1)</sup> Per approfondimenti si veda: M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Ed. Laterza, Bari, 2009.

<sup>(2)</sup> Il gruppo di ricerca diretto dalla Prof.ssa Francesca Fatta si occupa di rilevamento 3D, fotomodellazione, modellazione tridimensionale e prototipazione rapida. AA.VV., *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*, Ricerca PRIN 2007, Roma, Gangemi Editore.

<sup>(3)</sup> J. Shan, C.K. Toth, *Topographic Laser Ranging and Scanning. Principles and Processing*, Taylor & Francis Group, LLC. London, CRC Press, 2009.

<sup>(4)</sup> Disciplina che si occupa di acquisire, modellizzare, interpretare, elaborare, archiviare e divulgare informazioni georeferenziate. Alla Geomatica afferiscono le tecniche di posizionamento terrestri e spaziali, la fotogrammetria digitale e le tecniche di scansione laser da terra e da velivolo.

F. Rinaudo, *Geomatica e Archeologia*, in: *Metodologie e strumenti per la conservazione e il restauro*, Napoli, Genovese R.A. Arte Tipografica Editrice, pp. 353-368, 2011.



Figura 1. Leica Nova MS50 Multistation (stazione totale con integrato il laser scanner)



Figura 2. Particolare della fotocamera digitale fissata al drone



Figura 3. Foto dei resti dell'Odéon scattata durante le operazioni di scavo nel 1921 (da F. Martorano)

(<sup>5</sup>) Si intende un processo che consente di creare un modello matematico attraverso fasi analitiche e di acquisizione digitale partendo dal modello originale di un prodotto.

La sezione DiMoRa&Co, oltre al monitoraggio, promuove, coordina e svolge attività di ricerca applicata, industriale e di trasferimento tecnologico nel settore del rilevamento, della modellazione tridimensionale e della prototipazione, alle diverse scale del progetto.

La volontà di dotarsi di attrezzature di ultima generazione del Laboratorio è stata assunta alla luce della considerazione di alcuni importanti fattori strategici, quali: l'aumento dei caratteri di riconoscibilità, all'interno delle realtà professionali e produttive di settore esistenti sul territorio di riferimento; l'accrescimento e la diversificazione strumentale della propria offerta di servizi; l'accrescimento della capacità di risposta ad una domanda intersettoriale di servizio; l'accrescimento della capacità di captazione di risorse finanziarie. Ciò ha determinato l'estensione del campo operativo di servizio della struttura laboratoriale generale, il *Building Future Lab*, proponendo lo svolgimento di attività tecnico-scientifiche all'avanguardia.

Le attività della Sezione riguardano in particolare i seguenti ambiti:

- Architettura
- Archeologia
- Rilievo: architettonico, strutturale, ambientale e stradale, geomorfologico, industriale, forense, navale
- Monitoraggio
- Catalogazione
- Reverse Engineering (<sup>5</sup>)
- Modellazione e realtà virtuale
- Prototipazione

Il laboratorio dispone della seguente strumentazione:

- Multistation Leica Nova MS50
- Ricevitore satellitare Leica GNSS
- Laser Scanner FARO CAM2 Focus 3d
- Laser Scanner Riegl LPM-321
- Stampante 3D System ProJet 660Pro
- Roboticom ScultoRob
- Workstation (Desktop e Laptop)
- Fotocamere digitali Nikon D7100

La sezione è in grado di fornire servizi di: rilievo; modellazione digitale; catalogazione digitale; stampa 3D; prototipazione rapida; applicazioni di Realtà Aumentata; noleggio strumentazione con operatore.

Da qualche anno nel campo del rilevamento architettonico-archeologico si è affacciata una nuova metodologia di acquisizione dei dati che si avvale dell'uso del laser scanner 3D e della fotogrammetria digitale.

L'obiettivo principale del rilievo è la conoscenza, ovvero la creazione di un modello "interpretativo" della realtà che, per mezzo delle rappresentazioni grafiche e il supporto di elementi consolidati, permetta di leggere e trasmettere l'opera analizzata. In quanto strumento privilegiato di ricerca scientifica, le operazioni di rilievo sono finalizzate sia all'acquisizione delle informazioni sia alla valutazione delle stesse sulla base di criteri logici.

La comprensione del patrimonio costruito richiede, quindi, un'approfondita ricerca sia di notizie bibliografiche e iconografiche, sia di dati più propriamente legati agli aspetti percettivi, formali, geometrici e cromatici, che hanno necessità di essere raccolti in strutture gerarchiche chiare, esaustive e comprensibili. Al processo di conoscenza è indispensabile che si accompagni la concretizzazione di una volontà di comunicazione. Tale esigenza si è fatta ormai pressante determinando, come diretta conseguenza, un notevole avanzamento nei sistemi di digitalizzazione e catalogazione dei beni architettonici, archeologici e culturali e nelle tecnologie di connessione telematica di larga scala, individuando approcci che tengono conto delle consuetudini e dei comportamenti degli utenti, al fine di realizzare sistemi user-friendly.

Il crescente sviluppo tecnologico ha, inoltre, permesso la creazione di piattaforme con estese funzionalità di visualizzazione e navigazione di dati 3D, sempre più curate nella percezione delle immagini e in grado di indirizzarsi all'utente, catturandone l'attenzione e coinvolgendolo in esperienze di proficua interazione.

In questo stesso contesto, l'utilizzo di strumentazioni basate su sensori ottici ha sensibilmente modificato le prassi operative riguardanti l'acquisizione metrica e la restituzione grafica, garantendo sia una precisa e oggettiva conoscenza dell'opera e una sua rapida sovrapposizione al disegno geometrico, sia la successiva realizzazione di modellazioni tridimensionali.

Ma non solo.

Specifiche applicazioni di condivisione, integrabili all'interno di siti appositamente creati e dedicati, permettono, oggi, di rendere accessibili, per mezzo della rete, oltre alle informazioni tradizionali, anche i dati 3D.

A differenza del dato bidimensionale, però, capace di restituire solo una visione statica del monumento osservato da un unico centro proiettivo non mutabile, le informazioni tridimensionali, organizzate quali modelli interattivi, possono essere liberamente esplorate dall'utente, sulla base delle sue competenze e dei suoi interessi.

Come già accennato, i laser scanner consentono di esplorare lo spazio e di acquisire le coordinate dei punti intercettati dal raggio laser in modo automatico, giungendo alla costruzione di un modello digitale 3D <sup>(6)</sup> dei manufatti oggetto di studio.

La fotogrammetria digitale, evoluzione della fotogrammetria analogica, negli ultimi anni si è sviluppata rapidamente permettendo oggi di generare point cloud da gruppi di prese fotografiche.

La possibilità di catturare in tempi rapidi nuvole di punti che descrivono in modo esatto la morfologia e le caratteristiche cromatiche dei manufatti rilevati ha profondamente modificato l'approccio e le procedure del rilevamento architettonico ed archeologico.

Tale metodologia ha portato una nuova cultura nel campo del rilevamento, infatti, mentre la selezione dei punti da rilevare, necessaria per giungere alla costruzione del modello, era in passato preliminare all'acquisizione delle misure, oggi viene rimandata ad un secondo momento.

La nuvola di punti è un'incredibile banca dati, una sorta di fotografia solida che consente di interrogare l'oggetto riprodotto nell'interezza della sua essenza geometrica, di operare differenti tipi di lettura, di trarre numerose forme di rappresentazione generando qualsiasi tipo di vista o sezione, di effettuare confronti tra diversi file dello stesso oggetto ottenuti da rilievi distanti tra loro nel tempo e di inserire il modello in gallerie digitali.

Il tema delle nuove frontiere della metodologia di rilievo <sup>(7)</sup> attraverso il laser scanning e la fotogrammetria digitale ai fini documentativi è affrontato nel caso studio riguardante i resti di un antico edificio d'epoca greca (metà IV-inizi III sec. a.C.), identificati come l'*Odéon* <sup>(8)</sup> di Reggio Calabria, che si trovano nel seminterrato di un palazzo di proprietà della Soprintendenza Archeologica nel centro storico della città <sup>(9)</sup>.

Le fasi operative hanno permesso di ottenere un modello matematico e un modello poligonale texturizzati dai quali sono state ricavate ortofoto ad alta risoluzione, sezioni orizzontali e verticali necessarie per la restituzione di planimetrie, piante e prospetti, volti a supportare future operazioni di studio, manutenzione, conservazione e divulgazione <sup>(10)</sup>.

Dell'edificio oggi rimangono pochi resti, che furono riportati in luce nel 1921 in occasione dei lavori per la costruzione di alcuni edifici, e identificati dall'archeologo Paolo Orsi (Fig. 3). Si tratta dei resti del koilon, costruito a ridosso di un'altura della città <sup>(11)</sup>, che si apriva verso ovest con vista sul mare. Il suo aspetto si può ricostruire dall'unica kerkis che si è conservata insieme ai primi gradini di una scala radiale (Fig. 4).

<sup>(6)</sup> Comunemente chiamato Point Cloud. G. Guidi, M. Russo, J.A. Beraldin, *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*, McGraw-Hill, 2010.

<sup>(7)</sup> Il tema delle ricostruzioni filologiche, ovvero le ricostruzioni che vengono effettuate attraverso lo studio delle fonti ritenute scientificamente valide, è molto dibattuto in campo accademico.

Le restituzioni grafiche semplificano le costruzioni architettoniche nelle loro geometrie in quanto risultano regolarizzate nelle dimensioni, le curvature reali sono sostituite da archi circolari, gli allineamenti sono tra loro paralleli o ortogonali, impostati su esatte simmetrie. Il tutto, esaltando ed evidenziando forzatamente una regolarità costruttiva e formale non corrispondente con quanto tuttora esiste ed è misurabile.

<sup>(8)</sup> L'Odéon (o odèon), dal greco Ὀδείον, è un piccolo teatro destinato ad audizioni musicali, architettonicamente simile al teatro greco, ma più spesso caratterizzato da un accentuato sviluppo verticale, in modo da costituire un ambiente favorevole all'audizione, dalle modeste proporzioni della scena e, soprattutto, dalla presenza di un tetto che lo copriva quasi interamente.

Oltre che per spettacoli musicali e di danza è probabile che tale edificio fosse utilizzato per le assemblee popolari. Realizzato con blocchi calcarei di arenaria squadrati in maniera regolare ed accurata, l'*Odéon* integro presentava, con molta probabilità, un koilon con una gradinata che arrivava all'incirca ad una quindicina di ordini. La costruzione semicircolare aveva una capacità di circa 1.500-1.600 posti a sedere e l'orchestra doveva avere un diametro di circa 22 metri. F. Martorano, *Il porto e l'Ekklesiasterion di Reggio Calabria*, estratto da *Rivista Storica Calabrese* N.S VI n. 1-4, 1985.

<sup>(9)</sup> L'isolato in cui è collocato l'edificio è delimitato da via del Torrione, via Demetrio Tripepi, via XXIV Maggio e via San Paolo.

<sup>(10)</sup> Si ringrazia la Dott.ssa Rossella Agostino (funzionario archeologo della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Calabria) per le autorizzazioni concesse.

<sup>(11)</sup> Il koilon, nell'antico teatro greco, è l'insieme delle gradinate disposte a semicerchio dove sedevano gli spettatori.

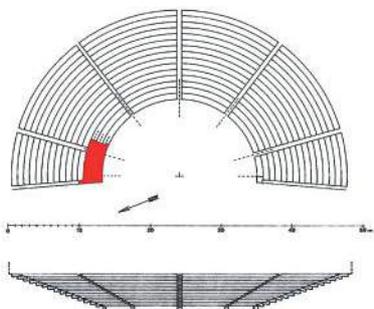


Figura 4. Ipotesi ricostruttiva della planimetria e della sezione dell'alzato dell'edificio (da F. Martorano)



Figura 5. Operazioni di rilievo effettuato con il laser scanner



Figura 6. Modelli tridimensionali: point cloud, modello poligonale e modello texturizzato

(<sup>12</sup>) La modellazione poligonale è particolarmente indicata per ottenere un modello 3D realistico composto da  $n$  numero poligoni.

Le operazioni di rilievo sono state effettuate con l'impiego delle strumentazioni di cui il laboratorio DiMoRa&Co dispone e che hanno permesso di realizzare un modello digitale real based (Fig. 5).

Le azioni effettuate possono essere così riassunte: progetto di rilievo; acquisizione dei dati; verifica di completezza e filtro dei dati; creazione del modello numerico (Point Cloud); generazione del modello poligonale (Meshing); verifica e correzione degli errori; creazione dei modelli bidimensionali.

È stata necessaria una giornata di lavoro per l'acquisizione dei dati sul campo e due giorni per l'elaborazione dei dati. Cinque scansioni sono state effettuate per ottenere tutti i dettagli delle superfici oggetto di studio. Alcuni target a scacchiera, precedentemente collocati in alcuni punti della struttura, sono stati utilizzati nell'allineamento delle singole scansioni. Il processo di elaborazione ha previsto l'applicazione di alcuni filtri per la pulitura e la decimazione delle singole scansioni che sono state successivamente unite e allineate per formare un unico modello. Il rilievo è stato integrato con l'acquisizione di una sequenza di fotografie digitali che sono state fondamentali data la funzione che rivestono nella descrizione accurata delle qualità materiche e cromatiche dei manufatti. Ogni foto acquisita è stata elaborata con un software dedicato il quale ha generato una nuvola di punti ed, una volta eseguita l'elaborazione dei dati tridimensionali, ha portato alla costruzione di un modello poligonale texturizzato (<sup>12</sup>) (Fig. 6).

Il risultato finale generato dalla integrazione delle due tecniche (fotogrammetria e laser scanning) ha prodotto ottimi risultati che fanno parte di un database di dati pensato e sviluppato a supporto di futuri progetti di restauro, di analisi di carattere geometrico, materico, statico e per la fruizione anche attraverso sistemi di realtà virtuale.

Le moderne tecniche di rilevamento permettono di giungere alla costruzione di modelli digitali raffinati ed i sistemi di prototipazione rapida sono in grado di realizzare modelli fisici accurati, con tempi e costi sempre più ridotti.

Per i beni culturali, in particolare, questa tecnologia rappresenta un mezzo efficace per la realizzazione di copie di reperti e parti di architetture; modello e copia fisica possono essere utilizzati per vari scopi:

- il modello costituisce la più moderna forma di catalogazione-archiviazione del bene;
- a partire dal modello si possono generare tutte le elaborazioni grafiche tradizionali;
- sul modello si possono effettuare confronti dello stesso oggetto ottenuti da rilievi effettuati in tempi diversi;
- il modello digitale può essere condiviso in rete per la sua esplorazione;
- disporre di modelli digitali estende il settore delle attività dimostrative, ad esempio si possono esplorare siti inaccessibili;
- realtà virtuale e aumentata offrono nuovi scenari di utilizzo dei modelli digitali e fisici.

L'estrema flessibilità delle tecnologie disponibili all'interno della Sezione DiMoRa&Co offre nuovi modi per documentare, indagare, conoscere, diagnosticare, divulgare e fruire un bene migliorando il livello di conoscenza e anche l'interesse da parte degli enti pubblici e dei privati.

In questo senso i servizi offerti al laboratorio rappresentano un caso unico sul territorio calabrese e le possibilità di poter proporre anche in campo nazionale ed internazionale appaiono possibili.

### 6.4.3 **Tecniche laser scanner per il rilievo dei beni culturali** *Laser scanning techniques for surveying cultural heritage environments*

di **Pietro Mina** (\*)

#### **ABSTRACT**

*La tecnologia laser scanner consente una rapida elaborazione di modelli digitali di superfici e geometrie complesse che sarebbero impossibili da rilevare con gli strumenti topografici tradizionali. Rappresenta pertanto la tecnologia adeguata per la rilevazione di siti archeologici e oggetti del patrimonio culturale.*

*In questo lavoro sono descritte le caratteristiche dei diversi strumenti in commercio e le loro diverse risoluzioni nell'acquisizione delle coordinate e negli errori di misurazione. La presentazione di alcuni esempi pratici ci dà l'opportunità di descrivere il processo operativo di restituzione 3D per la pianificazione e per l'esecuzione del sondaggio fino allo sviluppo di specifiche procedure per l'elaborazione dei dati.*

*Laser scanner technology permits a rapid elaboration of digital models of surfaces and complex geometries which would be impossible to survey with traditional topographic instruments. It therefore represents the proper technology for surveying archaeological sites and objects of Cultural Heritage.*

*In this paper the characteristics of different commercial instruments are described and their different resolutions in the acquisition of the coordinates and in measuring reflection. The presentation of some practical examples gives us the opportunity to describe the operative process of 3D restitution from planning and performing the survey up to the development of specific procedures for the elaboration of data.*

Nel settore dei Beni Culturali le tecniche laser a scansione tridimensionale rappresentano un sistema in grado di operare in modo sistematico nell'acquisizione veloce (si arriva a migliaia di punti al secondo) e nella possibilità di accedere ai dati in tempo reale.

Le applicazioni sono numerose: la documentazione e l'archiviazione dello stato di fatto di un monumento sono fondamentali in caso si verifichi la necessità di interventi di ricostruzione o conservativi. La possibilità di rilevare con notevole accuratezza geometrie molto complesse permette lo studio approfondito delle tecniche costruttive, consentendo la percezione e l'analisi di particolari geometrici difficilmente rilevabili con le tecniche tradizionali. Una rappresentazione tridimensionale, inoltre, porta ad una completa e più intuitiva percezione dello spazio, rendendo questo tipo di documentazione eccezionale anche nel campo della didattica <sup>(1)</sup>.

È importante ricordare che enti di ricerca e numerose società stanno da alcuni anni collaborando a progetti internazionali per la messa a punto di tecniche innovative di rappresentazione, relative sia alla conoscenza dello stato attuale che alle diverse fasi progettuali <sup>(2)</sup>.

La possibilità di acquisire informazioni sulla geometria di determinate regioni dello spazio o di uno specifico oggetto, in modo accurato, veloce e non invasivo, è ciò che caratterizza il rilevamento attraverso la tecnologia laser scanner 3D <sup>(3)</sup>. Le fasi principali di applicazione di tale tecnologia sono: acquisizione; elaborazione; estrazione delle informazioni geometriche.

La prima fase deve prevedere sia l'acquisizione dei dati attraverso laser scanner, sia le riprese fotografiche. La fase di elaborazione, eseguita con i software dedicati alla gestione delle scansioni laser, porta ad ottenere i modelli finali, sia sotto forma di nuvola di punti che di mesh.

Da questi modelli, utilizzando immagini fotografiche georeferenziate, è possibile ottenere il modello geometrico texturizzato.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura Mediterranea, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

<sup>(1)</sup> G. Godin, L. Cournoyer, J. Domey, J. Taylor, *Three-dimensional recording of objects and sites using laser range imaging*, "Quaderni del Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali della Scuola Normale Superiore di Pisa", 10, 2000.

<sup>(2)</sup> Il Visual Computing Research Laboratory dell'Istituto di Scienza e Tecnologia per l'Informazione "Alessandro Faedo" (ISTI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Il National Institute of Applied Optics-Cultural Heritage Group (INOA) di Firenze.

Il Centro D.I.A.P.R.E.M. (Centro Dipartimentale per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro di Monumenti) dell'Università di Ferrara.

Tra le società interessate la SAT Survey S.r.l. di Venezia.

<sup>(3)</sup> Tale tecnica, nata inizialmente per scopi industriali, nell'ultimo decennio ha cominciato ad essere utilizzata nei campi più svariati dal monitoraggio ambientale ai rilevamenti topografici via aerea. Il grande vantaggio è costituito dalla possibilità di modellare oggetti con una densità di informazioni geometriche che non può essere raggiunta, in tempi ragionevoli, con nessun metodo di rilevamento di tipo tradizionale.

Il rilievo a scansione laser all'interno del centro storico di Feltre (BL)



Il rilevamento attraverso una tecnica laser permette di ottenere una nuvola di punti ad altissima densità (in rapporto al modello di strumento utilizzato e alla distanza di acquisizione) per ognuno dei quali sono note le coordinate relative ad un sistema di riferimento intrinseco allo strumento, e, in alcuni casi, la riflettanza, che è indicativa delle caratteristiche fisiche della superficie scandita. Le dimensioni degli oggetti rilevabili variano dai piccoli manufatti alle sculture fino ad edifici di grandi dimensioni, con alcuni limiti legati al campo visivo dello strumento e alla geometria delle superfici da rilevare.

Lo strumento acquisisce le informazioni geometriche e restituisce in tempo reale, sul monitor del computer in dotazione al sistema, una nuvola di punti che descrive la superficie rilevata <sup>(4)</sup>.

Durante il processo di misurazione, la testa dello strumento ruota, in modo automatico, di 360° sul piano orizzontale, compiendo piccole rotazioni che possono essere impostate tra 0,625°, 0,125°, 0,25°, 0,5° ed 1,0°. Ad ogni passo viene effettuata una scansione di ampiezza pari a 180° sul piano verticale, procedendo a ventaglio in senso orario.

Nel sistema è, inoltre, integrata una videocamera digitale, che permette anche di acquisire direttamente prese fotografiche dell'oggetto scandito.

La precisione di un rilevamento laser dipende dalle condizioni nelle quali sono state eseguite le scansioni: la limitazione maggiore è dovuta al fatto che il fascio laser non è una retta ideale, ma può essere assimilato, entro certi limiti, ad un cilindro.

L'informazione sulla distanza dei punti deriva dall'integrazione di un intervallo di valori su una superficie risultante dall'intersezione del cilindro laser con la superficie dell'oggetto: l'impronta laser. La dimensione dell'impronta laser e, di conseguenza, l'accuratezza della misura dipendono dall'angolo d'incidenza laser superficie e dalla distanza <sup>(5)</sup>.

Una volta ottenuta la nuvola di punti completa relativa all'oggetto di studio, è possibile procedere alla elaborazione dei dati ottenuti secondo schemi e procedure differenti in base al risultato finale che si vuole ottenere o agli obiettivi dello studio <sup>(6)</sup>. Si può così sintetizzare:

- creazione delle mesh;
- mappatura delle texture;
- integrazione dei modelli 3D laser e fotogrammetrico;
- estrazione di informazioni geometriche dal modello.

Fondamentale è la scelta di un software adeguato al modello di scanner in uso, anche se purtroppo lo stato dell'arte presenta ancora delle lacune.

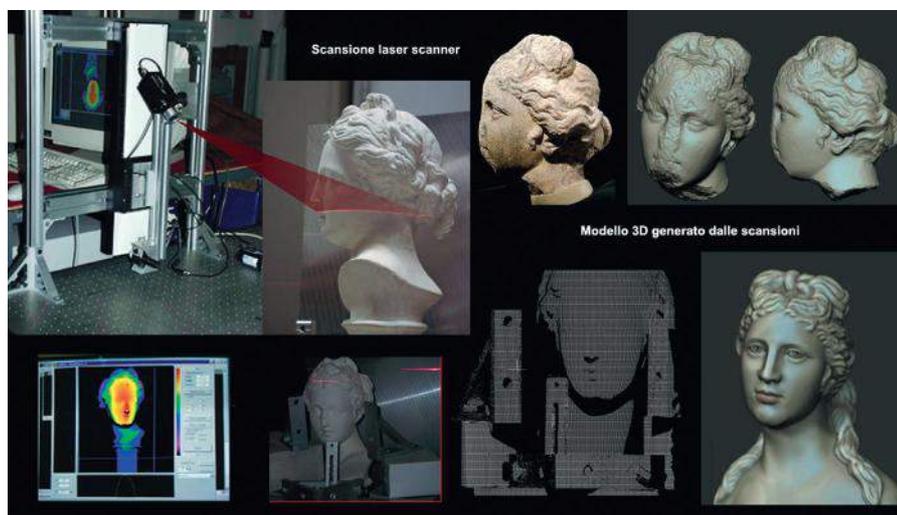
Generalmente si tratta di programmi sviluppati per altri campi applicativi (settore industriale), con procedure che tendono a modellare su superfici regolari ed a riconoscere nell'oggetto solidi elementari (cilindri, parallelepipedi, ecc.) che difficilmente si possono trovare nell'ambito archeologico.

<sup>(4)</sup> L'unità laser ha le seguenti caratteristiche:

- range, 80 metri con superfici naturali riflettenti;
- velocità di scansione 77 scans/sec;
- range di scansione: orizzontale, piano-400 gon; verticale, linea-166 gon dalla verticale;
- accuratezza: distanza Z, circa 5 mm; lettura dell'angolo azimutale, piano-circa 17 mgon; lettura dell'angolo zenitale, linea-circa 3 mgon.

<sup>(5)</sup> M. Ravelli, *Tecniche integrate laser scanner e fotogrammetriche per il rilevamento e la rappresentazione di architetture storiche*, Tesi di Laurea, Università di Brescia, Facoltà di Ingegneria Corso di Laurea in Ingegneria Civile, 2003.

<sup>(6)</sup> M. Soucy, G. Godin, M. Rioux, *A texture-mapping approach for the compression of colored 3D triangulations*, "The Visual Computer", 12, 1996, 503-514.



Scansione laser scanner su una scultura antica in marmo: modellazione computerizzata dei dati per la prototipazione

Tali prodotti coprono una gamma di problematiche alcune delle quali possono appoggiarsi a pacchetti esterni, tipo CAD, mentre altre a software per la gestione di dati tridimensionali in forma di DTM. Complessa, invece, è la generazione di mesh per un oggetto a tutto tondo, come ad esempio una scultura; in questi casi il grigliato che si forma dai punti acquisiti con lo scanner laser non può essere gestito come una successione di coordinate puntuali (X, Y, Z) disposte in modo regolare in planimetria (come si fa per la modellazione del terreno), ma in modo tridimensionale, con la complessità che ciò comporta dal punto di vista computazionale (7).

Inoltre, la sequenza di certe operazioni non è standard e si possono adottare differenti strategie in fasi diverse del medesimo processo di elaborazione, in rapporto alla complessità della superficie dell'oggetto.

Modellazioni tridimensionali di questo genere favoriscono la realizzazione di ambienti di realtà virtuale (VR), fondamentali per un nuovo tipo di comunicazione museale, che sta subendo profondi cambiamenti diventando multimediale e mediatizzata (8). Oltre a ciò bisogna considerare che stanno emergendo i connotati di un nuovo tipo di utente museale: è un utente attivo, informato sulle potenzialità offerte dalla tecnologia o quanto meno pronto ad essere investito dal processo innovativo e formativo che un museo può produrre. Ma è anche possibile creare ambienti aperti tipici dei nuovi sistemi educativi attuali, in cui si fa fare esperienza al soggetto e gli si fa manipolare gli oggetti, ricreando situazioni specifiche dei comportamenti esplorativi del gioco attraverso due tipi di utilizzo: quello passivo, in cui l'utente esegue una navigazione, ad esempio all'interno della tomba secondo un percorso pre-stabilito e non modificabile; e quello attivo, in cui l'utente esplora l'ambiente muovendosi con discontinuità nello spazio 3D tramite appositi comandi.

I risultati sono molto buoni pensando, ad esempio, ad un ambiente di realtà virtuale dove esistono molte possibilità di progettazione: nel caso di una tomba chiusa al grande pubblico o difficilmente accessibile per problemi di conservazione, le ricostruzioni realizzate divengono elemento ideale da collocare in museo per un turismo virtuale.

In poche parole l'interattività e la multimedialità moltiplicano le occasioni di apprendere attivamente un contenuto informativo. Un ulteriore campo applicativo di questo tipo di elaborazioni si rivolge alla fruibilità dei musei anche da parte di persone diversamente abili, del grande pubblico dei "piccoli" per cui l'esperienza tattile risulta fondamentale.

Un secondo ambito di applicazione del modello geometrico texturizzato è il restauro virtuale di un manufatto. Diversamente dal restauro tradizionale che viene eseguito su un oggetto oppure su una struttura (procedimento di solito non reversibile), il restauro virtuale è applicato direttamente sulla copia numerica (ed è quindi reversibile).

(7) C. Rocchini, P. Cignoni, C. Montani, R. Scopigno, *Multiple textures stitching and blending on 3D objects*, in G. Ward, d. Lischinsky (eds.), *10<sup>th</sup> Eurographic Workshop on Rendering (Granada 1999)*, Granada, 1999, 127-138.

(8) M. Levoy, K. Pulli, B. Curless, S. Rusinkiewicz *et al.*, *The Digital Michelangelo Project: 3D scanning of large statues*, in *Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Ottawa 2000)*, New York, ACM Press, 2000, 131-144.

Per esempio, permette di interagire direttamente sui dati informativi, senza provvedere ad interventi spesso traumatici per l'originale; oppure, gli elementi che sono stati aggiunti durante gli anni possono essere rimossi ed il modello 3D può essere esaminato nel contesto storico corretto.

In questo modo si avranno insiemi di dati digitali che costituiranno il patrimonio del museo, attraverso l'organizzazione di enormi banche dati o archivi multimediali. Tali archivi, a differenza delle mostre, potranno essere esplorabili dall'utente attraverso workstation, con tutta una serie di informazioni relative alle opere esposte nel museo.

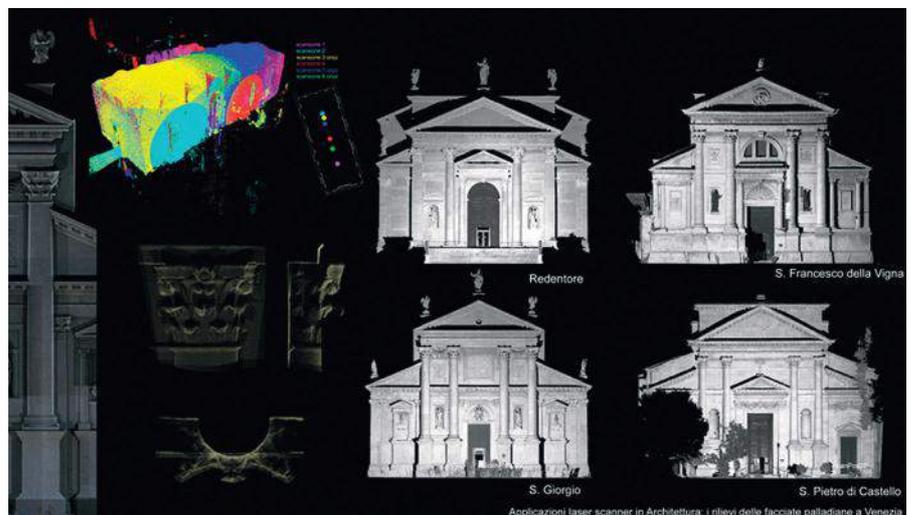
Le informazioni saranno organizzate in forma ipertestuale e l'accesso alle informazioni (link) sarà di tipo iconico o di tipo testuale. Le opere esposte o quelle non accessibili saranno riprodotte, in base ai rilievi realizzati con laser scanner, nella loro forma geometrica: il visitatore potrà ingrandirle, vederle in altre dimensioni e sotto vari punti di vista.

L'utilizzo di laser scanner per il rilevamento dei beni culturali porta con sé alcune problematiche legate ai principi operativi sui quali si fonda il funzionamento dello strumento. Su tutte la loro integrabilità riferendo le coordinate dei modelli ad un sistema unico ed alla possibilità dei software impiegati di importare ed esportare i file in formati di interscambio tra loro compatibili.

Il risultato può essere un modello completo e di elevata risoluzione, ottenuto integrando il modello laser mediante un approccio operativo di semplice realizzazione e, cosa fondamentale, applicabile in modo generale anche per il completamento di elementi di complessa geometria.

Inoltre, sempre mediante modellazione fotografica si è in grado di realizzare un modello dalla geometria pseudo piana, caratterizzato da una texture ad elevata risoluzione. In questo modo alcuni particolari del modello 3D possono essere integrati, fornendo una rappresentazione molto dettagliata degli elementi architettonici più rilevanti, senza andare ad appesantire tutto il modello tridimensionale mappandolo completamente con immagini ad elevata risoluzione che lo renderebbero ingestibile dai computer attualmente in commercio. Consentono dunque modelli geometrici realizzabili con laser scanner tridimensionale che potrebbero avere diversi usi, tutti di grande utilità per una precisa documentazione del bene; ma anche per applicazioni più innovative:

- la computer grafica per restaurare virtualmente le parti danneggiate di un manufatto;
- l'animazione per illustrare alcuni accorgimenti di prospettiva utilizzati dagli scultori nell'antichità;
- modelli computerizzati per stabilire il tipo di illuminazione di pareti o sculture in maniera così precisa da attribuire i colori originali.



Applicazione laser scanner effettuata sulle facciate palladiane a Venezia. Università Luav di Venezia 18 marzo 2010

## 6.5 Test Mobile. Sostenibilità ambientale e smart city Test Mobile. Environmental sustainability and smart cities

(\*) Fisico, Professore Ordinario di Fisica  
Tecnica Ambientale, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

di Matilde Pietrafesa (\*)

### ABSTRACT

*200 anni di combustibili fossili bruciati per favorire uno stile di vita industriale, con il rilascio di ingenti quantità di CO<sub>2</sub> in atmosfera, hanno causato repentini incrementi dell'effetto serra e pericolosi innalzamenti di temperatura, minacciando catastrofici mutamenti climatici.*

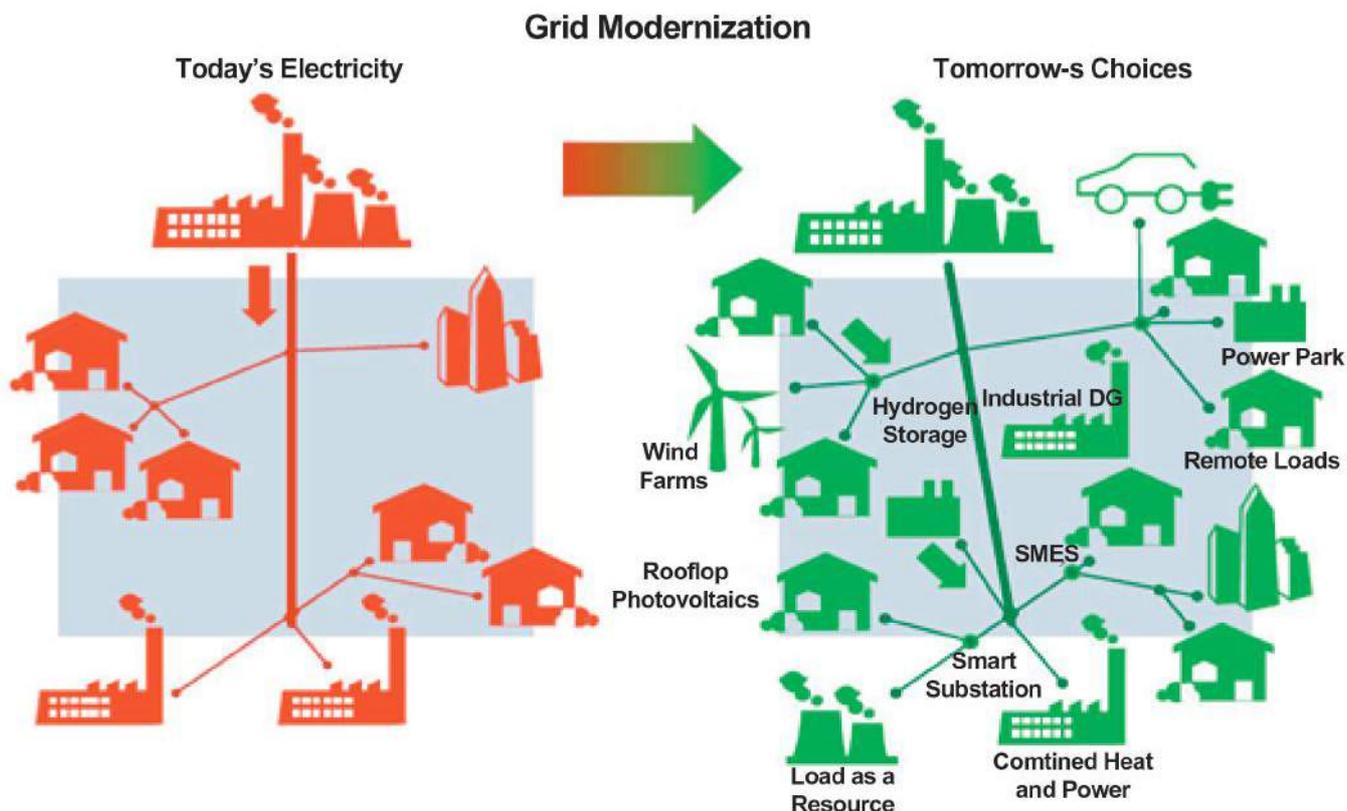
*In questo quadro, efficaci politiche di riduzione delle emissioni richiedono nuovi paradigmi economici, che accompagnino la transizione verso un'economia a bassa intensità di carbonio, convertendo l'attuale modello di gestione centralistico-gerarchico dell'energia in un nuovo regime energetico distribuito e collaborativo.*

*A partire dalla nuova convergenza tra comunicazione ed energia, l'obiettivo è la creazione di un web dell'energia, fondendo la tecnologia di internet e le energie rinnovabili in una potente infrastruttura, una sorta di energy internet per l'immissione, l'approvvigionamento e la distribuzione di elettricità e calore.*

*200 years of fossil fuels burnt to facilitate an industrial life style, with the release of considerable amounts of CO<sub>2</sub> into the atmosphere, have caused a swift increase in the greenhouse effect and dangerous rises in temperature, threatening catastrophic climate change.*

*In this regard, for policies aimed at reducing emissions to be effective, new economic paradigms are needed to support a transition towards a low-carbon-intensity economy, converting the current model of a centralised hierarchical energy management system into a new distributed and collaborative energy regime.*

*Exploiting the recent convergence between communication and energy, the aim is to create an energy web, merging internet technology and renewable energies into a powerful infrastructure, a sort of energy internet for electricity and heat production, supply and distribution.*



Il debito che per i vari Paesi va accumulandosi in termini di entropia, difficile da rimborsare al pari di quello economico, è il conto presentato da 200 anni di carbone, petrolio e gas bruciati per favorire uno stile di vita industriale, con il rilascio di ingenti quantità di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Quasi tutte le attività dell'economia globale sono dipendenti dai combustibili fossili: trasporti, riscaldamento, energia elettrica ed illuminazione, ma non solo; anche alimenti, ottenuti con concimi e pesticidi derivati dal petrolio, quasi tutti i materiali da costruzione e la stragrande maggioranza dei farmaci, abiti, in gran parte realizzati con fibre sintetiche petrolchimiche. Si è costruita un'intera civiltà sui depositi del Carbonifero, peraltro in via di esaurimento.

L'aumento delle emissioni ha causato repentini incrementi dell'effetto serra, cui contribuiscono anche allevamenti, fertilizzanti e deforestazione, ed il saldo entropico ha generato pericolosi innalzamenti di temperatura, minacciando catastrofici mutamenti climatici.

L'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Changes*), composto da migliaia di scienziati provenienti da quasi 200 Paesi, nel suo rapporto sul clima (1), ultimo di una serie prodotta in oltre 20 anni, ha sancito che un cambiamento climatico è inequivocabilmente in atto e la sua origine è chiaramente antropica. Dagli anni '50 del secolo scorso ad oggi i cambiamenti sono senza precedenti, gli ultimi 30 anni sono stati i più caldi degli ultimi 1.400: per contrastare la tendenza, si dovrebbero azzerare le emissioni prima del 2100.

Rispetto alla precedente valutazione del 2007, il rapporto del 2014 presenta una serie più nutrita e accurata di segnali: aumento del livello dei mari, ritiro dei ghiacciai, diminuzione delle coperture di ghiaccio e dei manti nevosi, aumento delle temperature degli oceani, eventi climatici estremi più intensi e frequenti. Fra le previsioni meno rassicuranti, c'è il timore che aumenti della temperatura superiori a 2 °C possano portare ad un ciclo di estinzione di massa delle specie animali e vegetali, che potrebbe avviarsi già entro la fine di questo secolo. Gli ecosistemi si adattano infatti alle zone climatiche solo in migliaia di anni e non si adeguano rapidamente ad improvvisi mutamenti del regime. Si teme quindi dapprima la perdita di specie vegetali, che non possono emigrare; l'improvvisa perdita dell'*habitat* sarebbe poi fatale anche per la vita animale. Nel corso della sua storia, la Terra ha conosciuto cinque ondate di estinzioni biologiche negli ultimi 450 milioni di anni, recuperando la perdita di biodiversità in 10 milioni di anni.

L'effetto più devastante si avrebbe sul ciclo dell'acqua, con radicali cambiamenti nella distribuzione delle precipitazioni, aumenti di intensità e riduzioni della durata e frequenza, che originerebbero inondazioni diffuse e periodi di siccità prolungata: l'aumento di 0,5 °C dagli anni '70 ad oggi ha raddoppiato il numero di uragani di intensità 4 e 5.

Si prevedono anche innalzamenti del livello medio del mare, con perdita di territori costieri e di piccoli arcipelaghi, che potrebbero essere completamente sommersi, per lo scioglimento dei ghiacciai delle grandi catene montuose, alcuni dei quali potrebbero ridursi fino al 60% entro il 2050.

Preoccupazione c'è soprattutto per le zone artiche, per la diminuzione di gran parte della copertura; ma conseguenze irreversibili si avrebbero anche per la calotta glaciale dell'Antartide occidentale, con il crollo dell'enorme massa di ghiaccio.

Ma ciò che allarma di più i climatologi è la difficoltà di previsione degli effetti di feedback positivo che, se non adeguatamente valutati, farebbero schizzare la temperatura a picchi assai più alti.

Il ghiaccio della calotta polare, infatti, sciogliendosi impedirà al calore di disperdersi, la minor copertura nevosa perderebbe capacità di riflessione delle radiazioni solari, generando ulteriore riscaldamento e scioglimento più rapido. Negli ultimi 650.000 anni, i livelli di CO<sub>2</sub> in atmosfera non avevano mai sfondato le 300 ppm.

(1) IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate change, 5th Assessment Report*, 2013.

Nel 1958 la concentrazione era di 316 ppm, mentre attualmente si sono raggiunte le 400 ppm (Fig. 1), un livello mai raggiunto negli ultimi 23 milioni di anni <sup>(2)</sup>. In assenza di provvedimenti, le concentrazioni entro fine secolo potrebbero salire a 550 ppm o più, abbastanza per far salire le temperature medie annuali fino a 6 °C nello stesso arco di tempo.

Eppure fino allo scorso anno non c'era mai stata connessione diretta tra gli allarmi dell'IPCC e le iniziative dei Governi. L'unico tentativo serio di raggiungere accordi vincolanti – la conferenza di Copenaghen del 2009 – era fallito miseramente. Per diverse ragioni gli Stati Uniti e la Cina non vollero firmare, lasciando la politica europea isolata. Anche i Paesi di nuova industrializzazione opposero resistenze, per nulla intenzionati a cambiare la loro direzione di marcia.

Si concordò però almeno l'obiettivo di evitare, in ogni modo, aumenti della temperatura di 2 °C rispetto ai livelli preindustriali.

Da allora le emissioni di gas serra e le loro concentrazioni nell'atmosfera pertanto continuarono a crescere allo stesso ritmo, soprattutto ad opera di Cina e India, rendendo gli sforzi europei irrilevanti. Inoltre, speranze furono riposte nella scoperta di nuovi, ma sempre più piccoli, giacimenti di petrolio (*shale oil*) o gas (*shale gas*).

Ma ormai l'Europa aveva sviluppato una leadership a livello globale sulla sostenibilità ambientale e la lotta ai cambiamenti climatici. I noti obiettivi 20-20-20 sulla riduzione delle emissioni, lo sviluppo delle rinnovabili e l'incremento dell'efficienza energetica, fissati nel 2009 dal pacchetto clima-energia per il 2020, avevano costituito impegni unilaterali, anche se parziali, di un processo di decarbonizzazione a lungo termine, teso a limitare l'aumento di temperatura entro i 2 °C.

Ed ancora l'Europa si è già mossa in vista della COP21 (Conferenza delle Parti) di dicembre 2015 a Parigi, con la definizione di nuovi obiettivi in ambito energetico-ambientale: riduzione del 40% delle emissioni entro il 2030, aumento del 27% delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica.

Grazie al suo ruolo trainante, oggi, a cinque anni da Copenaghen, caratterizzati da disastri climatici che hanno portato ondate di siccità nel cuore dell'Asia e aumentato la pericolosità degli uragani, il consenso attorno alle proposte di sicurezza climatica è cresciuto, e le possibilità offerte dallo sviluppo della *Green Economy* cominciano ad essere colte.

Nel 2014, secondo l'IEA (*International Energy Agency*), per la prima volta, l'economia globale è cresciuta mentre le emissioni di CO<sub>2</sub> non sono aumentate. Il dato segnala una svolta epocale. Benessere economico e inquinamento smettono di viaggiare in tandem e si può produrre più ricchezza con meno costi ambientali. Negli ultimi 40 anni le emissioni serra si erano fermate già tre volte, ma sempre in presenza di una crisi economica: per la prima volta si è invece registrato il disaccoppiamento con la crescita.

Un cambio di rotta destinato a incidere anche sui risultati della conferenza ONU di fine anno 2015, in cui dovrebbe emergere il piano globale per il taglio delle emissioni serra che minacciano di far saltare l'equilibrio climatico con conseguenze devastanti.

Nella COP20 in Perù i rappresentanti delle 196 nazioni hanno infatti già siglato un accordo in vista del vertice di Parigi, dove ogni Paese dovrà aver elaborato una strategia nazionale per il taglio dei gas serra entro il 2020. In particolare va sottolineato l'impegno assunto da Stati Uniti e Cina, i Paesi più inquinanti del mondo, da sempre i più resistenti nella stipula di accordi di riduzione delle emissioni.

In questo scenario, una politica di riduzione delle emissioni richiede improrogabilmente un nuovo paradigma economico per accompagnare la transizione verso un'economia a bassa intensità di carbonio, nella prospettiva di una decarbonizzazione sempre più spinta.

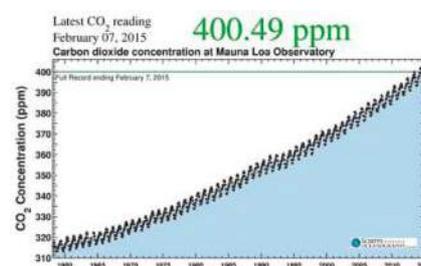


Figura 1. Andamento della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera negli ultimi 50 anni

<sup>(2)</sup> D. Biello, CO<sub>2</sub>: raggiunti i livelli più alti in 23 milioni di anni, *Le Scienze*, marzo 2015 (450 ppm è il valore che generalmente si considera correlato a un aumento della temperatura media non superiore di 2 °C).

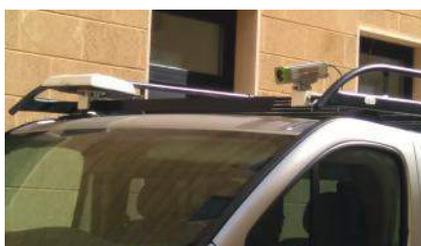


Figura 2. Pulmino attrezzato con sensore per rilievi ambientali in esterno in dotazione al laboratorio Test Mobile

Ma ridurre le emissioni non basta: le tecnologie alimentate da fossili e l'infrastruttura industriale nel suo complesso sono obsolete e bisognose di manutenzione.

Quella da realizzare è una riforma radicale, che rovesci l'attuale modello di gestione centralistico-gerarchico dell'energia, in un nuovo regime energetico, non più centralizzato e gerarchico, ma distribuito e collaborativo, segnando il passaggio dalla globalizzazione alla *Terza Rivoluzione Industriale* <sup>(3)</sup>. Fra i suoi palcoscenici principali c'è la città, il cui ruolo va riprogettato in una riqualificazione energetica rispettosa delle preesistenze.

Questa nuova configurazione prevede il passaggio all'energia rinnovabile (un'ora di radiazione solare fornisce energia sufficiente per l'economia globale per un anno; il 20% dei venti che soffiano sul pianeta produrrebbe sette volte più elettricità del nostro fabbisogno, ecc.), ma anche la microgenerazione, con lo spostamento della produzione verso piccoli e piccolissimi impianti, la trasformazione degli edifici in centrali produttive (edifici energeticamente autosufficienti, *nearly Zero Energy Building*, che rendono disponibile l'eventuale *surplus*), o ancora una grande rete di distribuzione intelligente (*smart grid*), la mobilità elettrica, l'accumulo di energia per l'intermittenza delle rinnovabili, lo sviluppo dell'idrogeno come vettore energetico.

Nella sola UE, sul 40% dei tetti ed il 15% delle facciate degli immobili sono applicabili pannelli FV, che genererebbero energia per coprire il 40% della domanda totale, raggiungendo la *grid parity* nei mercati europei.

L'obiettivo è la creazione di un web dell'energia, una sorta di *energy internet* per immettere, approvvigionare e distribuire energia, organizzando in un'enorme e capillarissima rete di produzione, distribuzione e consumo di elettricità e calore. Siamo prossimi ad una nuova, affascinante convergenza tra comunicazione ed energia, fondendo la tecnologia di internet e le energie rinnovabili in una nuova e potente infrastruttura.

Ci si sta muovendo verso le *città intelligenti*, o *smart cities*, sistemi organici in cui infrastrutture, servizi e tecnologia si coordinano in un nuovo modello urbano a misura d'uomo, che coniuga efficienza energetica, sostenibilità economica e tutela dell'ambiente.

E poiché i regimi energetici determinano forma e natura delle civiltà, organizzazione, potere politico e relazioni sociali, la trasformazione in campo energetico definirà un paradigma economico e sociale completamente nuovo, basato sulla sostenibilità e sulla collaboratività, e creerà servizi ed opportunità di lavoro sempre nuovi (*Green Economy*).

I combustibili fossili sono infatti energie d'*élite*, trovandosi solo in determinati luoghi e richiedendo massicce concentrazioni di capitale per il trasferimento dal sottosuolo all'utenza.

Proteggere l'accesso ai giacimenti richiede investimenti militari e assicurarsene la disponibilità dipende dalla gestione geopolitica: la capacità di concentrare capitale è, pertanto, fondamentale per il buon funzionamento del sistema.

La centralizzazione dell'infrastruttura energetica stabilisce quindi lo standard di riferimento per il resto dell'economia, incoraggiando l'adozione di modelli operativi analoghi in tutti i settori.

Nel nuovo modello di gestione dell'energia la tradizionale organizzazione gerarchica del potere economico e politico cederà il passo al potere laterale, organizzato per nodi, e la democratizzazione dell'energia porterà con sé una radicale riorganizzazione delle relazioni umane.

La *Terza Rivoluzione industriale* e la *Green Economy* non sono panacee di tutti i mali della società odierna, ma un piano economico pragmatico e senza orpelli per accedere ad un'era post-carbonio.

Se esiste un piano B, non se ne è ancora sentito parlare.

<sup>(3)</sup> J. Rifkin, *La Terza Rivoluzione Industriale*, Mondadori, 2011.

I contributi che seguono affrontano alcune delle questioni introdotte: le fonti rinnovabili (L. Marino) e nuove ipotesi applicative (B. Mercuri e A. Greco).

## 6.5.1 Fonti rinnovabili in edilizia *Renewable sources in the building sector*

di Laura Marino (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### ABSTRACT

*Il pianeta è alle soglie di un nuovo paradigma economico, definito dall'economista Rifkin Terza rivoluzione industriale e generato, come per tutte le grandi rivoluzioni della storia, dalla convergenza di nuovi regimi energetici e di comunicazione, che, nel caso del XXI secolo, sono rappresentati dalle energie rinnovabili e dall'avvento di internet.*

*In questa sfida l'Unione Europea sta rivestendo un ruolo di leadership mondiale, con l'assunzione di impegni unilaterali nella riduzione delle emissioni di gas serra ed il perseguimento dell'ambizioso obiettivo di una progressiva decarbonizzazione entro il 2050.*

*Nel nuovo modello energetico un ruolo determinante sarà rivestito dalla microgenerazione, che comprenderà la trasformazione degli edifici in centrali produttive. In particolare nel campo dell'edilizia, che presenta attualmente i maggiori consumi energetici, la tecnologia fotovoltaica si sta dimostrando la più versatile e di più promettente sviluppo.*

*The planet is on the threshold of a new economic paradigm described by the economist Rifkin as the Third industrial revolution and generated, as in all of history's great revolutions, by the convergence of new energy and communication systems that, in the case of the 21<sup>st</sup> century, involve renewable energies and the advent of the internet.*

*In the face of this challenge, the European Union is playing a global leadership role, undertaking unilaterally to reduce greenhouse gas emissions and pursuing the ambitious goal of gradual decarbonisation by 2050.*

*Microgeneration will play a key role in the new energy model: it will involve turning buildings into production facilities. In the building sector, currently the largest energy consuming sector, photovoltaic technology in particular is proving to be the most versatile and most promising in terms of future development.*

L'economista Jeremy Rifkin <sup>(1)</sup>, nell'analizzare i cambiamenti attualmente in atto su scala mondiale, delinea quella che definisce la prossima tappa nel cammino dell'umanità: la Terza rivoluzione industriale. Egli teorizza che il mondo è alle soglie di un nuovo paradigma economico, che offrirà straordinarie opportunità per sfruttare le fonti di energia rinnovabili ad un costo marginale prossimo allo zero.

L'elemento generatore del cambiamento è rappresentato, come per tutte le grandi rivoluzioni della storia, dalla convergenza di nuovi regimi energetici e di comunicazione, che, nel caso del XXI secolo, sono *energie rinnovabili* e l'avvento di *internet*.

Rifkin individua cinque pilastri fondamentali della *Terza rivoluzione industriale*, che dovranno essere sviluppati e integrati perché il nuovo paradigma economico diventi operativo:

1. passaggio definitivo alle energie rinnovabili;
2. trasformazione degli edifici in centrali produttive (microgenerazione);
3. tecnologia *smart grid* per la gestione della rete elettrica;
4. trasporti non alimentati da combustibili fossili;
5. idrogeno e altre tecnologie per l'immagazzinaggio dell'energia.

Questi cinque pilastri sono diventati i principi ispiratori della politica energetica europea, che negli ultimi anni ha assunto un ruolo di leadership mondiale nella riduzione delle emissioni di gas serra, perseguendo l'importante obiettivo di una rapida, progressiva decarbonizzazione.

La prima tappa della politica dell'Unione Europea è rappresentata dal varo del cosiddetto "Pacchetto 20-20-20" (*Pacchetto Clima-Energia*, 2008) <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> J. Rifkin, *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, 2011.

<sup>(2)</sup> Direttiva 2009/28/CE sulla *Promozione dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili*.

Si tratta di un impegno unilaterale dell'UE entro il 2020 sui seguenti obiettivi energetici e climatici:

- riduzione di almeno il 20% delle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990;
- 20% di produzione di energia da fonti rinnovabili sui consumi finali, compreso un obiettivo del 10% per i biocarburanti;
- riduzione del 20% nel consumo di energia primaria tramite misure di efficienza energetica.

L'obiettivo finale, delineato dall'*Energy Roadmap 2050* <sup>(3)</sup> e finalizzato ad una decarbonizzazione del sistema energetico entro il 2050, prevede la riduzione dell'80-95% delle emissioni di CO<sub>2</sub> (quota necessaria, a detta degli scienziati, per restare sotto i 2 °C di aumento del riscaldamento globale), una tappa ambiziosa, ben lontana e difficile da raggiungere, da conseguire tramite obiettivi intermedi.

A tal fine una tappa più recente è stata quella definita ad ottobre 2014 dal Consiglio Europeo, con l'approvazione di nuovi obiettivi per il 2030:

- riduzione del 40% delle emissioni di gas serra;
- aumento del 27% della quota di utilizzo di energie rinnovabili;
- incremento del 27% dell'efficienza energetica.

L'Italia già nel 2008 aveva pienamente aderito allo spirito del *Pacchetto Clima-Energia*, recependo il quadro normativo europeo con una declinazione degli obiettivi al 2020 (riduzione delle emissioni 18%, 17% di energia da fonti rinnovabili, riduzione del 20% nel consumo di energia primaria), e nel marzo 2013 si è anche dotata di un documento di strategia energetica nazionale (*Sen*) <sup>(4)</sup>, di iniziativa congiunta dei *Ministri dello Sviluppo Economico (Mise)*, *delle Infrastrutture e dei Trasporti (Mit)* e *dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Mattm)*, incentrato su quattro obiettivi principali:

- ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per consumatori ed imprese, allineando prezzi e costi dell'energia a quelli europei al 2020 ed assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta la competitività industriale;
- raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal Pacchetto europeo *Clima-Energia 2020*, assumendo un ruolo guida nella definizione ed implementazione della *Roadmap 2050*;
- continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento, soprattutto nel settore gas, e ridurre la dipendenza dall'estero;
- favorire la crescita attraverso lo sviluppo del settore energetico.

In termini di efficienza energetica, l'Italia presenta già *performance* elevate rispetto ad altri Paesi europei, con un importante potenziale di miglioramento. Considerato che le azioni di efficienza energetica hanno spesso un ritorno economico positivo, ci si aspetterebbe che gli investimenti si realizzassero spontaneamente, guidati da logiche economiche e di mercato.

Il meccanismo virtuoso è però ostacolato da numerose barriere, diverse in base al settore. In particolare in ambito civile, gli elevati investimenti iniziali spesso scoraggiano le decisioni dei piccoli consumatori (residenze, uffici), ai quali si aggiungono anche una scarsa consapevolezza dei potenziali risparmi ed una difficoltà di accesso agli incentivi.

Rispetto al settore residenziale, lo studio condotto dal *Mise* ha rilevato che, rispetto all'uso di tecnologie rinnovabili, c'è ancora scarsa consapevolezza dei potenziali risparmi e dei vantaggi, poca chiarezza sul tempo di *payback*, ed inoltre preoccupano, e di conseguenza inibisce, il capitale iniziale da investire ed il rischio di ritorno. Eppure è proprio il settore residenziale, e più in generale il settore dell'edilizia, responsabile dell'aliquota maggiore dei consumi totali di energia, la cui riduzione costituisce quindi una priorità nell'ambito degli obiettivi fissati in campo energetico.

<sup>(3)</sup> Comunicazione della Commissione COM 885/2, *Energy Roadmap 2050*, 15 dicembre 2011.

<sup>(4)</sup> Decreto interministeriale *Mise, Mit, Mattm, Strategia Energetica Nazionale*, marzo 2013.

Come è noto, al settore dell'edilizia è attualmente imputabile circa il 40% dei consumi negli usi finali dell'UE. Il fabbisogno energetico degli edifici è legato prevalentemente a consumi elettrici e termici (riscaldamento locali e produzione di acqua calda), una parte importante dei quali si spreca per dispersioni termiche verso l'ambiente esterno.

A tale proposito le Direttive europee raccomandano agli Stati membri il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici <sup>(5)</sup>, definite sulla base di determinati aspetti, quali le condizioni climatiche esterne, le caratteristiche termiche dell'edificio (capacità termica, isolamento, ecc.), gli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda, di condizionamento dell'aria, di illuminazione, e l'utilizzo di impianti a maggior rendimento.

Una distinzione importante va effettuata tra edifici già esistenti e di nuova costruzione, nonché tra diverse tipologie edilizie. Va in ogni caso valutata la possibilità di adottare sistemi di fornitura di energia da fonti rinnovabili, pompe di calore, sistemi di teleriscaldamento o telerinfrescamento urbano o collettivo e sistemi di cogenerazione.

Inoltre, entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero (*nZEB*), mentre quelli occupati da enti pubblici dovranno raggiungere questo *target* entro il 31 dicembre 2018: per il conseguimento di tali prestazioni un ruolo fondamentale va attribuito alle fonti rinnovabili, all'efficienza energetica di impianti ed apparecchiature elettriche, alla bioedilizia ed agli interventi sull'involucro.

Oggi il settore dell'edilizia nel campo della produzione energetica da fonti rinnovabili sta concentrando la propria attenzione prevalentemente sullo sviluppo della tecnologia fotovoltaica.

I comuni pannelli, nella gran parte di silicio mono o policristallino, stanno ormai entrando a far parte del sapere collettivo, trovando collocazione sui tetti o nelle coperture piane delle nostre città.

Un impianto fotovoltaico, infatti, produce elettricità per circa 30 anni, con scarsa necessità di manutenzione e buona resistenza agli agenti atmosferici; inoltre il suo smaltimento a fine vita non pone particolari problemi, essendo riciclabile per più del 90% (silicio, vetro ed alluminio vengono riciclati come materie prime secondarie).

Ma la grande richiesta del mercato di sistemi sempre più efficienti, l'esigenza di centrare gli obiettivi energetici europei e, soprattutto, la necessità di coniugare efficienza energetica e qualità architettonica stanno portando ad una rapida accelerazione nel campo della ricerca.

Per venire incontro a diverse esigenze architettoniche, in particolare, oggi si stanno sviluppando pannelli fotovoltaici cosiddetti *a film sottile*, in silicio amorfo, atti ad essere posizionati su superfici ondulate e curve, su supporti rigidi o flessibili come il vetro, la plastica o la lamiera (Fig. 1).

I pannelli così realizzati hanno rendimenti più bassi, ma prezzi più convenienti e maggiore versatilità di utilizzo rispetto al silicio cristallino.

Ed è già pronta la loro evoluzione, i pannelli multi-giunzione, con spessore complessivo di circa 2-3 micron, con due (tecnologia *tandem*) o tre giunzioni (*tripla giunzione*), struttura a doppio vetro, garanzia di eccellenza in termini di resistenza agli agenti atmosferici (Fig. 2).

Sono costituiti da molecole organiche che assorbono l'energia della luce infrarossa grazie ad una speciale vernice trattata con gel di silicio amorfo, che può essere applicata sia in superficie che su uno strato interno ai doppi vetri, facilitando sia l'assorbimento dei raggi che l'illuminamento naturale, mantenendo un grado di trasparenza del 30%. Sono in grado di generare potenze fino a 100 W/m<sup>2</sup>.

Dal Mit di Boston nasce invece una novità finalizzata soprattutto all'abbattimento dei costi, aprendo la strada per una produzione di pannelli *low cost*: il pannello fotovoltaico stampato.

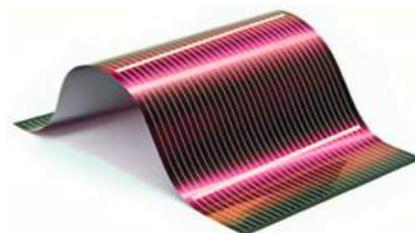


Figura 1. Pannelli fotovoltaici a film sottile

<sup>(5)</sup> Direttiva 2010/31/EU sulla Prestazione energetica in edilizia.

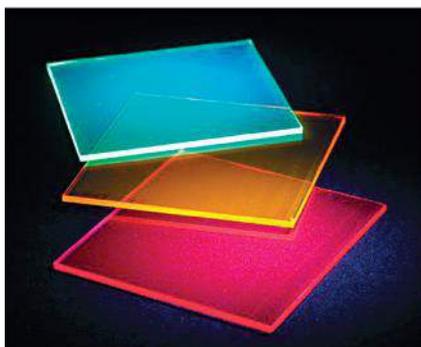


Figura 2. Pannelli fotovoltaici trasparenti

Le celle, di ultimissima generazione, appaiono infatti come un normalissimo foglio stampato con una serie di rettangolini colorati in superficie.

Attualmente i costi delle celle tradizionali sono elevati perché richiedono temperature elevate per la lavorazione. Il Mit sta lavorando sullo sviluppo di tecnologie che lavorino a basse temperature (meno di 120 °C) attraverso l'utilizzo di vapori sotto vuoto, rendendo possibile l'utilizzo di una vasta gamma di materiali come supporto, tra cui la carta non trattata, i tessuti e la plastica. Il vantaggio è che le celle possono essere piegate o arrotolate senza comprometterne il funzionamento. L'unico limite al momento è la ridotta efficienza energetica (circa l'1%).

Un'importante frontiera del fotovoltaico sul fronte dell'efficienza riguarda invece lo sfruttamento del grafene e dei semiconduttori successivi del silicio, quali il carburo di silicio, che consentiranno di raggiungere efficienze elevate con bassi costi di produzione.

Inoltre, la sempre maggiore richiesta di applicazioni che soddisfino i fabbisogni sia termici che elettrici di strutture, abitazioni ed aziende ha fatto sì che la tecnologia raffinasse le applicazioni esistenti, dando una spinta propulsiva allo sviluppo di nuove applicazioni integrate. Pertanto, pannelli che svolgono le due funzionalità sono già oggi disponibili sul mercato.

Essi impiegano appieno l'energia solare, garantendo inoltre efficienza termica e resa elettrica superiore a quella dei pannelli termici e dei sistemi fotovoltaici convenzionali.

Nei mesi più caldi, infatti, i pannelli termici tradizionali, per il carico ridotto, sono soggetti ad un notevole aumento della temperatura nel sistema di assorbimento, con conseguente deterioramento del fluido termovettore ed abbassamento della resa. Il sistema integrato, invece, permette al collettore di non trovarsi in condizioni di surriscaldamento, per la presenza del pannello FV che ne abbassa la temperatura.

A questo si aggiunge il vantaggio di poter utilizzare una superficie captante maggiore, producendo un quantitativo di energia termica superiore rispetto alle soluzioni tradizionali.

Inoltre l'asportazione di calore da parte del fluido termovettore, che consente di mantenere costante la temperatura superficiale del pannello ad un valore ottimale, limitando le perdite dovute alle alte temperature, accresce l'efficienza elettrica anche del 20-30%.

Questo tipo di architettura di sistema è quindi in grado di ottimizzare la resa di conversione dell'energia solare in elettrica e termica, consentendo nel contempo notevole riduzione dei costi di produzione.

La sfida della riduzione delle emissioni di gas serra ed il perseguimento dell'ambizioso obiettivo UE di decarbonizzazione entro il 2050 stanno innescando un rapido cambiamento dell'attuale paradigma energetico.

Nel nuovo modello energetico un ruolo determinante sarà rivestito dalla microgenerazione, ed in particolare la trasformazione degli edifici in centrali produttive sta già evidenziando la piena affermazione della tecnologia fotovoltaica, che in ambito edilizio si sta rivelando la più versatile e promettente. Ma, più in generale, tutto il settore delle rinnovabili è in forte crescita, e la ricerca sta oggi efficacemente svolgendo un ruolo trainante, fondamentale soprattutto nel coniugare domanda ed offerta, economicità e prestazioni, efficienza e design.

In questo contesto, va in conclusione rimarcato il ruolo determinante ricoperto dalle politiche europee che, richiamando il mondo scientifico ad un senso di responsabilità nei confronti della Terra e della sua sopravvivenza, ha innescato un rapido processo di introduzione di nuovi materiali e nuovi prodotti, fautori, si spera, di propulsione economica per l'intero pianeta.

## 6.5.2 Verso il Nearly Zero Energy Building Towards Nearly Zero Energy Buildings

di Biondino Mercuri (\*)

(\*) Ingegnere, laureato presso l'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

### ABSTRACT

*I cambiamenti climatici, la desertificazione, la riduzione delle fonti idriche sono solo alcuni fra i messaggi che il nostro pianeta sta lanciando negli ultimi anni per sollecitarci a cambiare stile di vita. La principale causa è l'incremento della temperatura media, dovuto all'aumento di gas di serra generati dalla produzione di energia da combustibili fossili.*

*In questo panorama dei consumi, il settore civile assume un ruolo rilevante, costituendo un comparto fra più energivori del nostro tempo. Dal punto di vista normativo, l'impatto sull'ambiente dell'edilizia è molto chiaro all'Europa, che ha fissato le principali azioni nella Direttiva sulla performance energetica degli edifici (EPBD - Energy Performance of Building Directive), nella quale uno degli aspetti fondamentali è costituito dall'obiettivo, da raggiungere entro il 2020, della realizzazione di nuovi edifici a consumo quasi zero "nearly Zero Energy Buildings, nZEB".*

*Climate change, desertification, a decrease in water resources are only some of the messages our planet is sending us to urge us to change our lifestyle. The main reason lies in the rise in average temperature caused by the increase in greenhouse gases generated by energy production from fossil fuels. As regards consumption, the civil sector plays an important role and is one of the most energy-consuming sectors of our times. From the regulatory standpoint, the building sector's impact on the environment is very clear to Europe that has set out its main actions in the Energy Performance of Building Directive (EPBD). One of its main features lies in the objective, to be achieved by 2020, that involves the construction of new nearly Zero Energy Buildings "nZEBs".*

Nel panorama globale del fabbisogno di energia il settore civile assume un ruolo rilevante relativamente a due scale di rapporti:

- *tra edificio ed ambiente:* costruire ha impatto sull'ambiente non solo all'atto della costruzione e durante tutto il processo edilizio, dall'approvvigionamento delle materie prime, produzione e trasporto fino alla dismissione e smaltimento delle macerie da demolizione;
- *tra edificio ed i suoi occupanti:* all'interno degli edifici bisogna poter garantire condizione di comfort e benessere adeguato.

Dal punto di vista energetico il sistema edilizio è costituito da una componente attiva, ossia gli impianti, e da una componente passiva, ossia l'edificio e l'ambiente. Un edificio energeticamente efficiente è tale per cui le strategie progettuali, costruttive e di utilizzo sono finalizzate a minimizzare il ruolo della componente attiva ed a massimizzare quello della componente passiva, pur garantendo le condizioni di comfort desiderate.

Nella Direttiva 2010/31/EU (1) viene per la prima volta introdotto, in ambito di efficienza energetica, il concetto di "Edificio ad energia quasi zero" (nZEB, ovvero nearly Zero Energy Building), definito come "edificio ad altissima prestazione energetica... il cui fabbisogno energetico basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da fonti rinnovabili".

La Direttiva non fissa dei requisiti armonizzati minimi o massimi, ma rinvia agli Stati membri quantificare l'altissima prestazione energetica sulla base del livello di prestazione ottimale rispetto ai costi.

Nella stessa Direttiva si stabilisce che, entro il 31 dicembre 2020, tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere nZEB e tale obbligo decorrerà a partire dal 31 dicembre 2018 per gli edifici di nuova costruzione occupati da Enti pubblici.

Un edificio ad energia zero è tale per cui il fabbisogno annuale di energia primaria è nullo, riesce cioè a produrre tanta energia quanto ne consuma.

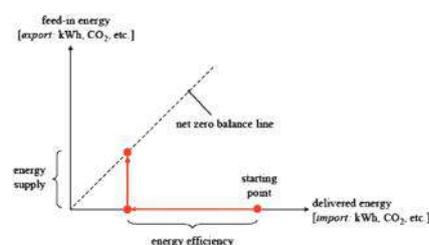


Figura 1. Schematizzazione del percorso verso l'nZEB. In ascisse la richiesta di energia ed in ordinata la produzione. Con i soli interventi di incremento dell'efficienza energetica non sarà possibile raggiungere il bilancio energetico nullo. Sarà necessario intervenire con produzione di energia da fonte rinnovabile

(1) Direttiva 2010/31/EU sulla Prestazione energetica in edilizia.

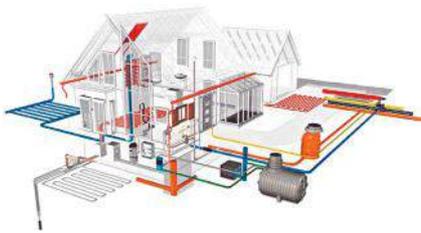


Figura 2. Esempificazione di edificio con diverse dotazioni impiantistiche

Da uno studio della Commissione Europea sull'nZEB (2013) emerge fondamentalmente che gli edifici ad energia quasi zero nei climi miti e caratterizzati da abbondante radiazione solare, con le tecnologie ad oggi disponibili, sono realizzabili con un costo globale che, su 30 anni, risulta uguale o minore di quello di un edificio ordinario.

Le loro caratteristiche principali sono la riduzione del fabbisogno di energia termica (isolamento, sfruttamento delle capacità termiche, ecc.), l'incremento dell'efficienza energetica degli impianti (recupero termico, incremento delle efficienze dei sistemi di climatizzazione, degli apparati, ecc.), una significativa copertura della richiesta energetica (termica o elettrica) tramite produzione *in situ* da fonti rinnovabili (solare termico, solare fotovoltaico, pompe di calore, teleriscaldamento) e l'uso di sistemi preposti all'accumulo energetico.

Altra definizione utile è quella di *edificio ad energia netta zero (Net Zero Energy Building)*, per il quale è nullo il bilancio annuale di energia primaria importata ed esportata <sup>(2)</sup>.

Il progetto congiunto Task40/Annex 52 Edifici a Energia Netta Zero ha dimostrato che la quantità di energia utilizzata nel ciclo di vita di un NetZEB è inferiore di circa il 60% rispetto al consumo di energia nel ciclo di vita di un edificio a basso consumo energetico/Casa Passiva. Da questo punto di vista, pertanto, l'edificio NetZEB risulta preferibile ad un edificio a basso consumo energetico <sup>(3)</sup>.

È chiaro tuttavia che bisogna operare in maniera diversa nei due campi di applicazione del risparmio energetico: edilizia di nuova costruzione o esistente, da recuperare e riqualificare.

La riqualificazione energetica è un aspetto fondamentale e punto di svolta per un miglioramento del mercato europeo e, soprattutto, italiano.

Il patrimonio edilizio esistente, infatti, costituito da edifici caratterizzati da involucri inefficienti ed impianti spesso obsoleti, rappresenta il settore con le maggiori potenzialità di risparmio energetico, anche se gli elevati investimenti iniziali costituiscono, al momento, un rilevante ostacolo per i piccoli consumatori (residenziale, uffici).

A questo, spesso, si aggiungono una scarsa consapevolezza dei potenziali risparmi e una difficoltà di accesso agli incentivi.

Si pensi che i due terzi del patrimonio edilizio esistente in Italia sono stati realizzati prima del 1976, anno in cui è entrata in vigore la prima legge sul risparmio energetico. Soprattutto questi edifici, ma anche quelli costruiti fino all'entrata in vigore del d.lgs. n. 192/2005 <sup>(4)</sup> e del d.lgs. n. 311/2006 <sup>(5)</sup>, presentano elevati consumi energetici (il 70% circa solo per il riscaldamento e il raffrescamento). Le cause principali di questo enorme spreco energetico sono legate allo scarso isolamento dell'involucro esterno e alla scarsa efficienza degli impianti.

La riduzione del fabbisogno energetico si ottiene dunque con il miglioramento degli impianti, ma anche con una maggiore attenzione all'involucro edilizio e l'introduzione delle FER, che mira alla produzione di energia da parte dell'edificio.

L'efficienza energetica del sistema edificio-impianto è tanto più elevata quanto minore è il consumo di energia necessario per il mantenimento delle condizioni ambientali che favoriscono il benessere termico: pertanto l'attenzione va rivolta sia alle potenzialità dell'edificio nel ridurre il lavoro degli impianti, che alla scelta delle tecnologie impiantistiche più efficienti (Fig. 2).

La massima efficienza energetica si ottiene evidentemente quando essa è posta come obiettivo prioritario fin dal progetto, poiché in questa fase è possibile prendere in esame tutte le componenti che concorrono al miglior risultato: dalla fascia climatica al posizionamento, dai materiali di costruzione alla possibilità di utilizzo di FER, dagli impianti di condizionamento fino al design dell'illuminazione interna. Buoni risultati si possono, tuttavia, ottenere mediante mirati interventi di riqualificazione.

<sup>(2)</sup> L'Industry Committee ne ha dato la seguente definizione: "un edificio ad energia netta zero si ha quando, come risultato di un livello di efficienza energetica veramente elevato dell'edificio, il consumo globale annuale di energia primaria è uguale o minore della produzione di energia in situ da fonti energia rinnovabili. Un esempio è quello di un edificio connesso alla rete elettrica che esporta l'eccesso di autoproduzione elettrica ed importa energia dalla rete quando l'autoproduzione non è sufficiente. L'nZEB potrebbe contenere il NetZEB".

<sup>(3)</sup> L'energia incorporata (EE) aumenta leggermente nel passaggio da un edificio a basso consumo energetico verso un edificio NetZEB. Tuttavia, i risparmi energetici connessi al minor consumo di energia in uso (OE) superano, con ampio margine, l'aumento di energia incorporata.

<sup>(4)</sup> D.Lgs. n. 192/2005, *Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al Rendimento energetico in edilizia*.

<sup>(5)</sup> D.Lgs. n. 311/2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*.

Affinché gli edifici siano altamente efficienti è necessario:

- che non si realizzino sprechi energetici;
- che si ottimizzi l'impiego delle fonti energetiche non rinnovabili;
- che vengano sfruttate massimamente le risorse energetiche rinnovabili.

Va ovviamente tenuto presente che la minimizzazione dei consumi energetici in un edificio deve essere sempre associata al raggiungimento del benessere globale dei suoi occupanti. Dati per assunti i principi dell'architettura bioclimatica, le principali tecnologie per il risparmio energetico nel settore edilizio sono legate a:

- interventi sull'involucro: un edificio mal isolato fa crescere notevolmente i consumi, poiché l'ambiente sarà soggetto ad elevate dispersioni di calore verso l'esterno nei mesi freddi, con un conseguente aumento delle spese per il riscaldamento. Si deve agire, pertanto, riducendo la trasmittanza termica, U. Parimenti nei mesi estivi è necessario limitare il fabbisogno energetico attraverso un involucro che sfasi e smorzi l'onda termica in ingresso, intervenendo sull'inerzia termica. Nel caso di costruzioni esistenti è possibile intervenire con la realizzazione del cosiddetto cappotto termico e con la sostituzione delle superfici trasparenti <sup>(6)</sup>;
- interventi di miglioramento dell'efficienza degli impianti: l'efficienza energetica di un impianto termico dipende dai singoli componenti (produzione, distribuzione, emissione, regolazione e controllo). Riguardo i sistemi di produzione è importante avvalersi di tecnologie innovative, quali caldaie a condensazione, oppure sistemi a pompa di calore di ultima generazione, con, soprattutto per il caso invernale, sistemi di emissione a pannelli radianti. Per quanto riguarda i sistemi di distribuzione e regolazione sono di fondamentale importanza la coibentazione delle tubazioni e l'utilizzo di valvole termostatiche, che mantengono costante il valore della temperatura ambiente nel locale di installazione;
- interventi di riduzione dei consumi elettrici perseguibili utilizzando:
  - a) elettrodomestici ad alta efficienza: ormai, grazie alla certificazione, si conoscono in anticipo le prestazioni energetiche delle apparecchiature;
  - b) strumenti di automazione dell'edificio/domotica (*building automation*): tutte le possibilità di gestire i dispositivi che consumano energia in modo da ottimizzarne le prestazioni, la gestione degli stand-by degli apparecchi elettrici, gestione temporizzata degli impianti termici. Inoltre non è da sottovalutare l'aspetto psicologico sull'utente, che è consapevole di quanto consumi.

In una prospettiva di lungo termine un ruolo decisivo è rivestito dall'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili <sup>(7)</sup>. Il principale vantaggio del loro uso è senza dubbio l'assenza di emissioni inquinanti durante l'utilizzo (fatta eccezione per le biomasse) e la loro inesauribilità. L'utilizzo di queste fonti non ne pregiudica la disponibilità nel futuro e sono preziosissime risorse per creare energia riducendo al minimo l'impatto ambientale.

Uno dei grandi limiti delle fonti rinnovabili è la loro *caratteristica di discontinuità* a cui si aggiungono l'aleatorietà e la non programmabilità della produzione per la maggior parte delle stesse. Tali problematiche ne limitano in parte l'efficacia come fonti di approvvigionamento energetico, rendendo necessaria l'integrazione di tali impianti con altre forme di produzione o di accumulo energetico.

Fra le fonti rinnovabili in ambito residenziale e nell'ottica di una generazione distribuita dell'energia un ruolo di primo piano è riservato all'energia solare sfruttata sia come energia termica, tramite i collettori solari, sia come energia elettrica, tramite i pannelli fotovoltaici.

Le possibili applicazioni del fotovoltaico in edilizia sono molteplici: impiego in facciata, in copertura o in elementi di schermatura solare.

È possibile, infatti, sostituire componenti edilizi tradizionali con componenti fotovoltaici appositamente progettati.

<sup>(6)</sup> Isolare adeguatamente un edificio può far risparmiare il 15-25% delle spese di riscaldamento/raffrescamento, spesso con costi relativamente ridotti. Normalmente, il recupero dei costi investiti per migliorare l'isolamento non supera i 3-8 anni.

<sup>(7)</sup> Fonti energetiche rinnovabili: derivano da risorse naturali che, per la loro caratteristica intrinseca, si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate o non sono esauribili nella scala dei tempi di ere geologiche e, per estensione, il cui utilizzo non pregiudica le stesse risorse naturali per le generazioni future.

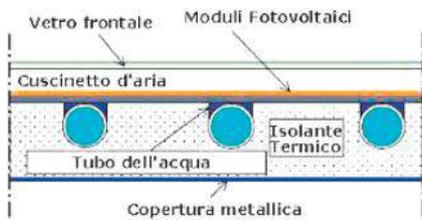


Figura 3. Schema di pannello fotovoltaico-termico

Attualmente la quasi totalità delle celle fotovoltaiche in commercio è realizzata mediante l'utilizzo di silicio mono- e multi cristallino, dette di prima generazione. Il silicio riesce a sfruttare, per la conversione fotovoltaica, soltanto una parte piccola dello spettro solare, all'incirca il 40% dell'energia totale incidente. È evidente allora che l'efficienza di conversione delle celle al silicio (che supera di poco il 20%) parte penalizzata da questo taglio iniziale. La restante fetta di mercato è ripartita fra le varie tecnologie a film sottile su substrati a basso costo, detta anche di seconda generazione, che, a fronte di rendimenti mediamente inferiori, risultano economicamente vantaggiose. I primi passi verso questa direzione sono stati fatti attraverso l'utilizzo del silicio amorfo ed attualmente è disponibile una tecnologia più evoluta di pannelli che sfruttano altri materiali quali diseleniuro di indio e rame e tellururo di cadmio. I principali vantaggi delle celle di seconda generazione rispetto a quelle di prima riguardano i seguenti aspetti: sono soggette ad una minore riduzione di efficienza all'aumentare della temperatura, risentono meno di ombreggiamenti ed inclinazione non ottimale, sfruttano meglio la luce riflessa e diffusa. Infine, non è da sottovalutare la possibilità di ottenere pannelli flessibili, che permettono un'ottima integrazione architettonica.

L'ultima frontiera della ricerca è costituita poi dal fotovoltaico di terza generazione, basato sull'utilizzo di tecnologie emergenti quali le celle organiche, celle a giunzione multipla, ecc. che sono in grado di sfruttare l'energia contenuta in tutto lo spettro della radiazione solare.

Anche l'impianto solare termico è un dispositivo che assorbe l'energia solare trasformandola in energia termica piuttosto che in energia elettrica, senza generare emissioni inquinanti. Mediante la loro installazione, pertanto, si generano benefici ambientali e risparmi economici associati al mancato utilizzo di fonti energetiche tradizionali (energia elettrica o combustibili fossili).

Il sistema d'impianto è tale per cui l'irraggiamento solare è convertito in energia termica per mezzo di componenti preposti alla captazione della radiazione solare. In particolare, i pannelli solari piani utilizzano le tre componenti della radiazione solare e sfruttano l'effetto serra. Secondo il tipo di dispositivo è possibile sfruttare la sola radiazione diretta, oppure la componente diretta, diffusa e riflessa della radiazione stessa.

La copertura trasparente è realizzata con materiali trasparenti alla radiazione solare incidente, ma opachi alla radiazione infrarossa re-irraggiata; l'energia termica proveniente dal sole è così catturata all'interno del pannello e trasferita al fluido termovettore.

Sia i collettori termici a circolazione naturale che quelli a circolazione forzata, pur presentando sostanziali differenze dal punto di vista impiantistico, rappresentano una soluzione molto efficace, capace di coprire, su base annua, una percentuale del fabbisogno termico per usi domestici fino a punte del 70-80%. Va citata la recente tecnologia dei pannelli fotovoltaici termici, un'ottima soluzione per generare, in un unico sistema, elettricità e calore: da un lato infatti le celle fotovoltaiche generano elettricità, dall'altro una serpentina posta sotto al pannello raccoglie energia termica, utilizzandola per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento (Fig. 3).

Non tutta l'energia irradiata dal sole viene infatti convertita in elettricità: solo il 20% circa diventa energia elettrica, mentre il rimanente 80% viene dissipato in calore, sfruttabile per la produzione di acqua calda.

In un quadro di contenimento dei consumi, importanza fondamentale riveste anche la riqualificazione energetica del parco edilizio esistente, costituito da edifici caratterizzati da involucri inefficienti ed impianti spesso obsoleti, che rappresenta l'ambito con le maggiori potenzialità di risparmio. Appare chiaro che gli interventi sull'efficienza, dunque, costituiscono una condizione necessaria per affrontare le sfide dell'energia e del clima.

### 6.5.3 Mobilità urbana sostenibile *Sustainable urban mobility*

di Antonino Greco (\*)

(\*) Ingegnere, Dottore di Ricerca in Informatica Biomedica e delle Telecomunicazioni, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Come è noto, l'uso massiccio del petrolio e degli altri combustibili fossili per soddisfare i fabbisogni energetici della società odierna sta generando un pericoloso cambiamento climatico che minaccia di destabilizzare irreversibilmente gli ecosistemi.*

*Attualmente, oltre a quello industriale, i comparti responsabili dei maggiori consumi energetici sono il settore edile e quello dei trasporti. Per quanto concerne quest'ultimo, in particolare, la crescente domanda di mobilità personale va coniugata con il rispetto dell'ambiente, prevedendo politiche di trasporto tese alla sua disincentivazione ed all'uso di sistemi alternativi a minore impatto (trasporto pubblico, sistemi elettrici, biciclette, spostamenti a piedi, ecc.).*

*In questo contesto, a titolo esemplificativo, viene illustrato un intervento di mobilità sostenibile nella città di Reggio Calabria, valutandone i benefici ambientali ottenibili.*

*It is a known fact that the massive use of oil and other fossil fuels to meet the energy requirements of today's society is generating dangerous climate changes that threaten to destabilise ecosystems irreversibly. Currently, aside from the industrial sector, the ones mostly responsible for the highest energy consumption are the building and transport sectors. As to the latter, in particular, the growing demand for personal mobility should be considered in connection with respect for the environment through transport policies aimed at discouraging it while encouraging the use of the alternative systems that have a lower impact (public transport, electric systems, bicycles, travel on foot, etc.). In this regard an initiative in favour of sustainable mobility in the city of Reggio Calabria is illustrated here, together with an evaluation of the environmental benefits that may be obtained.*

La nostra civiltà industriale è a un bivio. Il petrolio e gli altri combustibili fossili che rendono possibile l'attuale stile di vita si stanno esaurendo. Le loro tecnologie sono prossime ad essere obsolete e le infrastrutture industriali sono bisognose di manutenzione.

A peggiorare lo stato delle cose, un cambiamento climatico provocato dalle attività industriali basate sui combustibili fossili si profila minaccioso all'orizzonte. Gli scienziati mettono in guardia: siamo ad un passo da un mutamento potenzialmente catastrofico della temperatura e della chimica del pianeta, che minaccia di destabilizzare gli ecosistemi <sup>(1)</sup>. Un aumento della temperatura globale pari a 2 gradi, posto dalla comunità scientifica internazionale come limite da non oltrepassare, *avrebbe conseguenze che possono essere definite disastrose*, scrivono migliaia di scienziati dell'IPCC <sup>(2)</sup>, il Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite, sollecitando azioni rapide ed efficaci.

I maggiori consumi energetici sono imputabili al settore edile ed a quello dei trasporti. Riguardo a quest'ultimo, la congestione del traffico, l'inquinamento acustico e dell'aria sono tutti temi che si pongono sul cammino di uno sviluppo urbano sostenibile. In particolare per quanto concerne i trasporti, la sfida per urbanisti, politici e amministratori è quella di bilanciare la domanda in aumento di mobilità personale e la crescita economica con la necessità di rispettare l'ambiente.

Mentre è evidente che una mobilità basata sull'auto continuerà a rivestire un ruolo importante nella pianificazione delle politiche di trasporto, la sua disincentivazione e l'individuazione di forme di incoraggiamento all'uso di sistemi alternativi (trasporto pubblico, bicicletta, spostamenti a piedi) dovranno rappresentare l'obiettivo di politiche urbane di mobilità sostenibile.

<sup>(1)</sup> J. Rifkin, *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, 2011.

<sup>(2)</sup> IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate change, 5<sup>th</sup> Assessment Report*, 2013.

Il tema dei trasporti, sia in ambito urbano che extraurbano, ruota prevalentemente intorno agli effetti negativi prodotti dal movimento quotidiano di persone e merci. Il trasporto su gomma rimane oggi la principale fonte di trasporto in tutta Europa e la qualità dell'ambiente appare sempre più compromessa dal numero crescente di veicoli che circolano su strade e autostrade, dalla vetustà del parco circolante e dalla scarsa diffusione di carburanti a minor impatto ambientale.

In particolare il sistema dei trasporti urbani, dominato dalla crescita della domanda di mobilità e dall'aumento dello squilibrio modale a favore del trasporto privato, sta diventando sempre meno sostenibile. Al giorno d'oggi, uno degli impatti fondamentali sull'ambiente, sulla salute dei cittadini e sulla qualità della vita urbana è infatti imputabile alla circolazione urbana, i cui effetti negativi possono essere ridotti adottando misure di mobilità sostenibile, che consentono di bilanciare le esigenze di movimento di merci e persone con quelle di conservazione dell'ambiente.

Nella *Strategia europea sull'ambiente urbano*, pertanto, il trasporto urbano sostenibile costituisce uno dei quattro temi chiave individuati per migliorare la qualità delle aree urbane. La città rappresenta, inevitabilmente, il luogo in cui i problemi generati dalla mobilità e dal traffico sull'ambiente, ma più in generale sulla qualità della vita, sono maggiormente avvertiti <sup>(3)</sup>. Conseguentemente, negli ultimi anni il problema della qualità dell'aria, dei fenomeni di congestione e di fruibilità dello spazio urbano ha concretamente imposto agli Amministratori locali l'esigenza di intervenire.

Tuttavia, anche se recentemente si è assistito al proliferare di numerose iniziative, parallelamente si è registrata spesso una mancanza di coerenza e di integrazione nelle azioni intraprese. La consapevolezza di esternalità negative sull'ambiente nelle attività di trasporto avrebbe dovuto infatti produrre concreti risultati per il riequilibrio dei fattori in gioco, mentre in Europa sono ancora pochi i segni di miglioramento delle prestazioni del settore o di spostamenti verso trasporti sostenibili <sup>(4)</sup>.

Il concetto di mobilità sostenibile non ha ancora raggiunto una piena definizione universalmente riconosciuta; tuttavia si può affermare che l'idea di sostenibilità viene ormai estesa al tema della mobilità, al fine di predisporre sistemi che raggiungano nel tempo equilibri rispetto ad alcuni aspetti critici. Essa comprende quindi tutte quelle modalità di trasporto in grado di diminuire le esternalità negative <sup>(5)</sup> del traffico di merci e persone sul piano economico, sociale e ambientale <sup>(6)</sup>.

La normativa europea in materia di mobilità sostenibile, dato il principio di sussidiarietà che delega agli Stati membri l'adozione di norme in materia di trasporti urbani, si focalizza principalmente sul miglioramento della qualità dei combustibili e degli standard emissivi, sulla differenziazione delle fonti energetiche usate e sulla promozione di buone pratiche.

In particolare la normativa italiana mira a favorire l'attuazione di interventi e progetti integrati relativi alle diverse componenti della mobilità e del trasporto come, per esempio, la modifica della domanda di trasporto, il potenziamento e il cambiamento dell'offerta di trasporto pubblico, gli incentivi all'utilizzo di carburanti a basso impatto ambientale ed al rinnovo del parco veicolare, lo sviluppo dell'intermodalità e la promozione di iniziative di sensibilizzazione (come le domeniche ecologiche).

I primi provvedimenti normativi sono relativi al settore della pianificazione. Dopo una serie di circolari <sup>(7)</sup> è con il d.lgs. n. 285/1927 che si dispone l'obbligo di realizzazione e adozione dei *Piani Urbani del Traffico (PUT)* ai Comuni con popolazione superiore ai 30.000 abitanti o, se inferiore, caratterizzati da considerevoli problemi di congestione della circolazione. Obiettivi dei PUT sono il miglioramento delle condizioni di circolazione e della sicurezza stradale, la riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico, ed il risparmio energetico. Tali obiettivi vanno raggiunti con un insieme di interventi coordinati che, oltre a riguardare il settore dei trasporti, ricadono più specificatamente nel campo della mobilità.

<sup>(3)</sup> Ispra, *VII Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano*, 2011.

<sup>(4)</sup> Agenzia Europea dell'Ambiente, *Transport and Environment Reporting Mechanism*, 2011.

<sup>(5)</sup> Tra le esternalità negative: inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici, inquinamento acustico, problemi alla salute, congestione dovuta al traffico veicolare.

<sup>(6)</sup> Non esiste una vera e propria definizione di mobilità sostenibile. Il World Business Council for Sustainable Development, recita: "...mobility that meets the needs of society to move freely, gain access, communicate, trade and establish relationships without sacrificing other essential human or ecological requirements today or in the future".

<sup>(7)</sup> 8 agosto 1986 in materia di "Disciplina della circolazione stradale nelle zone urbane ad elevata congestione del traffico veicolare" e 8 maggio 1991 in materia di "Indirizzi attuativi per la fluidificazione del traffico urbano, anche ai fini del risparmio energetico".

Un importante crocevia dello sviluppo legislativo coincide con l'emanazione del d.m. 27 marzo 1998. Con il quale si afferma il concetto di *mobility management*: esso impone infatti l'adozione di *Piani di spostamento casa-lavoro (PSCL)* per enti e aziende di dimensioni rilevanti, definendo la figura del *mobility manager aziendale* e disponendo l'istituzione presso i Comuni di una struttura di supporto a tali responsabili della mobilità aziendale.

Nell'accezione comunemente accolta in ambito europeo, il *Mobility Management* è un approccio fondamentalmente orientato alla gestione della domanda di mobilità, che sviluppa e implementa strategie volte ad assicurare la mobilità delle persone e il trasporto delle merci in modo efficiente, con riguardo a scopi sociali, ambientali e di risparmio energetico <sup>(8)</sup>.

Inoltre, il *Mobility Management* ha lo scopo di adeguare le procedure di individuazione delle misure e degli interventi programmati alle mutate esigenze di mobilità e di mercato, introducendo sistematicamente nel settore della mobilità, quali elementi di valenza strategica, tecniche comunemente utilizzate per l'introduzione nel mercato di altri beni o servizi <sup>(9)</sup>.

A tal fine sono state introdotte le figure del *mobility manager aziendale* e del *mobility manager d'area*.

Il primo è una figura assunta obbligatoriamente da imprese ed Enti pubblici di grandi dimensioni in aree soggette a rischio di inquinamento atmosferico con il compito di individuare strategie e interventi in materia di mobilità sostenibile, a partire dalla realtà lavorativa in cui opera. Egli procede, inoltre, alla redazione del Piano degli Spostamenti casa-lavoro.

Il *mobility manager d'area* è invece una figura di coordinamento afferente all'ambito territoriale dell'Ente o degli Enti locali presso cui opera.

Il principale obiettivo di questa iniziativa è quello di ridurre l'uso del mezzo di trasporto privato individuale e migliorare l'organizzazione degli orari per limitare la congestione del traffico. Essa tuttavia non ha finora mostrato i risultati sperati poiché i problemi relativi alla mobilità sono stati spesso demandati alle amministrazioni locali, senza un vero e proprio piano di intervento a livello nazionale.

Ad oggi in Italia gli interventi, considerati ancora in fase sperimentale, sono stati prevalentemente indirizzati alla riduzione del traffico veicolare nelle aree urbane, anche attraverso disincentivi all'uso dell'auto privata ed alla promozione di mezzi di spostamento collettivi. È stato quindi promosso ed incentivato il trasporto pubblico locale, ampliata la rete di piste ciclabili, quali percorsi situati a lato delle strade e riservati esclusivamente alle biciclette.

Come forma di disincentivazione è stato adottato il *park pricing*, le cc.dd. "strisce blu", parcheggi a pagamento il cui costo varia in relazione all'area urbana interessata. Nel contempo in molte realtà cittadine sono state introdotte forme di *bike sharing*.

Sono stati promossi inoltre servizi basati sull'uso collettivo dell'automobile, forme di *car sharing* e *car pooling*, dirette ad ottimizzare e ridurre l'uso delle automobili private ed il numero delle vetture circolanti. Nel primo caso l'automobile è noleggiata a ore, giorni o chilometri; nel secondo caso è invece di proprietà di un privato che la mette a disposizione di altre persone per compiere brevi tragitti comuni. In quest'ambito è stato promosso anche il *van sharing*, una metodologia di distribuzione delle merci in ambito urbano basata sulla condivisione di una flotta di veicoli da parte di più operatori.

Un ulteriore contributo del settore alla tutela dell'ambiente è infine offerto dal trasporto intermodale, una tipologia di trasporto effettuata tramite l'ausilio di combinazioni di mezzi differenti, prevedendo l'uso di un interporto.

Nel settore dei combustibili, i biocarburanti sono prodotti derivati dalla biomassa che, oltre a prestarsi per produrre calore e/o energia elettrica, possono essere usati in autotrazione. Il loro utilizzo può essere esclusivo in motori appositamente progettati, o miscelato con carburanti di origine fossile per ottenere liquidi che, con opportuni accorgimenti, alimentano i motori in circolazione.

<sup>(8)</sup> L. Bertuccio, C. Galli, C. Iacovini, F. Parmagnani, *Mobility Management. Stato dell'arte e prospettive*, Roma, 2001.

<sup>(9)</sup> L. Bertuccio, D. Palamara, F. Parmagnani, *Linee guida per la redazione l'implementazione e la valutazione dei Piani degli Spostamenti Casa-Lavoro*, Roma, 1999.



Figura 1. Sistema funicolare proposto

Sono generalmente classificati in due grandi categorie produttive: la prima e la seconda generazione.

Nella prima rientrano le tipologie produttive più semplici ed ampiamente collaudate, quali la transesterificazione per la produzione di biodiesel o la fermentazione per la produzione di bioetanolo come sostituto della benzina. Nella seconda categoria troviamo invece i metodi produttivi più complessi ed ancora in fase di implementazione e sviluppo, che porteranno ad ottenere biocombustibili liquidi e gassosi a partire dall'intera massa lignocellulosica e non solo dalle parti più ricche in oli e carboidrati.

Ciò detto va osservato che, per un lungo periodo, agli albori della storia dell'automobile, i veicoli di maggiore diffusione erano elettrici: semplici da utilizzare e più comodi rispetto alle prime auto a combustione, almeno fino a quando non arrivò Ford ad innescare un virtuoso calo dei prezzi, rendendo vantaggioso il motore a scoppio rispetto a quello elettrico.

I motivi del successo sono gli stessi di oggi: i combustibili derivati dal petrolio hanno costi accessibili, grandi densità di energia e, soprattutto, possibilità di rifornimento molto rapido.

Il problema è l'efficienza energetica del motore a scoppio, che ormai ha raggiunto la sua totale maturità, che oggi si attesta intorno ad un misero 15-18%, e le emissioni prodotte, che hanno dato origine ai ben noti problemi di riscaldamento del pianeta.

Alla luce di tutto ciò, oggi è naturale pensare a un ritorno alle origini, perché la tecnologia di accumulo dell'energia elettrica in oltre un secolo ha fatto notevoli passi in avanti: attualmente con batterie al litio si ottengono infatti riserve di energia sufficienti a garantire autonomia per centinaia di chilometri. Non solo, i veicoli elettrici hanno dalla loro diversi altri vantaggi: il comfort di guida è nettamente superiore e le prestazioni di un motore elettrico, anche con il peso della batteria, sono superiori, sotto quasi tutti gli aspetti, a qualsiasi motore termico. Considerando un'auto elettrica nel suo insieme, l'efficienza energetica dalla batteria alla ruota raggiunge punte dell'80%.

La principale criticità rimane la densità di energia del carburante: in termini pratici occorrono batterie molto pesanti, ingombranti e costose (circa 500 euro/kWh). A ciò si aggiunge la lentezza della ricarica che, per pacchi batteria di capacità pari a 20 kWh, con le normali linee elettriche a bassa tensione e bassa potenza, richiede diverse ore. Il problema dell'autonomia degli attuali veicoli, che oggi si attesta mediamente intorno ai 100 km, sarebbe tuttavia facilmente risolvibile con un'opportuna rete, dotando parte delle oltre 20.000 stazioni di servizio attualmente presenti in Italia con colonnine di ricarica ad alta velocità, permettendo così di muoversi con pause di ricarica inferiori a 30 minuti.

Si riporta sulla base dello scenario descritto un esempio di intervento di mobilità sostenibile, da attuare nella città di Reggio Calabria, consistente in un minimetro a servizio della cittadella universitaria, alimentato da un impianto fotovoltaico <sup>(10)</sup>.

Allo stato attuale nella città, in mancanza di un adeguato sistema di trasporto pubblico, il mezzo maggiormente utilizzato è l'autovettura privata.

Per limitarne l'uso, almeno in prossimità di strutture di grossa fruizione quali la cittadella universitaria, si è ipotizzato di realizzare un sistema di trasporto collettivo in sede propria a fune, costituito da una linea di circa 2 km di lunghezza, in grado di raccordare la cittadella e due nodi di interscambio strategici, il Porto e la stazione ferroviaria Lido <sup>(11)</sup>. Si tratta di un sistema a navetta multipla, costituito da una sola via di corsa per i due sensi di percorrenza (Fig. 1), lungo la quale sono presenti delle zone di interscambio per l'incrocio dei veicoli localizzate in corrispondenza delle fermate intermedie.

Il tracciato consta di due stazioni terminali, una di monte (*Ingegneria*), che funge anche da stazione motrice, ed una di valle (*Stazione Lido*). Nelle stazioni il veicolo può invertire la sua direzione di marcia.

<sup>(10)</sup> D. Quartuccio, Tesi di Laurea in Ingegneria Civile, *Riduzione delle emissioni inquinanti conseguente all'adozione di un sistema di trasporto collettivo funicolare a servizio della cittadella universitaria di Feo di Vito*, Università Mediterranea, Reggio Calabria, 2014.

G. Tripodi, Tesi di Laurea in Ingegneria Civile, *Mobilità sostenibile: sistema funicolare ad energia solare a servizio della cittadella universitaria di Reggio Calabria*, Università Mediterranea, Reggio Calabria, 2014.

<sup>(11)</sup> D. Gattuso, *Sistemi di trasporto collettivo avanzati a media potenzialità. Analisi funzionali ed economico-finanziarie*, Ed. Laruffa, 2006.

Le ulteriori quattro stazioni intermedie (*Porto, Piazzale Libertà, San Brunello, Architettura*) vengono utilizzate esclusivamente per operazioni di imbarco/sbarco dei passeggeri (Fig. 2).

Un impianto fotovoltaico grid-connected, integrato al sistema funicolare, consente di fruire di benefici economici ed ambientali, questi ultimi rispettivamente in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> evitate e di congestione del traffico. L'analisi è stata condotta adottando due diverse tipologie di pannelli (in silicio policristallino ed amorfo) e due diverse scelte progettuali, consistenti nella copertura delle singole stazioni e/o dell'intero tracciato.

L'analisi economica è stata condotta valutando il *Net present cost*:

$$NPC = \sum_{k=0}^n \frac{C_k - B_k + I_k}{(1+r)^k}$$

con  $k$  anno,  $C$  costi di manutenzione e assicurazione,  $B$  benefici annuali,  $I$  costi di investimento,  $R$  tasso di rendimento annuo.

Essa ha mostrato come la soluzione economicamente più vantaggiosa risulti quella che fa uso di pannelli in silicio amorfo integrati su tutte le superfici: questa configurazione, nonostante i costi di investimento, risulta più conveniente, nei 25 anni di vita dell'impianto, anche rispetto al caso di assenza di impianto (Fig. 3).

Il valore delle emissioni prima e dopo l'intervento è stato valutato utilizzando il metodo TIER1<sup>(12)</sup>.

Nella loro valutazione si è distinto tra emissioni locali, riferite ai vari prodotti di combustione emessi in un'area limitrofa alla zona universitaria, per una distanza di 3 km, ed emissioni globali, valutate in termini di CO<sub>2</sub>, con riferimento agli scenari riportati in Tabella 1.

Si è trovato, in particolare, come il valore di CO<sub>2</sub> prodotto dai veicoli diminuisca annualmente, per il ridotto numero di veicoli circolanti, di circa 187 tonnellate, pari al 10% del valore iniziale, in seguito alla costruzione della minimetro (Fig. 4).

Se si considerano invece le emissioni totali prodotte dal sistema minimetro-veicoli, l'installazione del sistema di trasporto risulterebbe sostenibile solo se fosse totalmente (o quasi) alimentato da fonte rinnovabile, nel qual caso non si incrementerebbe la riduzione di emissioni ottenuta grazie al minor numero di veicoli circolanti (Fig. 5).

Tabella 1. Diversi scenari ipotizzati

Scenario	Alimentazione	Sorgente emissiva
0	Fonte fossile ( <i>veicoli</i> )	Autovetture e motocicli
1	Fonte fossile ( <i>veicoli e minimetro</i> )	Autovetture e motocicli + minimetro
2	Fonte fossile ( <i>veicoli</i> ) Fonte rinnovabile 40% ( <i>minimetro</i> )	Autovetture e motocicli + minimetro
3	Fonte fossile ( <i>veicoli</i> ) Fonte rinnovabile 100% ( <i>minimetro</i> )	Autovetture e motocicli

Il modello di mobilità attuato nella configurazione odierna non è più sostenibile. Negli ultimi anni il numero di auto circolanti nelle nostre città è aumentato, secondo un trend che sta cominciando a rallentare, ma che deve invertirsi: bisogna infatti ripensarlo alla luce dell'inevitabile esaurimento dei combustibili fossili, della congestione negli spazi urbani e dell'inquinamento prodotto. In futuro sarà prevalente l'uso di mezzi di trasporto condivisi, collettivi ed elettrici, con elettricità proveniente solo da fonte rinnovabile.

Il caso studio illustrato rappresenta una possibile metodologia di approccio rientrante nella mobilità sostenibile.



Figura 2. Tracciato del sistema funicolare proposto

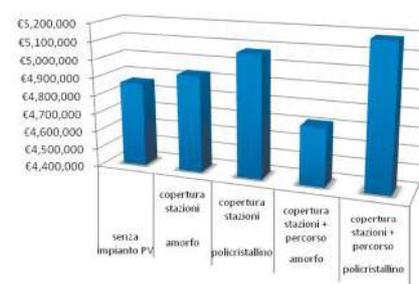


Figura 3. NPC per le diverse configurazioni

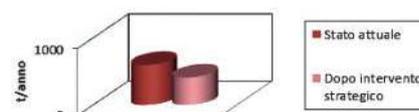


Figura 4. Riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dei veicoli in seguito alla realizzazione del minimetro

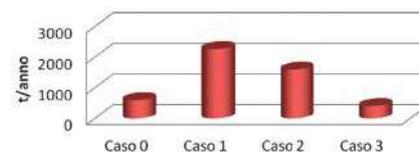


Figura 5. Confronto fra le emissioni totali di CO<sub>2</sub> relative ai quattro scenari

<sup>(12)</sup> EMEP/EEA, *Emission Inventory Guidebook* 2009, updated June 2010.

(\*) Ingegnere, Professore Ordinario di Scienza delle Costruzioni, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

## 6.6 Test Dinamica The Dinamica test

di Adolfo Santini (\*)

### ABSTRACT

*Scopo del Laboratorio di Ingegneria Sismica e di Dinamica delle Strutture è la programmazione e realizzazione di attività di ricerca teorica e sperimentale riguardante il monitoraggio delle costruzioni in campo statico e dinamico, l'identificazione modale degli organismi strutturali, le indagini in situ su strutture ed elementi strutturali, l'adeguamento sismico delle costruzioni. Oltre ai controlli sulla qualità dei materiali da costruzione, il Laboratorio Test Dinamica svolge attività sperimentali su materiali, prototipi e strutture nel campo dell'ingegneria strutturale.*

*The purpose of the Seismic Engineering and Structural Dynamics Laboratory is to plan and implement activities involving theoretical and experimental research on static and dynamic monitoring of buildings, the modal identification of structural bodies, on-site investigation of structures and structural features, the seismic retrofitting of buildings. In addition to quality checks on building materials, the Dinamica Test Laboratory performs experiments on materials, prototypes and structures in the field of structural engineering.*

In Italia la nuova normativa sismica ha reso possibile l'utilizzo delle tecnologie innovative di protezione sismica e ciò ha determinato un forte interesse per l'applicazione di tali dispositivi in tutti i settori dell'ingegneria civile.

In particolare una grande attenzione è stata anche rivolta all'adeguamento sismico di organismi strutturali esistenti.

Tra questi assumono certamente una grande rilevanza gli edifici strategici, edifici di interesse storico-monumentale, infrastrutture viarie.

In aree ad elevato rischio sismico, l'adozione di efficaci misure di protezione degli edifici può trarre significativi vantaggi dall'approfondimento della conoscenza della risposta dinamica.

Il monitoraggio e lo studio dei parametri strutturali consentono da un lato, di seguire l'evoluzione nel tempo delle condizioni della struttura, dall'altro l'integrazione nell'ambito di più ampie reti sismiche.

Tale circostanza apre scenari applicativi di sicuro interesse, in quanto la combinazione di dati sperimentali con i risultati dei modelli strutturali, geotecnici e sismologici disponibili permette un aggiornamento continuo di informazioni in grado di garantire un'efficace protezione delle strutture e una riduzione della probabilità di danno strutturale in caso di evento sismico.

All'interno di questo quadro generale, il Laboratorio Test Dinamica svolge attività di ricerca teorica e sperimentale riguardante il monitoraggio delle costruzioni in campo statico e dinamico, l'identificazione modale degli organismi strutturali, le indagini *in situ* su strutture ed elementi strutturali, l'adeguamento sismico delle costruzioni in muratura, in cemento armato e propone degli approfondimenti sull'uso di materiali sostenibili in edilizia.

Gli edifici in muratura sono ancora piuttosto diffusi anche in zone ad elevata sismicità, come i Paesi del bacino del Mediterraneo ed altre zone del mondo recentemente colpite da terremoti anche di notevole intensità. Ragion per cui, il rinforzo strutturale di elementi portanti in muratura è spesso necessario per incrementare la resistenza sismica, anche in accordo ai moderni codici normativi.

Le costruzioni in cemento armato rappresentano circa il 50% del patrimonio edilizio esistente, realizzato durante la seconda metà del XX secolo.

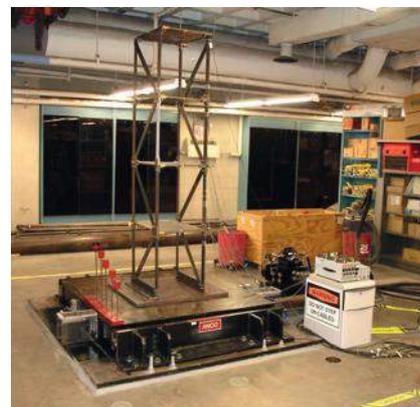
Tali edifici hanno esaurito la loro vita utile (50-60 anni secondo gli attuali standard normativi) e presentano carenze sia dal punto di vista strutturale che energetico, inoltre la loro gestione in termini di impiego di risorse energetiche risulta essere poco sostenibile.

Il costante perfezionamento dei materiali (tradizionali, innovativi, sostenibili) utilizzati nelle costruzioni e la comparsa di materiali multifunzionali, unitamente all'incremento generale delle prestazioni dei manufatti edili richieste dal mercato e dalle normative, rendono necessario lo sviluppo di strumenti e metodi sperimentali in grado di caratterizzare esaustivamente i materiali e i prodotti sia in fase di studio sia già presenti sul mercato per permetterne una efficace valutazione prestazionale.

I temi preferenziali del laboratorio Test Dinamica nell'ambito del *Building Future Lab* rientrano nel settore dell'analisi lineare e non lineare delle strutture, sperimentazione dinamica ed identificazione strutturale, caratterizzazione meccanica di materiali innovativi, analisi sismica delle strutture, studio della vulnerabilità sismica di strutture esistenti, miglioramento o adeguamento antisismico di strutture mediante materiali e tecniche innovativi, adeguamento sismico del patrimonio storico, culturale e monumentale e dei centri storici. Nello specifico, le attività di ricerca prevalenti riguardano:

- Approfondimento di temi di ricerca di frontiera nel campo dell'ingegneria sismica. Studio della vulnerabilità sismica di strutture esistenti mediante tecniche di analisi non lineare secondo quanto previsto dalle norme vigenti. Studio e applicazione di moderne tecniche di protezione antisismica (isolamento sismico, dissipazione supplementare di energia, impiego di leghe a memoria di forma, impiego di altri materiali innovativi, ecc.). Confronto delle *performance* e dei costi/benefici relativi alle diverse tecniche implementate.
- Applicazione sperimentale delle tecniche analitiche e numeriche, di cui sopra, mediante la realizzazione, in Laboratorio, di prototipi in scala. L'attività di ricerca sperimentale è finalizzata alla calibrazione dei modelli numerici ed alla validazione dei risultati ottenuti analiticamente.
- Identificazione dinamica di strutture esistenti nell'ambito dell'ingegneria civile (edifici ordinari, edifici strategici, infrastrutture viarie, ecc.) mediante l'impiego di una stazione di misura mobile. Elaborazione numerica dei segnali di misura, estrazione dei parametri modali, calibrazione dei modelli matematici agli elementi finiti, studio della vulnerabilità sismica, calibrazione di interventi di miglioramento o adeguamento della resistenza nei confronti delle azioni sismiche previste dalle norme vigenti.
- Estensione a campionature di tessuto urbano oppure a edifici strategici, al fine di determinare l'effettiva vulnerabilità del patrimonio edilizio sul territorio, con conseguente mappa di rischio ed, eventualmente, scala degli interventi di adeguamento. Nel campo degli edifici di interesse storico, inoltre, è indispensabile non solo il raggiungimento di un adeguato grado di sicurezza, ma anche la conservazione del valore culturale e dell'identità del monumento.

Il Laboratorio Test Dinamica, in conclusione, si inserisce nel contesto delle applicazioni sperimentali del *Building Future Lab*, contribuendo alla ricerca e allo sviluppo di metodi e strumenti innovativi nel campo dell'edilizia sostenibile, come nel caso degli approfondimenti sull'uso strutturale del legno affrontati da A. Iacono e A. Latella. Promuovendo altresì il networking nazionale ed internazionale con Enti e Istituti di ricerca e con industrie di settore, le cui principali questioni sono esposte da G. Cassalia.



(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### 6.6.1 **Ricerca e sviluppo nel settore della dinamica delle strutture in legno. Benchmarking Analysis** *Research and development in the sector of timber structure dynamics. Benchmarking Analysis*

di *Giuseppina Cassalia* (\*)

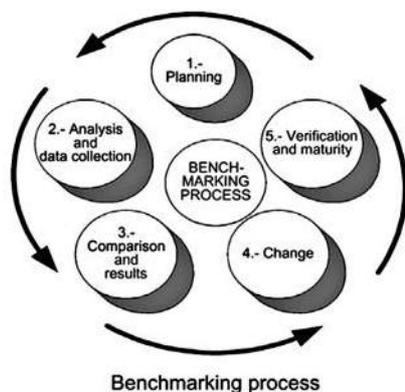
#### ABSTRACT

*L'articolo analizza il contesto di ricerca ed il mercato internazionale nell'ambito della dinamica delle strutture in legno. In particolare propone l'applicazione della Benchmarking Analysis nel campo dello sviluppo e affermazione di tecniche e relative prove innovative, quali isolamento sismico e dissipazione di energia per costruzioni in legno, allo scopo di implementare i processi interni e la competitività del laboratorio Test Dinamica. Scopo dello studio è quello di fornire una prospettiva innovativa e ambiziosa al laboratorio, contribuendo allo sviluppo del Building Future Lab in termini operativi, gestionali e scientifici.*

*This article analyses the research environment and the international market as regards the dynamics of timber structures. In particular, it suggests applying Benchmarking Analysis to the development and introduction of innovative techniques and their relevant tests, such as seismic isolation and energy dissipation systems for timber buildings, so as to implement the Dinamica Test Laboratory's internal processes and competitiveness. The aim of the study is to provide the laboratory with an innovative and ambitious perspective, so as to contribute to the development of the Building Future Lab in operational, managerial and scientific terms.*

Il ritmo con il quale sono progredite la scienza, la tecnologia e la ricerca nel settore delle costruzioni è proporzionale alla complessità organizzativa/gestionale delle strutture dei laboratori di ricerca. D'altro canto la gestione della conoscenza, il *knowledge management*, non può essere disgiunto dal management degli aspetti pragmatici ed organizzativi, senza il governo dei quali non può crearsi un fertile terreno di ricerca scientifica. Da qui l'esigenza di trovare strumenti di *management* e *governance* delle suddette strutture. Sulla base di queste premesse, la tesi – frutto dell'esperienza maturata nell'ultimo anno tra lezioni frontali e attività di stage e tirocinio – nasce con lo scopo di stimolare la ricerca e lo sviluppo di tecniche sperimentali per la protezione delle strutture dal sisma, definendo una prospettiva di crescita innovativa della competitività del laboratorio di ricerca Test Dinamica. In particolare, lo studio ha analizzato il contesto di ricerca ed il mercato internazionale nell'ambito della protezione delle strutture dal sisma con riferimento specifico allo sviluppo di tecniche e relative prove innovative – quali isolamento sismico e dissipazione di energia per costruzioni in legno.

La metodologia di ricerca utilizzata si è basata sul *benchmarking*, una metodologia di indagine che aiuta le aziende – ed in questo caso il Laboratorio – a confrontarsi con altre al fine di migliorare le singole attività (processi) ed il business. Consiste nell'identificare e comprendere le *best practices* ed i fattori critici di successo di altre organizzazioni per poi adattarle in modo intelligente e creativo alla specificità della propria attività ed a migliorarne le *performance*. Benchmarking è la definizione comunemente data a una serie di tecniche basate sul confronto tra prestazioni e/o studi di casi appartenenti alla stessa categoria o area. L'obiettivo è quello di individuare le migliori pratiche e le prassi da adottare per raggiungere il grado di eccellenza. Da una parte appaiono i vantaggi di poter apprendere da altre esperienze, in modo semplice e immediato, i principi guida e le indicazioni per gestire il proprio miglioramento; dall'altra si intravede il rischio di investire tempo e risorse nella ricerca di soluzioni che potrebbero risultare inapplicabili nella propria realtà.



La definizione più semplice ed efficace di benchmarking ci viene da Spendolini (1), "processo continuo, sistematico per valutare i prodotti, i servizi e i processi operativi delle organizzazioni che sono riconosciute quali rappresentanti delle prassi migliori allo scopo di conseguire miglioramenti".

Il benchmarking è nato in USA nel mondo industriale, dove l'accelerazione della competitività, l'innovazione tecnologica, la globalizzazione, impongono una continua ricerca di tecniche manageriali innovative. Obiettivo centrale è la misurazione e valutazione delle performance delle imprese attraverso l'individuazione di un punto di riferimento o di una unità di misura, rappresentato da un livello di prestazioni considerato lo standard di eccellenza in un dato campo di attività.

Come dimostrato dagli sforzi della stessa Unione Europea, l'analisi di benchmarking può essere applicata con successo a laboratori di ricerca. Infatti la stessa Unione Europea suggerisce di affidarsi all'analisi comparativa al fine di migliorare la competitività europea a livello industriale, sociale ed economico, attraverso l'individuazione e la diffusione di azioni e di buone pratiche. Un elemento innovativo dal punto di vista metodologico e analitico perché implica il trasferimento della metodologia di benchmarking dal campo manageriale, dove è stato elaborato per la prima volta, al contesto della ricerca. Come accennato in premessa, l'analisi valutativa è stata condotta nel campo di ricerca della dinamica delle strutture in legno. Lo studio si è concentrato su questo materiale, per diversi motivi, tra cui la sostenibilità economica ed ambientale, la lacuna di *know-how* e utilizzo del legno nel contesto territoriale in cui si inserisce il *Building Future Lab* e la consistente opportunità di networking internazionale nel campo della sperimentazione e testing di modelli dinamici sul legno strutturale. Infatti, a livello internazionale è ampiamente riconosciuto quanto il legno sia vantaggioso per la costruzione in zona sismica, tenuto conto della massa volumica ridotta rispetto alla capacità portante: i valori del rapporto resistenza/massa per legno e legno lamellare sono quasi identici a quelli dell'acciaio da carpenteria metallica e circa 5 volte superiori a quelli del calcestruzzo armato.

La cultura della costruzione in legno è particolarmente sviluppata proprio in regioni caratterizzate da alto rischio sismico: America del Nord, dove la costruzione di edifici per civile abitazione in legno rappresenta la normalità; Giappone e Cina, dove le costruzioni di legno più antiche, con età di oltre 8 secoli, sono costituite da templi di notevole altezza situati in zone altamente sismiche.

Di contro, si deve riconoscere che il legno presenta anche caratteristiche sfavorevoli legate all'intrinseca fragilità nei confronti di alcune sollecitazioni, ma tale svantaggio può essere del tutto annullato a livello di comportamento strutturale visto che l'edificio in legno non è mai corpo monolitico, ma risulta composto da diversi elementi (travi, pareti, solai) uniti tra loro attraverso collegamenti metallici. Questi garantiscono, se correttamente progettati, notevoli deformazioni in campo anelastico, potendo quindi dissipare l'energia sviluppata durante il terremoto e fornire una risposta sismica estremamente favorevole. La particolarità della progettazione di strutture sismo-resistenti in legno risiede proprio nella individuazione delle zone dissipative nei nodi e nei collegamenti, esatto contrario di quanto avviene nella progettazione dei telai in acciaio o in cemento armato, nei quali è invece necessario preservare i nodi strutturali per favorire fenomeni di plasticizzazione al di fuori dei medesimi nodi.

Sulla base della definizione della metodologia di studio (*Benchmarking Analysis*) ed al tema indagato (l'uso del legno strutturale in edilizia), la tesi si è proposta di:

- definire l'attuale stato dell'arte per quanto riguarda la ricerca di materiali e metodi convenzionali di costruzione;
- individuare aree di ricerca in cui esiste potenziale per la sperimentazione;
- confrontare e sintetizzare le conclusioni tra le diverse aree di ricerca;
- fornire conclusioni e raccomandazioni per la ricerca futura relativa al comportamento sismico delle costruzioni in legno.



(1) M.J. Spendolini, *The Benchmarking Book*. New York, NY: AMACOM. American Management Association, 1992.



L'analisi di *Benchmarking* è stata eseguita secondo un approccio qualitativo e quantitativo e strutturata nelle seguenti fasi operative:

- valutazione qualitativa e descrittiva, con l'obiettivo di evidenziare le esperienze più innovative e avanzate, basandosi sulle prestazioni riscontrate nelle dimensioni descritte, utilizzando gli indicatori specifici per ciascun campo concettuale;
- valutazione quantitativa, con l'obiettivo di analizzare le iniziative ed i programmi disponibili per gli aspetti esaminati;
- sintesi, con l'obiettivo di schematizzare i risultati della fase di valutazione qualitativa e quantitativa e organizzare una graduatoria generale;
- individuazione delle best practices, con l'obiettivo di identificare dei casi di studio con le migliori *performance* in base a tutti i singoli indicatori e per ciascuno dei campi di analisi, privilegiando la valutazione qualitativa a quella quantitativa;
- acquisizione delle prestazioni migliori, con l'obiettivo di far proprie le buone pratiche e i fattori di successo replicabili rispetto ad ogni indicatore testato.

Le discrepanze tra i dati qualitativi e quantitativi sono dovute al fatto che i primi si basano sulla valutazione della rilevanza delle prestazioni in termini di innovazione, qualità, valore aggiunto. D'altra parte, l'approccio quantitativo si basa sul conteggio delle occorrenze per ogni campo di analisi senza valutare la rilevanza qualitativa delle prestazioni fornite da ciascun laboratorio.

L'analisi dei progetti nazionali ed internazionali che hanno come comune denominatore lo studio dei comportamenti delle strutture sotto la sollecitazione del sisma, è stato condotto considerando il network di enti pubblici e privati che il progetto ha coinvolto; la diversificazione di prove effettuate (strumenti diversi, materiale testato diverso, ecc.); la diversificazione del contesto territoriale in cui si è sviluppato il progetto.

Purtroppo non si è potuto verificare il budget di spesa per queste sperimentazioni, per mancanza di dati di comparazione.

I progetti considerati sono:

- George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)
- Progetto SERIES – (Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies) Progetto di ricerca industriale Chi Quadrato
- Progetto C.A.S.E – Abruzzo
- Programma di ricerca SOFIE (Sistema cOstruttivo FIEmme)

Sulla base degli stessi criteri, sono così stati studiati i Laboratori di Ricerca leader nel settore delle prove sperimentali sismiche sulle strutture in legno:

- BRI – Building Research Institute di Tsukuba, in Giappone
- Miki-Kobe del NIED – National Institute for Earth science and Disaster prevention, Giappone
- Faculty of Civil and Geodetic Engineering of the University of Ljubljana, FGG KPMK, Slovenia
- I laboratory NEES (California, Nevada, Buffalo), US
- Wood and Sheathing Product Testing – NTA – Nappanee IN, US
- Lisbona – centro di ricerca LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
- Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica (ReLUIS)
- Laboratorio Prove Materiali e Strutture (SISLAB)
- Laboratorio TreesLab della Fondazione Eucentre di Pavia
- IVALSA – CNR, Trento

La ricerca, in questo settore, è quanto mai necessaria. Essa costituisce la base indispensabile per le scelte progettuali affinché la struttura possa rispondere appieno alle prestazioni di resistenza sismica richieste, ma porge anche al Normatore un robusto supporto per le decisioni che devono essere prese per la redazione o revisione di una norma tecnica.

In effetti, il processo di revisione della normativa procede, sia a livello europeo che italiano, prendendo in considerazione anche le risultanze delle recenti ricerche teoriche e sperimentali che hanno confermato le ottime prestazioni delle strutture di legno sottoposte a eccitazione sismica a fronte di una corretta progettazione. Si possono citare, ma l'elenco è tutt'altro che esaustivo, i recenti progetti di ricerca SOFIE (italiano), SERIES (europeo, tuttora in corso), NEESWood (americano), che hanno fornito una risposta univoca e positiva alla domanda: il legno è sicuro in zona sismica?

Tali ricerche, con sperimentazione diretta su tavola vibrante di edifici a scala reale, hanno anche dimostrato che l'ottima prestazione in presenza di input sismici di elevata intensità (ben superiori a quelli italiani) si accompagna a danneggiamenti dell'edificio inesistenti o minimi. La struttura in legno, quindi, assicura la sopravvivenza degli occupanti l'edificio ma, limitando i danni alle parti strutturali e non, garantisce anche l'immediato riutilizzo dell'edificio dopo il sisma. A fronte di una corretta progettazione, il legno si dimostra quindi uno dei più sicuri materiali utilizzabili per la costruzione sismo-resistente.

In conclusione, dall'analisi comparata con i Laboratori Internazionali selezionati per lo studio, gli obiettivi del Laboratorio Test Dinamica possono essere identificati e sintetizzati in:

- Identificare le esigenze e le aspettative dei clienti e delle parti interessate e tradurle in garanzie. Per parti interessate (stakeholders) si intendono i soggetti la cui soddisfazione influenza il successo del Laboratorio: ad esempio l'Università, la Regione, lo Stato e non ultimi i ricercatori stessi la cui realizzazione ovviamente è alla base del raggiungimento degli obiettivi dell'organizzazione.
- Soddisfare le garanzie, conseguendo, conservando e migliorando le prestazioni (prodotti) e le capacità complessive del laboratorio (intese come brevetti, pubblicazioni, trasferibilità/applicazione, capacità di attrarre finanziamenti).

Per conseguire questi obiettivi, e affinché il Laboratorio possa funzionare con successo in modo efficace ed efficiente, è opportuna una gestione continua, pianificata, sistemica, trasparente, condivisa, partecipata e coerente con gli obiettivi.

In questo contesto di ricerca è utile sottolineare che anche il mondo industriale è parte attiva nel garantire le prestazioni attese, visto che svolge una parte fondamentale nel processo costruttivo, a partire dai materiali tutti certificati (siano essi elementi di legno o collegamenti) per finire con la fase realizzativa propriamente detta (che deve garantire la perfetta rispondenza dell'opera finita ai requisiti progettuali). In ciò il legno è assimilabile alla costruzione metallica: anche la struttura lignea è, per sua natura, prefabbricata, con elementi (travi o pannelli) forniti con lavorazioni già effettuate, con una mano d'opera che è chiamata a rispettare in cantiere le istruzioni di montaggio. Essenziali sono, in questa fase, i controlli sia da parte dell'Impresa responsabile del montaggio sia da parte della Direzione lavori.

Ricerca, sperimentazione, certificazione di prodotto, controllo del processo sono le chiavi che hanno permesso al legno strutturale di diventare un materiale affidabile e sicuro per la moderna costruzione sismo-resistente. Sta ora al *Building Future Lab* ed al laboratorio Test Dinamica girare queste chiavi e far partire la macchina della ricerca scientifica dinamica applicata alle strutture in legno.

(\*) Ingegnere, laureato presso l'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

## 6.6.2 **Il legno e le tipologie costruttive** **Timber and construction types**

di **Alessandro Iacono** (\*)

### **ABSTRACT**

*All'interno della Sezione Dinamica del Building Future Lab si sono svolti il monitoraggio e la verifica di dinamica delle strutture e delle costruzioni in zone sismiche approfondendo la tematica inerente l'impiego del legno nel settore dell'edilizia, trattandosi di un materiale ecocompatibile e altamente sostenibile.*

*Il presente lavoro ha affrontato le diverse tecniche costruttive che si sono sviluppate nel tempo: dalle palafitte alle pareti portanti in pannelli incrociati.*

*Supportato dalle diverse esperienze svolte presso Enti di ricerca e produttori specializzati di costruzioni in legno, si sono studiate le più innovative tipologie di sistemi costruttivi in cui il legno è impiegato in varie forme.*

*In the Dinamica department of the Building Future Lab, the dynamics of structures and buildings in seismic areas have been monitored and verified, studying in depth the possible use of timber in the building sector, given that this is an eco-compatible and highly sustainable material. This paper examines the different building techniques that have developed over time: from stilt houses to load-bearing wall panels, and can be summarised as follows.*

*Working at research institutes and with manufacturers specialising in timber constructions, it has been possible to study the most innovative types of building systems in which timber is used in different ways.*

Le tipologie costruttive di edifici e case in legno maggiormente utilizzate ad oggi in Italia sono i sistemi *block haus*, a telaio e a pannelli.

Il *block haus* è la versione moderna delle vecchie case a tronchi, realizzate in passato soprattutto in aree montane. Questo tipo di costruzione è di concezione abbastanza semplice e dai costi contenuti, utilizzata prevalentemente come casa di vacanza o struttura ricettiva.

Il sistema, molto semplice, si contraddistingue per le modalità di realizzazione delle pareti, formate dalla sovrapposizione di tronchi di legno massiccio tondi o quadrati; il materiale è utilizzato con una funzione non dissimile dalla muratura. Le fondazioni vengono realizzate solitamente con una platea o con travi rovesce in c.a. I tronchi di legno che costituiscono le pareti sono generalmente realizzati con una scanalatura semplice, doppia o tripla nella parte inferiore e superiore, per facilitarne la sovrapposizione in modo da conferire maggiore solidità e rigidità alla parete stessa, e creando una protezione naturale all'eventuale penetrazione dell'acqua meteorica. In alternativa, o in aggiunta, il sistema di collegamento tra i tronchi è completato mediante l'inserimento di biette o tasselli di legno di latifoglia, e in ogni caso mediante l'inserimento di tiranti a vite in acciaio all'interno di appositi fori realizzati ad intervalli di circa 1,5-2,0 m. È comunque sempre opportuno inserirne uno in corrispondenza di ogni estremità della parete e in corrispondenza delle aperture, in modo che svolga anche la funzione di elemento di presidio al ribaltamento.

L'incrocio fra elementi di pareti ortogonali, ripetuto più volte nello schema costruttivo, oltre a rappresentare un elemento architettonico fortemente caratterizzante, conferisce stabilità all'intero edificio e capacità di resistere alle azioni orizzontali. È realizzato mediante la lavorazione dei tronchi costituenti le pareti con macchine a controllo numerico che consentono la sagomatura di apposite maschiature per l'incastro dei pezzi.

L'ancoraggio alle fondazioni è realizzato mediante dei tirafondi affogati nella stessa fondazione che, assicurati sulla parete da un dado con rondella, fungono da elementi di presidio allo scorrimento.

L'impianto planimetrico è piuttosto semplice, generalmente a pianta rettangolare; i solai intermedi sono costituiti da travi o travetti in legno massiccio o lamellare che poggiano su due pareti ortogonali o, talvolta, su dei pilastri in legno massiccio o lamellare. L'orditura della copertura è anch'essa semplice, solitamente costituita da un tetto a due falde con la trave di colmo parallela al lato più lungo dell'edificio e travetti che poggiano su quest'ultima e sulle pareti longitudinali parallelamente alla linea di falda.

Il pacchetto costruttivo della parete può essere completato in due modi: o lasciando il legno a vista all'esterno dell'edificio e quindi inserendo l'isolante dal lato interno e chiudendo internamente con il cartongesso, oppure lasciando il legno a vista internamente ed inserendo un cappotto isolante esterno completato dall'intonaco o altro rivestimento.

Per il cappotto vengono utilizzati solitamente isolanti naturali a base di legno quali la fibra di legno o di canapa e il sughero.

Il sistema costruttivo *a telaio o platform frame* è attualmente il più diffuso per la realizzazione di edifici a uno o più piani. Pareti e solai sono costituiti da intelaiature di elementi di legno di piccola sezione (generalmente 6x16 cm), posti ad interasse costante di circa 60 cm, alle quali da un lato o da entrambi i lati vengono collegati, con tanti chiodi o viti di piccolo diametro, dei pannelli di legno strutturale con funzioni di controvento, generalmente compensato, OSB, pannelli multistrato o pannelli in fibrogesso. I pannelli così costituiti sono riempiti all'interno con materiale isolante, con eventuali altri strati di isolamento termico anche all'esterno.

I chiodi utilizzati sono ad aderenza migliorata generalmente con gambo da 3 mm di diametro, posti a un interasse solitamente di 15 cm sui bordi dei pannelli e di 30 cm sui montanti interni, quando non diversamente indicato dai calcoli di progetto. È generalmente buona norma, soprattutto nel caso di utilizzo di pannelli di OSB, distanziare i pannelli l'uno dall'altro lungo i bordi di qualche millimetro, in modo da lasciare libere le variazioni dimensionali causate dai fenomeni di ritiro e rigonfiamento. Le pareti vengono poi collegate fra loro da un ulteriore corrente superiore, sempre della medesima sezione unificata, che svolge la funzione di cordolo di collegamento.

Il rivestimento interno della parete, quando non si preveda per esigenze strutturali la presenza di un secondo foglio di compensato, è realizzato generalmente con pannelli di cartongesso.

Il collegamento delle pareti alle fondazioni, solitamente platea in c.a., deve svolgere la duplice funzione di contrastare il ribaltamento e lo scorrimento delle pareti per effetto delle azioni orizzontali. Per il ribaltamento vengono utilizzate sempre *piastre hold-down* collegate alle fondazioni con barre filettate inserite in fori sigillati con malta cementizia o epossidica e ai montanti delle pareti con chiodi o viti.

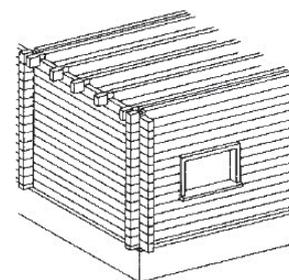
Lo scorrimento viene contrastato sempre con tirafondi che collegano il corrente inferiore della parete alla fondazione.

Una volta realizzate le pareti viene costruito il solaio, generalmente con travetti equidistanti allo stesso interasse dei montanti delle pareti o, se le luci e i carichi lo richiedono, travi reticolari realizzate con la stessa sezione unificata o travi di legno lamellare.

Il solaio viene poi irrigidito nel proprio piano con il posizionamento di pannelli di legno strutturale, compensato o OSB di 12 mm di spessore.

Lungo tutto il perimetro del solaio va previsto un cordolo di collegamento in grado di riassorbire gli sforzi di trazione che nascono quando lo stesso solaio, assunto nei calcoli come diaframma rigido, viene caricato dalle azioni orizzontali nel proprio piano. Occorrerà per lo stesso motivo dimensionare opportunamente il collegamento dei pannelli di rivestimento al cordolo.

Una volta realizzate le strutture del primo solaio, queste fanno da piattaforma per la realizzazione dei piani successivi.





Il collegamento delle pareti dei piani successivi al solaio di interpiano avviene sempre con la stessa metodologia prevista anche per il sistema a pannelli portanti, ossia *hold-down* interni o bande forate esterne per il ribaltamento e viti di collegamento del corrente inferiore delle pareti superiori al solaio inferiore per lo scorrimento.

I solai vengono completati sopra il pannello di rivestimento strutturale con un massetto in cls porta-impianti, con un eventuale strato di isolamento acustico in gomma o con pannelli anticalpestio ed infine con la pavimentazione che può essere posata su una ulteriore caldana di calcestruzzo. In questo sistema costruttivo, in particolar modo nella realizzazione di edifici multipiano, diventa particolarmente importante il problema dell'isolamento acustico nei solai di interpiano, accentuato dalla leggerezza del pacchetto strutturale. Il pacchetto costruttivo delle pareti viene completato mediante il posizionamento dell'isolante all'interno dell'intercapedine dell'intelaiatura. L'isolante è generalmente costituito da fibra di vetro o lana di roccia; dalla parte calda è posizionata la barriera al vapore. In alternativa si può prevedere l'utilizzo di isolanti rigidi quali il polistirene estruso o il sughero. Lo strato isolante posto nell'intercapedine può occupare tutto lo spessore, nel qual caso il posizionamento degli impianti avviene in fresature ricavate nell'isolante, oppure nell'intercapedine.

La copertura viene realizzata con capriate o con trave di colmo e travi secondarie e sovrastante pannello di rivestimento strutturale inchiodato all'orditura <sup>(1)</sup>.

Il sistema a telaio è un sistema particolarmente efficiente dal punto di vista del comportamento sismico, per la grande quantità di elementi metallici di connessione (chiodi, viti, ecc.) che dissipano buona parte dell'energia trasmessa alla struttura dall'azione sismica.

Il sistema costruttivo a pannelli in legno massiccio a strati incrociati (*Cross-Lam*, *X-Lam*, *BBS*, *CLT*, ecc.) in pochi anni è diventato il sistema costruttivo più diffuso in Europa per la realizzazione di edifici in legno. Il nome deriva dal componente strutturale principale che lo caratterizza, ossia il pannello di legno massiccio a strati incrociati con il quale vengono realizzati le pareti e i solai.

Tale sistema è più massivo dei precedenti, e pertanto maggiormente adatto ai climi più caldi, per la sua maggiore inerzia termica. Si sta affermando in Italia per la realizzazione di case singole, ma anche per gli edifici plurifamiliari, con particolare attenzione all'edilizia sociale anche a carattere pubblico. Presenta un ottimo comportamento sismico, per la presenza di connessioni metalliche puntuali che hanno anche la funzione di dissipare energia.

I pannelli di tavole incrociate sono costituiti da diversi strati di tavole, generalmente in numero dispari, posti in direzione ortogonale l'uno rispetto all'altro. Il numero di strati può andare da un minimo di tre ad un massimo, a seconda dei produttori, di 7, 9, 11 o anche più. In funzione del numero di strati e dei diversi spessori delle tavole che compongono i pannelli, si riesce ad ottenere un range di spessori pressoché continuo, da un minimo di 6 centimetri ad un massimo di alcune decine di centimetri. I singoli strati di tavole hanno spessori variabili da circa 15 mm ad un massimo di oltre 30 mm.

I pannelli, pertanto, avranno caratteristiche meccaniche strettamente dipendenti da quelle delle tavole utilizzate nella loro produzione. I pannelli in *x-lam* si prestano ad essere utilizzati in diversi modi:

- come solai e coperture, con schema di calcolo a trave su più appoggi;
- come solai e coperture, con comportamento a piastra bidirezionale;
- come pareti, con comportamento prevalentemente di tipo lastra.

In un solaio funzionante a trave continua si utilizzerà pertanto un pannello strutturale con gli strati inferiore e superiore aventi fibratura longitudinale, in modo da utilizzare la direzione del pannello che presenta il momento d'inerzia maggiore, e dunque il modulo di resistenza maggiore.

Nel dimensionamento di un solaio monodirezionale in legno *x-lam*, si utilizzano spessori orientativamente pari a circa 1/30 della luce.

<sup>(1)</sup> Nella tradizione costruttiva nordamericana vengono solitamente utilizzate travi reticolari formate da elementi della stessa sezione unificata utilizzata per le pareti e collegati fra loro con piastre chiodate. Nel nostro Paese, più frequentemente si preferisce realizzare una copertura tradizionale a travi, oppure anche una copertura a capriate ma utilizzandone poche, magari con schema palladiano e giunti di carpenteria, poste ad interasse maggiore e realizzate con sezioni di dimensione maggiore, avendo comunque l'accortezza di raddoppiare o triplicare i montanti delle pareti in corrispondenza degli appoggi sulle pareti.

In alcuni casi i solai in *x-lam* possono essere anche dimensionati a piastra, dove ci sono carichi elevati e/o l'esigenza di limitare lo spessore dei pannelli. I pannelli *x-lam*, quando sono utilizzati come pareti, presentano gli strati più esterni con fibratura in direzione verticale, in modo da massimizzarne la rigidità e la resistenza rispetto ai carichi verticali agenti.

I pannelli parete hanno inoltre la funzione, non accessoria, di assorbire anche le sollecitazioni derivanti dalle azioni orizzontali, principalmente sisma e vento, rispetto alle quali presentano un funzionamento a lastra, attraverso il quale assorbono l'azione tagliante agente sulla sommità del pannello, riportandola a terra.

I pannelli saranno soggetti a due tipi di reazione vincolare: una reazione in direzione orizzontale, assorbita da collegamenti denominati *angolari*, distribuita lungo la base del pannello, e due reazioni verticali, una di compressione ed una di trazione, quest'ultima assorbita da un collegamento *hold-down*. Le fondazioni sono generalmente realizzate con platea in c.a., oppure con piani interrati composti da setti in c.a. La costruzione procede per piani. I telai del primo piano vengono fissati al basamento, dopo di che viene realizzato il primo solaio. A questo punto si procede fissando ad esso il telaio del secondo piano, e così via.

Per il sistema *x-lam*, il collegamento alle fondazione può essere effettuato direttamente sulla fondazione in c.a. o posato su un cordolo di legno.

Per effetto delle azioni orizzontali agenti nel suo piano, la parete è soggetta ad azioni di scorrimento e sollevamento, le quali devono essere contrastate dagli elementi di collegamento alle fondazioni.

Gli elementi che invece sono utilizzati per la dissipazione di energia attraverso un comportamento duttile e che quindi vanno progettati garantendo sufficienti riserve di resistenza, per le relative azioni di progetto sono:

- le connessioni verticali tra i pannelli-parete;
- le connessioni a taglio alla base delle pareti;
- le connessioni *hold-down* all'inizio ed alla fine di ciascuna parete, ed in corrispondenza delle aperture.

La funzione di presidio al sollevamento è svolta dagli *hold-down* collegati con chiodi, normalmente ad aderenza migliorata, alla parete, mentre gli *angolari* in acciaio o viti e tirafondi in acciaio di collegamento del cordolo inferiore della parete alla fondazione sono gli elementi di presidio allo scorrimento. L'evoluzione della tecnica delle costruzioni riguardante gli edifici in *x-lam* e la ricerca sul comportamento statico e sismico condotta in Europa negli ultimi anni hanno permesso oggi di stabilire delle regole di progettazione sia nel campo statico che in quello dinamico.

Nel progetto degli esecutivi strutturali è consentito dalle NTC 2008 <sup>(2)</sup>, l'ausilio di codici calcolo muniti di dichiarazione di conformità del produttore che velocizzano l'analisi computazione degli elementi spaziali dell'intera struttura. Poiché questi edifici hanno una massa molto ridotta rispetto ad edifici di analoghe dimensioni realizzate in c.a., solitamente l'azione del vento è dello stesso ordine di grandezza di quella sismica e non è quindi trascurabile, pertanto, anche in zone a bassa sismicità, la progettazione per azioni orizzontali è estremamente importante.

Come visto precedentemente, un edificio realizzato in *x-lam* è in sostanza una struttura scatolare in cui solai e pareti sono costituiti da diaframmi composti da pannelli in legno massiccio connessi tra loro mediante sistemi di collegamento meccanici.

Considerando quindi il comportamento scatolare, quando l'edificio viene colpito da un sisma l'energia accumulata viene trasferita dagli orizzontamenti, ipotizzati rigidi nel proprio piano, alle pareti di piano in funzione della propria rigidità e da queste ai piani sottostanti fino ad arrivare alle fondazioni.

Allineandosi al criterio di gerarchia delle resistenze è necessario che gli elementi siano progettati per resistere alle azioni sismiche di competenza, senza necessità di effettuare sovradimensionamenti.



<sup>(2)</sup> Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al d.m. 14 gennaio 2008.

### 6.6.3 **Il prodotto legno come materiale per uso strutturale** *Timber products as materials for structural uses*

di *Alessia Latella* (\*)

#### *ABSTRACT*

*Il recente sviluppo di nuove tecniche costruttive, nonché l'approfondimento dell'analisi strutturale e della resistenza alla combustione del legno, unitamente all'introduzione di nuovi prodotti preservanti dal degrado, hanno consentito di riappropriarsi delle innumerevoli possibilità architettoniche, della straordinaria natura estetica e della totale compatibilità con i criteri dello sviluppo sostenibile che una struttura in legno può offrire.*

*Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008) sono presenti tre paragrafi relativi alle strutture di legno, che, insieme alle altre normative di riferimento, forniscono al progettista gli strumenti necessari per l'impiego di tale materiale con fiducia e tranquillità.*

*The development of new building techniques, in addition to improvements in structural analysis and analysis of wood's resistance to combustion, together with the introduction of new products that protect from degradation, have made it possible to retrieve the many architectural options provided by timber buildings, which have an extraordinary aesthetic value and are fully compatible with sustainable development criteria.*

*The Technical Standards for Constructions (Ministerial Decree 14/01/2008) include three paragraphs on timber structures that, together with other reference regulations, provide designers with the tools needed to use this material confidently and calmly.*

Il legno, come materiale da costruzione, è stato ampiamente impiegato fin dall'antichità. Al contempo, a tutt'oggi risulta essere estremamente innovativo, in particolare perché possiede qualità e possibilità tecnologiche che meglio di qualsiasi altro materiale si sposano con concetti quali sviluppo sostenibile, risparmio ed efficienza energetica.

Contrastare il cambiamento climatico, proteggere il bosco creando occupazione e risparmiare energia, potrebbero già di per sé rappresentare motivi sufficienti per suggerire un cambiamento radicale rispetto alle tecniche costruttive ormai consolidate, basate sull'utilizzo di materiali di origine industriale, in virtù della loro supposta superiore durabilità e sicurezza.

In realtà, il processo di trasformazione edilizia del nostro Paese verso una maggiore sostenibilità e un uso più equo delle risorse ambientali è già iniziato da qualche anno. Parallelamente, la tecnica dei sistemi edilizi in legno ha avuto, in tutto il continente europeo e in varie parti d'Italia, un significativo sviluppo, accompagnato da risultati di recenti esperienze tecnico-scientifiche che hanno dimostrato come il legno non sia solo un materiale da costruzione naturale e rinnovabile, ma che, prima di tutto, è sicuro ed economico.

Grazie ad un processo costruttivo relativamente facile ed estremamente veloce che, escluse le fondazioni, è interamente a secco e viene eseguito mediante l'utilizzo di semplice ferramenta metallica, e grazie alla leggerezza del materiale che ne facilita la movimentazione in cantiere, è possibile realizzare edifici anche di dimensioni ragguardevoli e con un elevato numero di piani che soddisfano pienamente i requisiti di sicurezza più severi.

Inoltre le Norme Tecniche per le Costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008) e le istruzioni CNR per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno (CNR/DT 206:2007) hanno colmato un vuoto normativo che, nel nostro Paese, persisteva da molti anni. Le Norme Tecniche insieme alle altre normative di riferimento, forniscono al tecnico gli strumenti necessari per progettare impiegando questo materiale con fiducia e tranquillità.



Figura 1. Vista esterna della struttura

Utilizzare il legno significa rispettare la natura e quindi investire sul futuro. L'impiego del legno riduce notevolmente il carico ambientale di CO<sub>2</sub> disperso nell'ambiente: basti pensare che 1 m<sup>3</sup> di calcestruzzo rilascia circa 1.200 kg di CO<sub>2</sub>, a fronte dei soli 150 kg di CO<sub>2</sub> generati da 1 m<sup>3</sup> di legno da costruzione. Ma non solo. Ci sono svariate situazioni progettuali nelle quali il legno diventa vincente nel confronto con altri materiali da costruzione proprio grazie alle sue qualità, per certi versi, insospettabili.

L'architetto Shigeru Ban, noto per l'uso di materiali riciclabili nelle sue architetture, ha stupito con un nuovo progetto, baluardo della tecnologia nella lavorazione del legno: a Zurigo, lungo il fiume Sihl, si sviluppa per cinquanta metri la nuova sede di Tamedia (uno dei principali media svizzeri), edificio di sette piani con struttura interamente a incastro (Fig. 1), costruita con 2.000 m<sup>3</sup> di legno lamellare di abete proveniente da foreste certificate austriache che l'architetto ha personalmente selezionato specificandone la tipologia, la provenienza (da abeti al di sopra dei 1.000 m), la crescita (lenta, al fine di avere una stabilità maggiore e con gli anelli del tronco molto stretti fra di loro). Le singole parti sono connesse senza l'uso di giunti metallici, neppure per l'unione fra travi e colonne.

La struttura in legno è la più alta della Svizzera ed è stata realizzata con nuove tecnologie per la progettazione, l'assemblaggio e la fresatura del legno anche grazie all'utilizzo di macchinari a controllo numerico di precisione millimetrica. Visto in sezione trasversale, l'edificio prevede tre campate complessive, di cui due terminali dalle luci modeste, pari a 3,2 m cadauna, al contrario della centrale di ben 14 m, che esclude l'impiego di appoggi intermedi.

Gli elementi verticali, di altezza pari a cinque piani, sono stati eretti *in situ* grazie all'utilizzo di una gru e solidarizzati tramite l'inserimento di barre trasversali a sezione ovale lunghe 5,5 m ed alte 35 cm, al fine di impedire la rotazione della facciata.

I nodi strutturali di giunzione fra le strutture di piano e quelle verticali che sostengono la doppia facciata, una in curtain wall e una interna, risolvono la connessione tramite l'utilizzo di travi binate in legno nelle campate terminali, di altezza pari a 56 cm e di sezione 20 cm. Le travi sono in lamellare a sezione rettangolare e disposte secondo una maglia ortogonale.

Non solo le colonne (quadrate, di sezione 44x44 cm) e le travi, ma anche le connessioni comuni sono lignee. Grande attenzione è stata adottata per prevenire il rischio d'incendi ed il collasso della struttura, sovradimensionando a tal fine gli elementi con uno strato di sacrificio pari a 42 mm, ossia lo strato di legno che può ardere in 60 minuti.

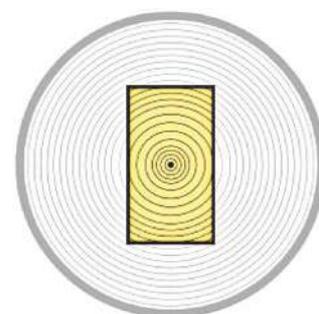
La materia prima dei prodotti di legno e a base legno è il cosiddetto "legno tondo". A partire dal quale, attraverso segazione ed essiccazione si ottengono i "segati", che, a loro volta, possono essere sottoposti ad una ulteriore lavorazione della superficie in base alle esigenze dell'uso previsto. I possibili tipi di taglio, rappresentati nella Figura 2, influenzano la qualità del materiale e il suo comportamento in caso di ritiro e rigonfiamento.

I segati possono essere classificati secondo la resistenza ed essere usati con funzione strutturale per elementi di tipo lineare di legno massiccio.

Gli evidenti limiti nelle dimensioni e nelle caratteristiche fisico-meccaniche, derivanti dal fatto che i segati provengano da un unico tronco di legno, vengono superati grazie al processo di incollaggio, attraverso il quale è possibile realizzare prodotti di tipo lineare (legno massiccio da costruzione, travi DUO/TRIO e legno lamellare incollato) (1).

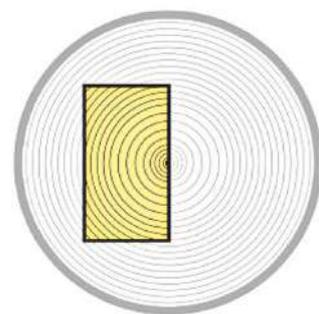
Mediante processi di lavorazione e produzione industriali, si possono realizzare prodotti a base legno con caratteristiche meccaniche definite e con minore dispersione rispetto al legno massiccio.

Di essi fanno parte prodotti piani o a forma di trave ricavati da piallacci, truciol e fibre di legno.



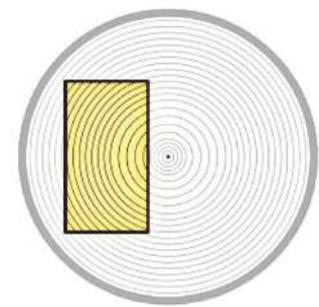
Taglio con cuore

Instabilità dimensionale (deformazioni e svergolamento) e rischio di fessurazione molto alti



Taglio cuore spaccato

Instabilità dimensionale (deformazioni e svergolamento) e rischio di fessurazione alti



Taglio fuori cuore

Instabilità dimensionale (deformazioni e svergolamento) e rischio di fessurazione limitati

Figura 2. Possibili tipi di taglio

(1) I segati vengono giuntati in direzione longitudinale mediante il giunto a pettine, realizzando così un prodotto di maggiore lunghezza. Tramite incollatura della superficie possono essere uniti più elementi in direzione trasversale, ottenendo sezioni di dimensioni più grandi; tramite incollatura di più strati vengono prodotti gli elementi piani di legno massiccio e il compensato di tavole.

Per ciò che riguarda il legno massiccio con smusso ad uso strutturale vi sono due tipologie fondamentali di travi: ad uso Fiume e ad uso Trieste <sup>(2)</sup>.

Le prime presentano una sezione quadrata o rettangolare ottenuta da un tronco mediante squadratura meccanica, continua e parallela dal calcio alla punta su quattro facce a spessore costante con smussi e contenente il midollo.

Il legno lamellare incollato è costituito da almeno tre tavole o lamelle essiccate e incollate tra loro con le fibre parallele. Prima di essere incollate, le lamelle vengono classificate secondo la resistenza e piallate. La colla utilizzata deve soddisfare i requisiti della UNI EN 301 per i componenti di legno con funzioni portanti. Il materiale viene classificato secondo UNI EN 14080 e marchiato obbligatoriamente CE. Si utilizzano prevalentemente abete rosso, abete bianco e larice.

Possono essere fabbricate travi sia rettilinee sia curve.

Un'ulteriore tipologia di elementi in legno è costituita dai pannelli ad assi incrociati CLT. Questa tecnica permette di ottimizzare le caratteristiche fisiche del materiale ai fini costruttivi e di ottenere una migliore tenuta delle componenti. L'assenza di giunti conferisce al prodotto qualità più vantaggiose in termini di ermeticità, passaggio del calore, diffusione del vapore, insonorizzazione e resistenza al fuoco. L'incollaggio avviene per mezzo di colle ecologiche, prive di formaldeide. La stabilità della forma è garantita dalla struttura incrociata degli strati longitudinali ed orizzontali, che permette di ridurre al minimo i fenomeni di rigonfiamento e ritiro.

Gli elementi in CLT vengono utilizzati principalmente per pareti, solai e tetti, grazie alle loro ampie dimensioni (max. 2,95 × 16 m) gli elementi permettono una messa in opera veloce e riducono il numero di giunti.

Materiali pregiati, versatilità d'impiego, produzione rispettosa dell'ambiente e tecniche di posa in opera semplicissime permettono di concretizzare progetti rispondenti ai più alti requisiti costruttivi.

Per quanto riguarda la qualificazione dei differenti materiali o prodotti a base di legno, si possono applicare i casi A), B) o C) previsti al § 11.1 delle NTC. Tutti gli elementi strutturali in legno massiccio, già lavorati fino alle dimensioni d'uso, devono essere classificati secondo la resistenza, prima della loro messa in opera, sulla base delle specifiche normative di settore, "a vista" o "a macchina", al fine di assegnare al materiale una classe di resistenza attraverso la definizione di un profilo resistente. Per la definizione delle classi di resistenza e dei profili resistenti unificati a livello europeo, si può fare utile riferimento alla Norma europea UNI EN 338:2004.

Per tipi di legname non inclusi in normative applicabili (europee o nazionali), e per i quali sono disponibili dati ricavati su provini piccoli e netti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose incluse in tali normative, in conformità al § 6 della UNI EN 338:2004. In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, per quanto applicabile, le travi con forme di lavorazione irregolari che comportino smussi o sezioni diverse lungo l'asse longitudinale dell'elemento, devono essere lavorate e classificate in base alla resistenza, in conformità a specifiche normative di comprovata validità. In assenza di specifiche prescrizioni, per quanto riguarda la classificazione del materiale, si potrà fare riferimento a quanto previsto per gli elementi a sezione rettangolare, senza considerare le prescrizioni sugli smussi e sulla variazione della sezione trasversale, purché nel calcolo si tenga conto dell'effettiva geometria delle sezioni trasversali.

Gli elementi strutturali in legno massiccio, utilizzati come trave inflessa, ottenuti per incollaggio nel senso longitudinale di due o tre elementi, ognuno dei quali eventualmente giuntato con giunti a dita e che presentano, a differenza di quanto avviene per il lamellare, il piano di laminazione parallelo al piano di sollecitazione, devono essere conformi alle UNI EN 385:2003 e UNI EN 338:2004. Per quanto riguarda i giunti a dita "a tutta sezione" tra due elementi si potrà fare utile riferimento alla UNI EN 387:2003.

<sup>(2)</sup> Le travi ad uso Trieste, invece, sono ottenute dal tronco mediante squadratura meccanica, continua dal calcio alla punta su quattro facce, seguendo la rastremazione del tronco, con smussi e contenente il midollo.

Le travi bilama e trilama sono costituite da due o tre elementi di legno squadrato, essiccati artificialmente, classificati secondo la resistenza e successivamente incollati sui lati lunghi. Da questo procedimento risulta un legno massiccio dalle caratteristiche tecniche ben definite, di ottima qualità e con una ridotta tendenza a fessurarsi. I singoli elementi possono essere giuntati longitudinalmente tramite giunti a pettine. Vengono prodotte di regola da legno di abete rosso. È tuttavia possibile utilizzare anche altre conifere come il pino, l'abete bianco e il larice. Le lunghezze disponibili dipendono dalla sezione e possono raggiungere i 18 m, superando i limiti dimensionali del legno massiccio.

Gli elementi strutturali realizzati come sopra non possono essere usati per opere in Classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

Le procedure riguardanti la qualificazione rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale si applicano ai produttori di elementi base in legno massiccio e/o lamellare non ancora lavorati a formare elementi strutturali pronti per la messa in opera. Ai suddetti produttori, il Servizio Tecnico Centrale, ultimata favorevolmente l'istruttoria, rilascia un Attestato di Qualificazione, recante il riferimento al prodotto, alla ditta, allo stabilimento, al marchio.

Tra le figure che hanno un ruolo chiave nel determinare la sicurezza di una costruzione in legno spiccano quelle del Progettista, del Direttore dei Lavori e del Collaudatore.

L'entrata in vigore del d.m. 14 gennaio 2008 ha determinato in capo a tali soggetti un correlativo aumento delle responsabilità professionali.

Il Progettista è tenuto ad indicare nel progetto le caratteristiche dei materiali a base di legno secondo le indicazioni di cui al capitolo 11.7 delle NTC-2008 e lo stesso progetto dovrà contenere tutti gli elaborati elencati all'interno del capitolo 10.1. Tali caratteristiche devono essere garantite dai fornitori (produttori o centri di lavorazione) per ciascuna fornitura secondo le disposizioni applicabili di cui alla marcatura CE ovvero di cui al § 11.7.10 delle NTC-2008 e dalla circolare esplicativa n. 617 del 2 febbraio 2009.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un rivenditore devono essere accompagnate dai documenti rilasciati dal Produttore o dal Centro di Lavorazione in modo che sia garantita la rintracciabilità del prodotto dalla sua prima classificazione sino alla messa in opera.

Le specifiche per la messa in opera degli elementi strutturali devono invece essere fornite dal Costruttore.

Il Direttore Lavori ha la responsabilità di appurare la rispondenza (in ingresso al cantiere) dei materiali strutturali con quanto prescritto dal Progettista (verificando quindi la classe di resistenza dichiarata dal fornitore nella documentazione accompagnatoria).

Il Collaudatore, quando nominato in corso d'opera, è tenuto ad ispezionare l'opera già durante le fasi di montaggio alla presenza del Direttore Lavori e del Costruttore. Deve esaminare il progetto nella sua impostazione generale e controllare la messa in atto delle disposizioni progettuali e la rispondenza tra il costruito ed il progetto depositato, oltre ad esaminare i certificati e le prove sui materiali. Quando ritenuto necessario, disporrà di effettuare le prove di carico così da testare le strutture simulando le condizioni di esercizio.

(\*) Ingegnere, Professore Ordinario di Costruzioni Marittime, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*) Ingegnere, Ricercatore in Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*\*) Ingegnere, Ricercatore in Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*\*\*) Ingegnere, Ricercatore in Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*\*\*\*) Ingegnere, Dottore di Ricerca in Ingegneria Oceanografica, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

(\*\*\*\*\*) Ingegnere, Professore Associato di Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 6.7 Test Water: approcci avanzati per la realizzazione in mare di isole offshore galleggianti

**Water Test: advanced methods for the realisation of floating sea-based off-shore islands**

di Felice Arena (\*), Carlo Ruzzo (\*\*), Alessandra Romolo (\*\*\*), Vincenzo Fiamma (\*\*\*\*), Giovanni Malara (\*\*\*\*\*), Giuseppe Barbaro (\*\*\*\*\*)

### ABSTRACT

*Il NOEL (Natural Ocean Engineering Laboratory) è il primo, ed ancora oggi unico, laboratorio al mondo ad operare in mare con tecniche di laboratorio, per ricerche avanzate di ingegneria marittima, navale e costiera e per lo sfruttamento dell'energia dal mare. Il laboratorio è nato a seguito di attività sperimentali nel mare di Reggio Calabria avviate dal professor Paolo Boccotti nel periodo 1989-94.*

*Il presente contributo riporta alcuni risultati delle attività sperimentali eseguite nell'ambito del progetto Building Future Lab, per la realizzazione di un modello di un'isola galleggiante da posizionare in mare.*

*NOEL (the Natural Ocean Engineering Laboratory) is the first and so far the only laboratory in the world that works at sea using laboratory techniques for advanced research on maritime, naval and coastal engineering and on the exploitation of energy from the sea. The laboratory was established following the experimental activities carried out at sea off Reggio Calabria and initiated by Prof Paolo Boccotti between 1989 and 1994.*

*This paper presents some of the results of the experimental activities carried out within the framework of the Building Future Lab project for the construction of a floating island model to be placed at sea.*

Nell'ambito del progetto *Building Future Lab* la ricerca su grandi strutture galleggianti, integrabili in contesti urbani innovativi e città galleggianti, eseguite attraverso modellazione numerica ed attività sperimentale nel laboratorio naturale di ingegneria marittima di Reggio Calabria (Fig. 1) (NOEL, [www.noel.unirc.it](http://www.noel.unirc.it)), si concluderà nel 2015. La struttura testata (Fig. 2), il modello in scala ridotta di un'isola galleggiante, è realizzata in acciaio, rettangolare in pianta, è costituita da un'intelaiatura principale e da alcuni elementi secondari. L'intelaiatura principale ha una lunghezza complessiva 7.9 m e una larghezza di 2.4 m. L'isola è resa pedonabile grazie all'inserimento di due lamiere in acciaio, poste superiormente e inferiormente, a tenuta stagna. L'ancoraggio, che si realizza grazie a delle catene, è reso possibile da golfari in acciaio, disposti agli angoli della struttura e lungo il suo perimetro. Il suo peso complessivo senza corpi aggiuntivi è di circa 2.16 t. Gli elementi secondari sono costituiti da paratie, con le quali la struttura arriva a pesare circa 2.95 t. Per garantirne il posizionamento l'isola va ancorata al fondale utilizzando una griglia di ancore posizionate a profondità variabili fino a circa 14 m. È possibile testare la struttura con diverse configurazioni di ancoraggio per verificare sperimentalmente l'incidenza dello stesso sulla dinamica del moto e identificare una configurazione ottimale.

La strumentazione con cui la piattaforma è equipaggiata consta di:

- una batteria verticale di trasduttori di pressione, posizionata nella paratia centrale della piattaforma lato mare;
- una batteria orizzontale di trasduttori di pressione, posizionata inferiormente alla piattaforma, anch'essa in corrispondenza della mezzera;
- un sistema di geo-localizzazione basato su dispositivo GPS per la determinazione della posizione spaziale;
- una piattaforma AHRS per la determinazione di rotazioni, velocità e accelerazioni angolari;
- celle di carico in corrispondenza del golfare di ciascun ancoraggio.



Figura 1. La Sezione Test Water



Figura 2. Varo del modello di isola galleggiante, effettuato nel dicembre 2014 al laboratorio NOEL

Le condizioni ambientali attese sono varie ed ognuna ha un'incidenza sull'attività sperimentale. Le particolari condizioni ambientali che caratterizzano il paraggio dello Stretto di Messina in cui il laboratorio NOEL si inserisce (ridotto fetch, stabilità del vento, conformazione geografica della costa, ecc.) garantiscono il sistematico verificarsi, nel corso dell'anno, di lunghi periodi in cui gli stati di mare sono spesso composti da pure onde di vento con altezza significativa di 20-40 cm, periodo di picco dello spettro di 1.8-2.6 s e direzione dominante sensibilmente ortogonale alla costa <sup>(1)</sup>. Tali condizioni sono simili a quelle che si realizzano tipicamente nei laboratori artificiali di ingegneria marittima e rappresentano eccellenti modelli in scala ridotta di forti mareggiate mediterranee o oceaniche. Ad esempio, uno stato di mare con  $H_s = 0.3$  m e  $T_p = 2.5$  s è un modello in scala 1:30 di una mareggiata con  $H_s = 9.0$  m e  $T_p = 13.7$  s in similitudine di Froude. Si noti che, in queste condizioni, la struttura rappresenta al vero un'isola artificiale con un'area di circa 17.000 m<sup>2</sup>, ben rappresentativa di una piattaforma galleggiante integrabile in un contesto urbano. D'altra parte, il laboratorio NOEL non è un ambiente controllato e dunque è possibile si realizzino anche altre combinazioni. Ad esempio, gli stati di mare misti con onde di vento e onde di mare lungo (*swells*), caratterizzate da periodi più alti e diversi angoli d'inclinazione, saranno molto importanti per investigare la rigidità rispetto al moto di imbardata della struttura, mentre gli stati di mare più gravosi, pur non avendo rilevanza sperimentale, sono molto importanti da tenere in considerazione, sia per verificare i modelli a livello di sollecitazioni massime (dove ci si aspettano le maggiori non linearità) sia per accertarsi che l'esperimento venga effettuato in sicurezza.

Dal punto di vista analitico, il modello del comportamento dinamico di una struttura del genere necessita la risoluzione dell'equazione del moto. Mentre le forze idrodinamiche della struttura si possono stimare con il modello lineare di Froude-Krylov e allo stesso modo sono disponibili in letteratura delle espressioni per le masse aggiunte e i coefficienti di smorzamento <sup>(2)</sup>, infine il comportamento degli ancoraggi e degli eventuali piatti aggiuntivi ricavati dalle paratie è marcatamente non lineare. È possibile adottare tre approcci i cui risultati saranno messi a confronto con quelli misurati nell'esperimento. Il metodo più semplice è quello di linearizzare il comportamento degli ancoraggi e risolvere l'equazione del moto nel dominio della frequenza ottenendo i RAOs (*Response Amplitude Operators*).

In alternativa è possibile adottare un modello non lineare semplificato per il comportamento degli ancoraggi, come quello quasi statico <sup>(3)</sup>. In questo caso l'equazione del moto si risolve nel dominio del tempo ottenendo le storie temporali degli spostamenti della struttura e delle forze sugli ancoraggi. Infine, è possibile affrontare tutto il problema, e in particolare il comportamento degli ancoraggi, con un approccio numerico agli elementi finiti, utilizzando, ad esempio, un software commerciale, e ottenendo risultati sia nel dominio della frequenza che in quello del tempo.

Per quanto riguarda l'isola galleggiante è stato costruito un modello numerico utilizzando il software commerciale ANSYS AQWA (Fig. 3), che utilizza la teoria potenziale per il calcolo delle forze idrodinamiche e il metodo agli elementi finiti per la modellazione degli ancoraggi.

Si è considerata inizialmente una sola configurazione strutturale con due diverse combinazioni ambientali, rappresentative di verosimili stati limite ultimi, rispettivamente per pure onde di vento e per pure *swells*.

La struttura è posizionata su una profondità media di 8 m, con il lato maggiore sensibilmente parallelo alla linea di costa. L'ancoraggio è realizzato tramite quattro linee, che si dipartono dai golfari angolari della struttura fino a quattro ancore disposte sul fondale, simmetricamente in pianta rispetto al centro della struttura, con una distanza da esso di 12.5 m lungo la direzione di costa (asse x) e di 10 m lungo la direzione ortogonale (asse y).

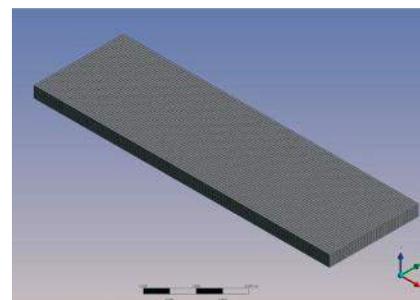


Figura 3. Modello dell'isola (con mesh) in ANSYS AQWA

<sup>(1)</sup> P. Boccotti, *Wave mechanics for ocean engineering*, Elsevier, 2000.

<sup>(2)</sup> P. Barltrop, N. D., *Floating structures: a guide for design and analysis*, The Centre for Marine and Petroleum Technology (CMPT), Oilfield Publications Limited (OPL), 1998.

<sup>(3)</sup> L.O. Garza-Rios, M.M. Bernitsas, K. Nishimoto, *Catenary mooring lines with non linear drag and touchdown*, Report Michigan University, 1997.

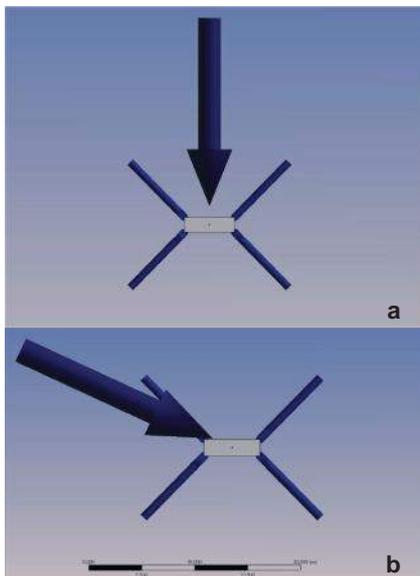


Figura 4. Direzioni dominanti del moto ondoso nelle due combinazioni ambientali considerate

Le due ancore lato terra sono poste alla profondità di 4 m, mentre quelle lato mare sono alla profondità di 14 m.

La prima combinazione ambientale considerata è data da uno stato di mare caratterizzato da pure onde di vento con un'altezza significativa di 0.8 m e direzione dominante ortogonale alla costa (Fig. 4a). Per la simulazione dello stato di mare si è scelto uno spettro JONSWAP con parametro  $\gamma = 3.3$  e periodo di picco pari a 3.0 s. Tale stato di mare non ha alcuna rilevanza sperimentale, nel senso che non rappresenta una condizione realistica a livello di prototipo, tuttavia è necessario considerare una condizione ultima anche per il solo modellino per realizzare in sicurezza l'esperimento. La seconda combinazione ambientale è invece uno stato di mare di altezza significativa 0.3 m con *swells* inclinate di 25° rispetto alla linea di costa (Fig. 4b). In questo caso lo spettro JONSWAP ha parametro  $\gamma = 5$  e periodo di picco di 6.0 s. Ambo le simulazioni sono state effettuate per una durata di 180 s e con un passo temporale pari a 0.05 s.

I risultati ottenuti hanno confermato non soltanto la fattibilità dell'esperimento in termini di sollecitazioni massime attese, ma anche l'opportunità di migliorare il comportamento del sistema rispetto al moto di rollio-beccheggio, ad esempio utilizzando le pareti come smorzatori. Infatti, dalla prima combinazione ambientale, è risultato uno spostamento orizzontale massimo di circa 1.3 m nella direzione dell'onda, che non dovrebbe comportare problemi, se anche tale evento estremo si realizzasse in sede di realizzazione dell'esperimento. Analogamente, si ottiene spostamento verticale massimo verso il basso di circa 0.6 m. Il risultato più significativo, tuttavia, riguarda il moto di rollio, che raggiunge valori massimi superiori ai 20° e ampiezza massima dell'oscillazione di circa 40°, il che giustifica l'attenzione particolare rivolta ai sistemi di smorzamento rispetto a questo grado di libertà. Per quanto riguarda gli ancoraggi, le forze massime di trazione sono dell'ordine delle decine di kg, dunque ampiamente inferiori ai carichi di rottura delle catene.

Per quanto riguarda la seconda simulazione, tanto gli spostamenti quanto le forze negli ancoraggi risultano ovviamente molto meno gravosi della prima, ma è interessante evidenziare come il moto avvenga in ambo le direzioni orizzontali in misura paragonabile e sia presente una rotazione intorno all'asse verticale (imbardata) con un'ampiezza massima dell'ordine di circa 6°.

I tre contributi che seguono introducono ulteriori ambiti di studio e sperimentazione normalmente sviluppati dai ricercatori della Sezione Test Water:

- la gestione delle risorse idriche attraverso i fondi europei (C. Ventura)
- l'analisi e la caratterizzazione del bacino idrografico di Tarsia (A. Richichi e G. Foti).

## 6.7.1 Programmazione europea: i fondi europei per l'ambiente *European programming: european funds for the environment*

di Claudia Ventura (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### ABSTRACT

*L'accesso ai programmi di finanziamento dell'Unione Europea è sempre più una via importante per promuovere e rafforzare l'attività d'innovazione, sviluppo e internazionalizzazione. Il canale di ingresso è quello della risposta a bandi di gara attraverso la presentazione di proposte definite secondo gli obiettivi e gli standard dell'Unione Europea. I settori di intervento sono infatti molteplici: cultura, ambiente, sviluppo rurale, ricerca, educazione, sviluppo delle PMI, ecc., ma la modalità di presentazione è la medesima e prevede l'applicazione dei principi del Project Cycle Management e del Logical Framework Approach (Quadro Logico – QL).*

*To promote and increase activities in favour of innovation, development and internationalisation it is increasingly important to gain access to European Union funding programmes. In order to do so calls for tenders must be answered by presenting proposals defined according to the European Union's objectives and standards. There are a number of areas of activity: culture, the environment, rural development, research, development of SMEs, etc., but the presentation procedures are the same and involve applying Project Cycle Management and Logical Framework Approach (LFA) principles.*

L'utilizzo dei fondi per la Politica di Coesione Europea 2014-2020 – tra cui il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale 2014-2020, che assegnerà all'Italia finanziamenti cospicui per la coesione economica, sociale e territoriale in tutte le aree del Paese – avverrà sulla base di un Accordo di partenariato e di Programmi Operativi da concordare con la Commissione Europea.

L'innovazione metodologica principale del nuovo ciclo finanziario 2014-2020 consiste nell'individuazione *ex ante* dei risultati desiderati rispetto alla scelta delle azioni da finanziare e da mettere in pratica.

I Programmi Operativi faranno seguire all'indicazione dei risultati attesi quella delle azioni con cui conseguirli. Anche questa, che pare un'ovvietà, è in realtà un'innovazione se – come dovrà essere perché siano approvati – i Programmi Operativi conterranno indicazioni non generiche, ma circostanziate delle azioni che si intendono finanziare:

- liste d'interventi infrastrutturali con riferimento allo stato di progettazione;
- tipologie di servizi da finanziare con i criteri per assegnare i fondi;
- misure per la concessione di agevolazioni, con l'individuazione *ex ante* delle procedure e della tempistica per la definizione di bandi/avvisi;
- progetti complessi di valorizzazione di aree territoriali con l'esplicitazione di modalità innovative di selezione degli interventi.

Sono undici le aree tematiche individuate dall'Unione Europea:

- Rafforzare la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione.
- Migliorare l'accesso alle tecnologie dell'informazione.
- Promuovere la competitività delle piccole e medie imprese, il settore agricolo e il settore della pesca e dell'acquacoltura.
- Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.
- Promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, prevenzione e gestione dei rischi.
- Tutelare l'ambiente e l'uso efficiente delle risorse.
- Promuovere sistemi di trasporto sostenibili ed eliminare le strozzature delle principali infrastrutture di rete.
- Promuovere l'occupazione e sostenere la mobilità dei lavoratori.
- Promuovere l'inclusione sociale e combattere la povertà.
- Investire nelle competenze, nell'istruzione e nell'apprendimento permanente.
- Promuovere un'amministrazione pubblica efficiente.

Rientrano qui due gruppi di interventi radicalmente diversi per la coesione: uno volto a garantire servizi essenziali per i cittadini; l'altro finalizzato a tutelare e a promuovere gli asset naturali e culturali e di rafforzamento del sistema turistico. In questo quadro il miglioramento della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei e del servizio idrico integrato sono i principali risultati da conseguire con riferimento alla gestione delle risorse idriche. La politica di coesione può contribuire in modo diretto (attraverso misure per il contenimento dei carichi inquinanti) e indiretto al miglioramento della qualità dei corpi idrici. Ciò implica che, contestualmente ad azioni ordinarie finalizzate all'istituzione di nuovi assetti di governance e all'introduzione di sistemi tariffari volti a razionalizzare l'uso della risorsa, la politica di coesione orienti i propri interventi al potenziamento delle infrastrutture in tutti i comparti. Il conseguimento di una maggiore efficienza del servizio idrico integrato, associato ad un più razionale utilizzo delle disponibilità idriche e al riutilizzo delle acque trattate nei settori agricolo e industriale, produce esternalità positive, in termini di minore fabbisogno di risorse da prelevare dall'ambiente, con conseguente ricostituzione delle riserve naturali, anche a fini ecosistemici. Rilevante e funzionale all'ammodernamento del settore in oggetto è, inoltre, l'introduzione di sistemi tariffari stabili e certi, che consentano di quantificare in modo preciso e puntuale gli obblighi di contribuzione, posti in capo ai diversi soggetti. La disponibilità di acqua a scopi irrigui dipende, tra gli altri fattori, dall'ammodernamento delle reti di adduzione e distribuzione, dalla creazione di nuovi bacini di accumulo e dal perseguimento di una maggiore efficienza a livello aziendale, tramite l'adozione di tecniche e di metodi di irrigazione a maggiore risparmio idrico. Infine, per una crescita sostenibile, è essenziale sostenere azioni di sviluppo economico e sociale incentrate sulle eccellenze naturali e culturali presenti nei territori. Le attività di stage hanno consentito di verificare e approfondire alcune modalità di gestione delle proposte progettuali a valere sui programmi di finanziamento europeo. La prevenzione del dissesto idrogeologico, piaga che colpisce ormai l'intero territorio nazionale, può e deve essere un settore strategico nel quale l'Italia deve investire e scommettere. La tutela dell'ambiente e del territorio deve quindi essere portata in primo piano, per favorire la valorizzazione della biodiversità, certo, ma anche e soprattutto per garantire la sicurezza e la salute delle persone. La biodiversità, in particolare, è una questione trasversale, interdisciplinare, connessa a numerose normative di diversi livelli (accordi internazionali, direttive e disposizioni nazionali) e connessa a diverse politiche. Politiche che hanno ognuna le proprie fonti di finanziamento UE: il Fondo europeo agricolo di garanzia (Feaga), il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (Feasr), il Fondo europeo per la pesca (Fep), il Fondo di coesione (Fc), lo strumento finanziario per l'ambiente (Life), i programmi quadro per la ricerca e lo stesso Fondo europeo di sviluppo regionale (Fesr). Imparare a progettare, secondo gli standard richiesti dalla Commissione Europea, presuppone dunque una approfondita conoscenza dei concetti, delle tecniche e degli strumenti di progettazione adottati dalla CE, oltre a una buona esperienza sul campo. La Gestione del Ciclo del Progetto (GCP) fu introdotta dalla Commissione Europea agli inizi degli anni '90 del secolo scorso per migliorare la qualità della progettazione e della gestione, nonché l'efficacia dei progetti stessi. Il sistema di Gestione del Ciclo del Progetto fu elaborato in un'analisi critica dell'efficacia dei progetti di sostegno allo sviluppo, intrapresa dalla Commissione OECD di Assistenza allo Sviluppo. Nel corso degli anni '80 i Rapporti di Valutazione eseguiti dai membri DAC indicarono che una parte significativa dei progetti era stata mal eseguita e poco efficace. Le principali cause identificate furono:

- Programmazione e progettazione inefficace.
- Progetti non pertinenti alle effettive esigenze dei gruppi beneficiari.
- Mancata previsione e valutazione dei rischi.
- Ignoranza dei fattori che potevano condizionare negativamente la sostenibilità dei benefici nella lunga durata.
- Insegnamenti tratti da esperienze passate raramente incorporati sia nelle politiche della cooperazione allo sviluppo sia nelle pratiche.

La Gestione del Ciclo del Progetto, richiedendo un esame dettagliato della realtà esistente ed applicando il metodo del Quadro Logico, obbliga coloro che elaborano i progetti a focalizzare i bisogni reali dei gruppi beneficiari <sup>(1)</sup>. Sin dal principio sono inclusi nella progettazione quegli aspetti che garantiscono la sostenibilità. I documenti sono strutturati secondo un formato che rende chiara e visibile l'idea del progetto e l'ambiente nel quale opera, assicurando un monitoraggio più efficiente ed una migliore valutazione <sup>(2)</sup>.

In questi ultimi anni, la maggior parte dei programmi finanziati dalla Commissione Europea e di quelli promossi a livello dei singoli Stati membri prevede che si lavori "per progetti integrati e in partenariato", vale a dire progetti composti da azioni di natura diversa e ideati e portati avanti da un gruppo di Enti e soggetti differenti <sup>(3)</sup>. La gestione di un numero crescente di progetti integrati e in partenariato, sia per chi li idea e li realizza e sia per chi li valuta e li finanzia, presuppone l'adozione di concetti e di strumenti nuovi.

Il PCM (*Project Cycle Management*) è un insieme di concetti e di strumenti destinato a rendere più efficace, facile e trasparente il lavoro "per progetti integrati e in partenariato". È stato adottato come standard per la progettazione e la gestione da numerose organizzazioni, a livello internazionale <sup>(4)</sup>. La sequenza delle fasi di preparazione e realizzazione dei progetti è stata definita il Ciclo del Progetto. Il ciclo comincia con l'identificazione di un'idea da sviluppare in un piano di lavoro che possa essere realizzato e valutato. Le possibili idee-progetto sono individuate nel contesto di una strategia concordata tra le parti coinvolte. Fornisce una struttura che assicura che tutti gli attori coinvolti nel processo siano consultati e tutte le informazioni pertinenti siano rese disponibili, cosicché decisioni fondate possano essere prese nelle fasi chiave. Il Ciclo del Progetto ha sei fasi: Programmazione, Identificazione, Formulazione, Finanziamento, Realizzazione e Valutazione (Fig. 1).

I dettagli di ogni fase variano da istituzione ad istituzione e riflettono differenze di procedura. Tre tratti caratterizzano in ogni caso il Ciclo del Progetto:

- Il ciclo definisce in ogni fase le decisioni chiave, le esigenze informative e le responsabilità specifiche.
- Le fasi del ciclo sono progressive: ogni fase deve essere completata prima che la successiva possa essere svolta con successo.
- Il Ciclo del Progetto trae dalla fase di Valutazione gli elementi per costruire, in base all'esperienza passata, l'ideazione di programmi e progetti futuri.

Una delle ragioni per cui le organizzazioni internazionali hanno trovato utile adottare l'approccio del PCM è che esso aiuta a fare progetti migliori; ciò significa porre attenzione, in fase di progettazione, ad alcuni aspetti richiamati di seguito: la pertinenza, la coerenza interna e la sostenibilità.

La qualità di un progetto è determinata dalle scelte operate in fase di progettazione: a progetto iniziato, i margini per aggiustamenti sono sempre più esigui. L'idea di fondo che ispira il PCM è che sia opportuno predisporre, sin dall'inizio, proposte basate sui problemi dei destinatari o beneficiari degli interventi e quindi capaci di produrre un vero miglioramento nella vita di questi.

La Figura 2 illustra in modo efficace quale sia la dinamica che si instaura tra i protagonisti della progettazione o della programmazione che di norma sono:

- i decisori politici, i quali sono portatori, sulla base del mandato dei cittadini, di valori e di linee programmatiche;
- gli esperti, portatori di un know-how tecnico-specialistico;
- i beneficiari e gli altri soggetti coinvolti in una determinata situazione, definiti attori-chiave (stakeholders); questi di solito sono portatori soprattutto di problemi, di bisogni insoddisfatti.

Dove si trova il baricentro in questo "triangolo della programmazione"?

In altri termini, chi determina veramente le decisioni, chi pesa di più?

Questo baricentro si trova oggi certamente più vicino all'angolo degli esperti: la maggior parte dei progetti è predisposta da società di consulenza che rispondono agli avvisi di gara, senza la partecipazione dei beneficiari finali.



Figura 1. Il Ciclo del Progetto



Figura 2. Principi del GCP

<sup>(1)</sup> F. Bussi, *Progettazione e valutazione con il Quadro Logico*, Roma, Formez, 2002. Commissione Europea, *Investire nel nostro futuro. Il quadro finanziario dell'Unione europea 2007-2013*, Lussemburgo, 2013.

<sup>(2)</sup> *Project Cycle Management: Yet Another Fad?* PCM Helpdesk, DGVIII, 1993. European Commission, *Project Cycle Management Guidelines*, 2004. European Commission, *Aid Delivery Methods. Project Cycle Management Guidelines*, Bruxelles, 2004. Formez, *Project cycle management-Manuale per la formazione*, a cura di S. Spezzano, traduzione di L. Triulzi, Roma, 2002.

<sup>(3)</sup> A. Bassi, M. Sampietro, T. Villa, *Partecipare ad un progetto*, Milano, Et As, 2010. F. Bussi, *Progettare in partenariato - Guida alla conduzione di gruppi di lavoro con il metodo GOPP*, Milano, F. Angeli, 2001.

<sup>(4)</sup> D. Nickson, S. Siddons, *La gestione dei progetti: guida operativa al project management*, Milano, F. Angeli, 2003.

(\*) Ingegnere, Dottore di Ricerca in Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 6.7.2 **Invaso di Tarsia: caratterizzazione e modellazione del bacino idrografico**

### ***The Tarsia reservoir: characterisation and modelling of the hydrographical basin***

di *Alessandro Richichi* (\*)

#### **ABSTRACT**

*Il lavoro presenta la perimetrazione, caratterizzazione e modellazione idrologica del bacino di Tarsia (CS). Lo studio rientra tra le analisi propedeutiche al progetto di gestione dell'invaso, dove particolare attenzione è stata posta alle indagini volte a caratterizzare la volumetria dell'invaso, il bilancio sedimentologico e le caratteristiche del materiale sedimentato, la qualità delle acque, le caratteristiche ambientali dell'area, la stabilità dei versanti ed il funzionamento degli scarichi. In particolare, vengono determinati l'idrogramma di piena nonché la portata al colmo nel caso in cui il bacino venga sollecitato da un singolo evento. Inoltre, periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni sono stati considerati per la valutazione degli eventi di piena.*

*This paper presents the perimeter delimitation, characterisation and hydrological modelling of the Tarsia reservoir (Cosenza). This study is part of a preliminary analysis made in connection with the reservoir management project, in which special attention is given to surveys aimed at determining the reservoir's volume, sediment balance and the characteristics of sedimented materials, water quality, the area's environmental features, the stability of the banksides and discharge operation processes. In particular, the flood hydrograph is defined as well as the peak outflow should the reservoir be involved in a sole event. Furthermore, recurrence intervals of 50, 200 and 500 years have been considered in evaluating overflow events.*

L'invaso di Tarsia è stato realizzato nel 1959 per creare un bacino idrico al servizio delle aree della Piana di Sibari (CS).

Recentemente è stato elaborato un progetto finalizzato alla sua gestione. Scopo del presente lavoro è lo studio idrologico per il calcolo della portata al colmo nella sezione di chiusura in corrispondenza delle traverse, necessario per effettuare una successiva analisi idraulica del corso d'acqua in funzione di diversi periodi di ritorno <sup>(1)</sup>.

Di particolare interesse, è la valutazione della funzionalità degli scarichi, con riferimento a:

- dimensioni e stato di manutenzione degli organi mobili di regolazione;
- scala di deflusso in condizioni di esercizio per diversi gradi di apertura degli organi mobili di regolazione;
- porzione di materiale solido evacuabile per fluitazione attraverso gli scarichi.

Lo sbarramento sul fiume Crati alla Stretta di Tarsia è costituito da una traversa fluviale di tipo mobile a soglia bassa comprendente:

- cinque luci principali chiuse da paratoie a settore;
- una luce di sghiaimento a battente;
- una presa di derivazione dove viene prelevata acqua per uso irriguo.

Di seguito sono riportati i dati generali dell'invaso, relativi al progetto approvato <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Il quadro conoscitivo e lo studio idrologico del bacino è comune a quello riportato al successivo paragrafo 6.7.3 "Invaso di Tarsia: studio e modello idrologico".

<sup>(2)</sup> P. Oliveti, *Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione, traversa di Tarsia – Comune di Tarsia (CS)*, 1998, (n. arch. S.N.D. 751 – SP).

#### **Dati principali della diga desunti dal progetto approvato**

• Altezza della diga (art. 1, comma 4, del d.l. 584/1994)	16.10 m
• Altezza della diga (d.m. 24/03/1982)	21.10 m
• Altezza di massima ritenuta	9.85 m
• Sviluppo del coronamento	114.50 m
• Quota di coronamento	62.10 m s.l.m.

#### Dati principali del serbatoio desunti dal progetto approvato

• Quota di massimo invaso	57.85 m s.l.m.
• Quota massima di regolazione	57.85 m s.l.m.
• Quota massima autorizzata (nota n. 14724 dell'11/7/1966 dell'ufficio del Genio Civile di Cosenza)	54.00 m s.l.m.
• Quota massima di regolazione estiva	57.85 m s.l.m.
• Quota massima di regolazione invernale	49.00 m s.l.m.
• Quota minima di regolazione	49.00 m s.l.m.
• Superficie dello specchio liquido:	
– alla quota di massimo invaso	3.57 Km <sup>2</sup>
– alla quota di massima regolazione	3.57 Km <sup>2</sup>
– alla quota di minima regolazione	0.00 Km <sup>2</sup>
• Volume totale di invaso	16 milioni m <sup>3</sup>
• Volume utile di regolazione	16 milioni m <sup>3</sup>
• Volume di laminazione	0.00 m <sup>3</sup>
• Volume di invaso, art. 1, comma 4, del d.l. 507/1994	16 milioni m <sup>3</sup>
• Portata di massima piena	3000 m <sup>3</sup> /s
• Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	1304 km <sup>2</sup>

#### Dati principali delle opere di scarico

- Scarico di superficie: è costituito da cinque luci principali con soglia a quota 49.00 m, chiuse da paratoie a settore di metri 17 per 8.85 di altezza di ritenuta normale.
- Sghiaiatore-scarico di fondo: è costituito da una luce di sghiaimento a battente di metri 12 per 2.50 all'estremità destra dello sbarramento chiusa da una paratoia a settore, con uno schermo in calcestruzzo e sovrastante paratoia a ventola di metri 10.50 per 1.75 di altezza con soglia a quota 57 per la regolazione dei livelli.
- Derivazione: è costituita da una galleria a forma trapezia, della lunghezza di 350 metri, con soglia a quota 47.90 metri s.l.m. e larghezza di ciglio di 5.00 metri.

La caratterizzazione morfometrica del bacino sotteso dall'invaso di Tarsia è stata condotta utilizzando il software MapWindow (GIS, MapWindow Open Source) <sup>(3)</sup> e la cartografia del bacino idrografico del fiume Crati fornita dalla società RUWA s.r.l.

La perimetrazione del bacino e dei relativi sottobacini è stata condotta mediante procedura Automatic del plug-in Watershead Delineation.

Dallo shapefile relativo allo spartiacque ottenuto si sono ricavati l'area e il perimetro del bacino pari, rispettivamente, 1.333 km<sup>2</sup> e 186,5 km. Il bacino presenta una forma leggermente allungata, caratterizzata dall'indice di Gravelius  $F_g$  pari a 1.44. Considerando la classificazione di Horton <sup>(4)</sup>, dall'analisi dello shapefile del reticolo idrografico si è potuto valutare l'ordine del bacino riferito alla sezione di chiusura in corrispondenza delle traverse di Tarsia. In particolare il bacino oggetto di studio ha ordine 7.

A partire dal modello digitale del terreno, con risoluzione spaziale a 20 m, è stata realizzata una caratterizzazione altimetrica del bacino le cui quote minima, massima e media sono risultate rispettivamente pari a  $H_{\min} = 49$  m,  $H_{\max} = 1.905$  m e  $H_{\text{med}} = 683$  m.

L'analisi delle quote del DTM del bacino ha inoltre consentito la ricostruzione delle classi altimetriche, utilizzate per ricavarne la curva ipsografica (Fig. 1). L'integrale ipsometrico stimato è pari a 0.34, il bacino si trova in uno stadio senile successivo, quindi ad una fase di erosione <sup>(5)</sup>.

Analizzando lo shapefile del reticolo idrografico si è potuta individuare l'asta principale del bacino di lunghezza pari a 65.30 km.

Infine, dai dati planimetrici e altimetrici ottenuti a partire dal DTM, utilizzando la formula di Giandotti <sup>(6)</sup> si è stimato il tempo di corrivazione  $T_c$  del bacino che è risultata pari a circa 12 ore.

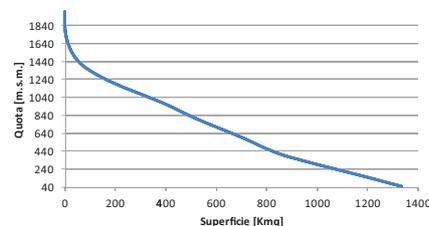


Figura 1. Curva ipsografica del bacino

<sup>(3)</sup> GIS, MapWindow Open Source. (s.d.). Tratto da [www.mapwindow.org](http://www.mapwindow.org). HEC – HMS – Hydrologic Engineering Center. Tratto da <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>.

<sup>(4)</sup> R. Horton, *Drainage basin characteristics*, *American Geophysical Union Trans.*, 14, 1932, 446-460.

A. Strahler, *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*, *Geological Society American Bulletin*, 63, 1952, 1117-1142.

<sup>(5)</sup> G. Rossetti, *Procedimento analitico per la rappresentazione della curva ipsometrica dei bacini idrografici*, *Idrotecnica*, 1, 1985, 5-12.

<sup>(6)</sup> M. Giandotti, *Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua*, "Memorie e studi idrografici", *Pubbl.* 2, vol. VIII. Servizio Idrografico Italiano, 1934.

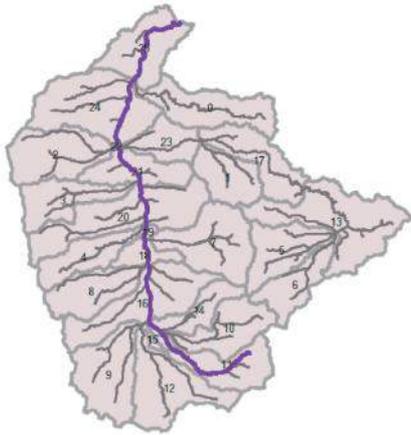


Figura 2. Divisione in sottobacini, reticolo idrografico e asta principale



Figura 3. HEC-HMS, predisposizione del modello fisico del bacino denominato "Bacino\_Tarsia".

(7) ABR, R. C.-A.-A., *Linee Guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione*, 2002.

(8) J. Landwehr, N. Matalas & J. Wallis, *Quantile estimation with more or less floodlike distributions*. *Water Resources Research*, 16 (3), 1980, 547-555.

F. Rossi & P. Versace, *Criteri e metodi per l'analisi statistica delle piene, "Valutazione delle Piene"*. CNR – Progetto Finalizzato "Conservazione del suolo", Pubbl. 165, 1982, pp. 63-130.

J. Stediger, *Estimating a regional flood frequency distribution*. *Water Resources Research*, 19 (5), 1983.

P. Versace, E. Ferrari, M. Fiorentino, S. Gabriele & F. Rossi, *La valutazione delle piene in Calabria*. CNR-GNDICI, LINEA 1, CNR-IRPI. Cosenza: Geodata, 1989.

L'obiettivo dello studio idrologico consiste nella stima della massima portata di piena di assegnato tempo di ritorno, che in Calabria si assume pari a 50, 200 e 500 anni (7). Per condurre la modellazione idrologica, il bacino è stato diviso in 26 tra sottobacini e interbacini (Fig. 2).

La suddivisione è stata ottenuta considerando gli apporti dei fiumi principali. Il comportamento del bacino idrografico è stato quindi modellato per mezzo del software HEC-HMS (HEC – HMS – Hydrologic Engineering Center).

Sono stati predisposti 3 distinti Basin Model:

- Bacino\_Tarsia, in cui non è stato modellato l'invaso ma solo il bacino avente sezione di chiusura in corrispondenza delle paratoie di Tarsia;
- Tarsia\_1, in cui è stata modellata la presenza dell'invaso, ipotizzando paratoie aperte e condizione iniziale di serbatoio pieno fino alla quota di massimo invasore;
- Tarsia\_2, in cui è stato modellato l'invaso, ipotizzando paratoie aperte e condizione iniziale di serbatoio vuoto, con portata in ingresso pari a quella in uscita.

La Figura 3, mostra la predisposizione del modello fisico del bacino tracciata in HEC-HMS.

Nel Basin Model Tarsia\_1 e Tarsia\_2 l'invaso è stato modellato attraverso il metodo *Outflow Structures*, che consente di definire la geometria degli sfioratori e degli scarichi di fondo. Unica differenza tra i due Basin Model sta nelle condizioni iniziali di simulazione, che nel Tarsia\_1 prevedono (al tempo  $t=0$ ) una quota di invasore pari a quella massima (57.85 m) e nel Tarsia\_2 considerano una portata uscente dall'invasore (per  $t=0$ ) pari al deflusso entrante. Inoltre, per specificare la relazione che permette di quantificare il volume invasore nel tempo, il diagramma quote-volumi riportato nel "foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione" della traversa di Tarsia è stato inserito come dato accoppiato (*Paired Data*).

Il regime pluviometrico è stato definito attraverso il metodo Frequency Storm. Sono stati inseriti i valori delle curve di possibilità pluviometrica (riportate nel paragrafo 6.7.3 "Invasore di Tarsia: studio e modello idrologico") ottenuti attraverso la procedura di regionalizzazione proposta dal V.A.P.I. Calabria, che fa riferimento ad una distribuzione di probabilità del tipo TCEV (8).

Il metodo implementato consente di passare automaticamente da un'informazione puntuale dell'evento pluviometrico a quella areale, ottenendo delle curve variabili e adattate per ogni sottobacino.

Tre diversi livelli di probabilità di superamento sono stati inseriti relativamente ai periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni e rispettivamente pari a 2%, 0.5% e 0.2%. La durata dell'evento di progetto, *Storm Duration*, è stata scelta pari a 24 ore. Con questo tempo di pioggia si ottengono delle portate al colmo con valori molto vicini a quelli ottenuti da studi precedenti.

Lo ietogramma di progetto implementato nel *frequency storm method* è l'*Alternating Block Method*. È stata quindi considerata una *Intensity Position* pari al 33%, che prevede la posizione del picco dello ietogramma pari a 0.33 volte il tempo di pioggia.

Una volta predisposto il modello di bacino (Basin Model), il modello meteorologico (Meteorologic Model) e le condizioni di controllo (Control Specifications), il modello idrologico è stato avviato alla simulazione. Nel caso in esame sono stati creati tre modelli di bacino, tre modelli meteorologici per i tre tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni e due condizioni di controllo. Sono quindi state definite le nove seguenti combinazioni di simulazione:

$T=50$  anni

1. simulazione del modello idrologico del solo bacino, denominata "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_50";
2. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invasore di Tarsia con quota invasata al tempo iniziale pari alla quota di massimo invasore (57.85 m), "sim\_Tarsia\_1\_T\_50";
3. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invasore con portata uscente iniziale pari al deflusso al tempo zero, "sim\_Tarsia\_2\_T\_50".

$T=200$  anni

4. simulazione del modello idrologico del solo bacino, denominata "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_200";
5. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invaso di Tarsia con quota invasata al tempo iniziale pari alla quota di massimo invaso (57.85 m), denominata "sim\_Tarsia\_1\_T\_200";
6. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invaso di Tarsia con portata uscente iniziale pari al deflusso al tempo zero, denominata "sim\_Tarsia\_2\_T\_200".

$T=500$  anni

7. simulazione del modello idrologico del solo bacino, denominata "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_500";
8. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invaso di Tarsia con quota invasata al tempo iniziale pari alla quota di massimo invaso (57.85 m), denominata "sim\_Tarsia\_1\_T\_500";
9. simulazione del modello idrologico del bacino compreso di invaso di Tarsia con portata uscente iniziale pari al deflusso al tempo zero, denominata "sim\_Tarsia\_2\_T\_500".

In figura 4 è riportato l'idrogramma di piena del modello "bacino\_Tarsia" riferito ai tre periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Dai risultati ottenuti si è evinto che:

- le portate al colmo con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni nel modello del solo bacino ("bacino\_Tarsia") sono risultate, rispettivamente, pari a 1.746,2 m<sup>3</sup>/s, 2.604,1 m<sup>3</sup>/s e 3.194 m<sup>3</sup>/s (Fig. 4);
- nel modello Tarsia\_1 e Tarsia\_2, l'effetto della laminazione sulle portate al colmo è molto contenuto. Questo è dovuto all'ipotesi fatta sull'apertura delle paratoie, che non tendono a ridurre e a sfasare la piena;
- le portate massime defluite nel modello "sim\_Tarsia\_2" attraverso la luce di sghiaimento a battente per periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni valgono rispettivamente 260.5 m<sup>3</sup>/s, 290 m<sup>3</sup>/s e 306 m<sup>3</sup>/s. Inoltre, la portata massima uscente attraverso le luci delle traverse vale 280.2 m<sup>3</sup>/s, 437 m<sup>3</sup>/s e 545 m<sup>3</sup>/s. Infine, non vi è deflusso dalla luce di sghiaimento per periodi di ritorno di 50 e 200 anni; mentre vi è una portata sfiorata relativamente piccola, con un picco di 2.9 m<sup>3</sup>/s, per T uguale a 500 anni.

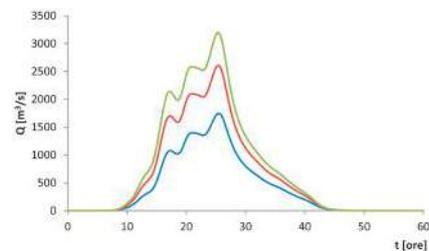


Figura 4. In blu, l'idrogramma di piena relativo alla simulazione "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_50"; in rosso, l'idrogramma di piena relativo alla "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_200"; in verde, quello relativo alla "sim\_bacino\_Tarsia\_T\_500"

(\*) Ingegnere, Dottore di Ricerca in Costruzioni idrauliche e marittime e Idrologia, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### 6.7.3 *Invaso di Tarsia: studio e modello idrologico* *The Tarsia reservoir: hydrological study and model*

di *Giandomenico Foti* (\*)

#### ABSTRACT

*Lo studio idrologico del bacino sotteso dalla traversa di Tarsia è finalizzato al calcolo della portata al colmo del bacino per assegnato tempo di ritorno. Si basa sui risultati delle fasi di perimetrazione e caratterizzazione del bacino idrografico e dei relativi sottobacini descritti nel par. 6.7.2. È stato condotto mediante il software HEC-HMS versione 4.0 ed è propedeutico ad una successiva fase di analisi idraulica del corso d'acqua e del funzionamento degli organi di scarico della traversa.*

*The hydrological study of the reservoir underlying the Tarsia weir is aimed to calculate the reservoir's peak overflow at a given recurrence interval and is based on the results of the definition of the perimeter and characterisation of the catchment area and its sub-catchments described under § 6.7.2. It has been carried out using HEC-HMS 4.0 software and is preparatory to a subsequent phase involving a hydraulic analysis of the watercourse and of the way in which the weir's discharge elements operate.*

L'invaso di Tarsia è stato realizzato nel 1959 per creare un bacino idrico al servizio delle aree della Piana di Sibari, realizzando una traversa fluviale sul fiume Crati in corrispondenza delle Strette di Tarsia.

La traversa è di tipo mobile a soglia bassa e comprende:

- cinque luci principali chiuse da paratoie a settore;
- una luce di sghiaimento a battente, all'estremità destra dello sbarramento, chiusa da una paratoia a settore, con uno schermo in calcestruzzo e sovrastante paratoia a ventola per la regolazione dei livelli;
- una presa di derivazione costituita da una galleria a forma trapezia della lunghezza di 350 m, dove viene prelevata acqua per uso irriguo.

Di recente è stato elaborato un progetto di gestione, articolato in fasi <sup>(1)</sup>:

- valutazione della volumetria attuale dell'invaso;
- caratterizzazione chimico-fisica del materiale sedimentato e degli inquinanti;
- analisi della qualità delle acque presenti all'interno dell'invaso e nel fiume Crati (sia a monte che a valle dell'invaso);
- valutazione del trasporto solido nell'invaso (sia dei materiali di fondo che di quelli sospesi) in condizioni di sbarramento chiuso e aperto, ed a diverse scale (anno medio, anno umido, anno secco, eventi di piena estremi);
- valutazione delle caratteristiche ambientali dell'invaso e del fiume Crati, nel tratto a valle dell'invaso stesso;
- valutazione della stabilità dei versanti;
- valutazione della funzionalità degli scarichi.

Si tratta di un progetto di gestione sostenibile dell'invaso, appartenente all'oasi naturalistica Riserva naturale Tarsia, istituita nel 2000, che permetterà di utilizzare la risorsa idrica durante l'intero anno solare, senza alterare la naturalità dei luoghi e senza creare scompensi alle numerose specie animali presenti.

La ricostruzione del quadro conoscitivo è stata articolata nelle seguenti fasi:

- reperimento dati idrometeorologici (fonte: sito del Centro Funzionale Multirischi dell'ARPACAL): portate; piogge; eventi alluvionali;
- reperimento dati sull'invaso: progetto originario; foglio delle condizioni per l'esercizio e la manutenzione; curve altezze-volumi <sup>(2)</sup>.

Con riferimento ai dati idrometeorologici, nel bacino in esame sono presenti 12 stazioni idrometriche, 8 delle quali attualmente attive, ma in nessuna di esse è presente un campione di dati statisticamente significativo <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> *Progetto di gestione Invaso di Tarsia – Indagini propedeutiche – Disciplinary Tecnico*. (s.d.), 2014.

<sup>(2)</sup> P. Oliveti, *Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione, traversa di Tarsia – Comune di Tarsia (CS)*, 1998, (n. arch. S.N.D. 751 – SP).

<sup>(3)</sup> A breve distanza dalla traversa (circa 4 km a valle) è ubicata la stazione idrometrica 986 di Conca sul Crati, caratterizzata da una serie storica statisticamente rilevante (44 anni di registrazioni) ma datata (l'ultimo anno di registrazione è il 1971).

Tabella 1. Serie storiche di dati idrometrici nel bacino idrografico di Tarsia

Cod.	Denominazione	Medie giornaliere			Medie mensili			Massimi annuali		
		Inizio	Fine	Anni	Inizio	Fine	Anni	Inizio	Fine	Anni
986	Conca – Crati	1926	1971	44	1926	1971	44	1927	1966	31
988	Cecita – Mucone	1934	1946	11	1934	1946	11	1936	1943	8
989	Luzzi – Mucone	1960	1965	6	1960	1965	6	nd	nd	0
991	Vizza – Iassa	nd	nd	0	nd	nd	0	1979	1984	4
992	Fontanelle – Busento	1962	1963	2	1962	1963	2	nd	nd	0
1025	Castiglione Scalo – Crati	2006	2008	3	2007	2008	2	nd	nd	0

Sono altresì presenti 21 stazioni pluviometriche, solo 10 delle quali attive <sup>(4)</sup>.

Tabella 2. Serie storiche di dati pluviometrici nel bacino idrografico di Tarsia

Codice	Denominazione	Piogge giornaliere			Piogge di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore		
		Inizio	Fine	Anni	Inizio	Fine	Anni
980	Piane Crati	1951	2001	51	nd	nd	nd
984	Serra Pedace	1916	1956	36	nd	nd	nd
990	Trenta	1925	2001	75	nd	nd	nd
1000	Domanico	1916	2014	97	1939	2012	60
1010	Cosenza	1916	2014	99	1923	2012	66
1020	Cerisano	nd	nd	nd	2003	2004	2
1030	San Pietro in Guarano	1922	2014	93	1988	2012	23
1040	Rende	nd	nd	nd	1965	1986	13
1050	Rose	nd	nd	nd	1990	1997	6
1060	Montalto Uffugo	1921	2014	86	1928	2012	61
1070	Laghitello	1939	2001	57	nd	nd	nd
1080	San Martino di Finita	1920	2001	79	nd	nd	nd
1090	Camigliatello Silano	1922	1973	52	nd	nd	nd
1092	Camigliatello – Monte Curcio	1989	2014	26	1990	2004	14
1100	Cecita	1923	2014	92	1924	2004	55
1110	Pinutello	1916	2001	85	nd	nd	nd
1120	Acri	1921	2014	94	1926	2012	59
1130	Torano Scalo	1916	2014	96	1934	2012	60
1135	Fitterizzi	1990	2014	16	2001	2012	12
1140	Tarsia	1922	2014	84	1991	2004	14
1270	Mongrassano	1922	1973	6	1967	1972	5

<sup>(4)</sup> Per 18 di esse sono disponibili serie storiche delle piogge giornaliere (14 delle quali caratterizzate da oltre 50 anni di registrazioni), mentre per 14 stazioni sono disponibili serie storiche dei massimi annuali di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore (6 delle quali caratterizzate da oltre 50 anni di registrazioni).

<sup>(5)</sup> A.S.I.Cal., Aree storicamente inondate in Calabria) predisposta dal Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica (C.A.M.I.Lab.) del Dipartimento di Difesa del Suolo "Vincenzo Marone" dell'Università della Calabria.

<sup>(6)</sup> ABR, R. C.-A.-A., *Linee Guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione*, 2002.

La ricostruzione del quadro conoscitivo degli eventi alluvionali è stata condotta consultando la porzione di libero accesso della banca dati degli eventi alluvionali calabresi dal 1100 ad oggi <sup>(5)</sup>. La ricostruzione è stata incentrata sugli eventi che hanno interessato il comune di Tarsia, in funzione del livello di pericolo e degli effetti prodotti.

Lo studio idrologico consente di stimare le massime portate di piena di assegnato tempo di ritorno, che in Calabria si assumono pari a 50, 200 e 500 anni <sup>(6)</sup>. Per stimare la massima portata di piena è necessario determinare, preliminarmente, le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno.

Tabella 3. Eventi alluvionali che hanno interessato il comune di Tarsia

Data	Località	Livello di pericolo
Novembre 1827		3
Aprile 1852	Stretta di Tarsia	3
4/3/1901		3
19/1/1905		3
Marzo 1931	Centro abitato	2
9/3/1951	Curti	2
Marzo 1951	Curti	3
9/11/1953	Centro abitato	2
1/10/1971	Ferramonti	3
20/11/1976	Ferramonti	2
3/11/2004	Valle Sacchini, Incrocio Cimino, SP Scavolino, Matrangolo e Mazzolino, Quercia Rotonda, Vallone San Giovanni, Via Cassiani, Via Olivella, Via Cona	2

Allo scopo è stata utilizzata la legge di distribuzione probabilistica a doppia componente ed a quattro parametri TCEV (*Two Component Extreme Value*) (<sup>7</sup>), mentre l'analisi statistica delle piogge di breve durata (1-24 ore) registrate dalle stazioni pluviometriche presenti nel bacino idrografico in esame sarà oggetto delle successive fasi di analisi.

La distribuzione TCEV interpreta efficacemente le serie idrologiche caratterizzate da valori eccezionali rispetto alla media delle osservazioni (che sono, generalmente, i principali responsabili dei danni) e si riconduce al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel: la prima, denominata componente base, assume valori poco elevati ma frequenti, mentre la seconda, denominata componente straordinaria, è associata ad eventi più rari ma, mediamente, più rilevanti. I quattro parametri del modello rappresentano il numero medio annuo di eventi superiori ad una fissata soglia ed il valore medio di tali eventi, per ciascuna componente. La stima dei quattro parametri può essere condotta con il metodo della massima verosimiglianza e varia con la dimensione campionaria della serie storica disponibile (<sup>8</sup>). Inoltre, la stima può essere effettuata sia a partire da una singola serie di dati che utilizzando una procedura di regionalizzazione, che permette di estendere la lunghezza delle serie storiche e di ridurre gli errori dovuti a difetti di campionatura (<sup>9</sup>).

La distribuzione TCEV si basa su una procedura di tipo gerarchico che prevede l'identificazione di zone e sottozone omogenee, in ciascuna delle quali si possono ritenere costanti alcuni parametri (<sup>10</sup>): lo studio sui bacini calabresi è stato condotto dal CNR-IRPI di Cosenza (<sup>11</sup>), che ha suddiviso la Calabria in tre sottozone e tredici aree pluviometricamente omogenee.

A causa della scarsità di dati idrometrici disponibili nel bacino in esame, che ne renderebbero fuorviante l'analisi statistica, la massima portata di piena è stata stimata mediante il software HEC-HMS versione 4.0, che permette di modellare il comportamento di un bacino idrografico interessato da un evento pluviometrico di caratteristiche note per stimare la risposta del bacino stesso. Come descritto nel paragrafo 6.7.2, il bacino idrografico in esame è stato suddiviso in 26 sottobacini al fine di garantire le caratteristiche di stazionarietà, linearità ed omogeneità richieste dai metodi idrologici implementati nel software. Il sottobacino 22 è stato tenuto in conto esclusivamente nella predisposizione del modello idrologico ma non è riportato in tabella a causa delle dimensioni trascurabili (area di 0.02 km<sup>2</sup>).

La Tabella 4 mostra i valori dei coefficienti di crescita, ottenuti al secondo livello di regionalizzazione, e dei parametri *a* ed *n* delle curve di possibilità pluviometrica, ottenuti al terzo livello di regionalizzazione, mentre la Tabella 5 mostra la curva di possibilità pluviometrica del sottobacino 6.

(<sup>7</sup>) F. Rossi, M. Fiorentino & P. Versace, *Two Component Extreme Value distribution for flood frequency analysis*. *Water Resources Research*, 20 (7), 1984, 847-856. SCS, *Hydrology*, Section 4. In SCS, National Engineering Handbook.

(<sup>8</sup>) M. Fiorentino & Gabriele S., *Distribuzione TCEV: metodi di stima dei parametri e proprietà statistiche degli stimatori*, *Geodata*, 25, 1985.

S. Landwehr, N. Matalas & J. Wallis, *Quantile estimation with more or less floodlike distributions*. *Water Resources Research*, 16 (3), 1980, 547-555.

(<sup>9</sup>) M. Fiorentino, S. Gabriele, F. Rossi & P. Versace, *Hierarchical approach for regional flood frequency analysis*, *Regional Flood Frequency Analysis*, 1987, 35-49. F. Rossi & P. Villani, *Regional flood estimation methods, Coping with Floods*, 1992, 135-169.

(<sup>10</sup>) M. Beran, J. Hosking, & N. Arnell, *Comment on "Two component extreme value distribution for flood frequency analysis"*, *Water Resources Research*, 22 (2), 263-266, 1986.

(<sup>11</sup>) P. Versace, E. Ferrari, M. Fiorentino, S. Gabriele & F. Rossi, *La valutazione delle piene in Calabria*. CNR-GNDCI, LINEA 1, CNR-IRPI. Cosenza: Geodata, 1989.

Tabella 4. Coefficienti di crescita e parametri delle CPP di ciascun sottobacino

Sottobacino	a	n	$K_T$ (T = 50 anni)	$K_T$ (T = 200 anni)	$K_T$ (T = 500 anni)
0	23.75	0.270	2.19	2.87	3.32
1	23.75	0.325	2.19	2.87	3.32
2	25.19	0.312	2.06	2.66	3.06
3	26.45	0.286	2.02	2.59	2.97
4	26.51	0.274	2.02	2.59	2.97
5	23.75	0.370	2.19	2.87	3.32
6	23.75	0.396	2.19	2.87	3.32
7	23.75	0.321	2.15	2.80	3.23
8	26.61	0.285	2.02	2.59	2.97
9	26.61	0.327	2.02	2.59	2.97
10	23.75	0.344	2.09	2.71	3.12
11	23.75	0.329	2.05	2.65	3.05
12	25.46	0.306	2.02	2.59	2.97
13	23.75	0.374	2.19	2.87	3.32
14	23.96	0.296	2.05	2.65	3.05
15	26.61	0.269	2.02	2.59	2.97
16	25.18	0.269	2.02	2.60	2.98
17	23.75	0.311	2.19	2.87	3.32
18	24.87	0.229	2.02	2.59	2.97
19	23.75	0.206	2.02	2.59	2.97
20	25.12	0.264	2.05	2.64	3.03
21	24.31	0.226	2.29	3.02	3.50
23	23.75	0.229	2.17	2.83	3.27
24	22.69	0.255	2.16	2.82	3.26
25	22.00	0.256	2.19	2.87	3.32

Tabella 5. Curva di possibilità pluviometrica del sottobacino 6

Sottobacino 6			
t [ore]	h (T = 50 anni)	h (T = 200 anni)	h (T = 500 anni)
1	52.08	68.15	78.77
2	68.53	89.67	103.65
3	80.47	105.29	121.70
6	105.89	138.55	160.15
12	139.33	182.32	210.73
24	183.35	239.91	277.30

Sono stati predisposti 3 distinti modelli di bacino (Basin Model) <sup>(12)</sup>. A ciascun Basin Model sono stati associati tre differenti Meteorologic Model (corrispondenti ai tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni) <sup>(13)</sup>. I principali risultati ottenuti sono riportati in Tabella 6. Si osserva che si ottengono delle portate di piena in linea con studi precedenti e l'effetto della laminazione è molto contenuto: tale risultato è correlabile all'ipotesi fatta sull'apertura delle paratoie. Inoltre la portata sfiorata dalla luce di sghiaio è nulla per tempi di ritorno di 50 e 200 anni, mentre è di piccola entità per tempi di ritorno di 500 anni.

Tabella 6. Portate al colmo e defluenti dagli scarichi di fondo e di superficie

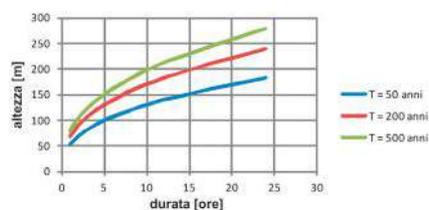
T [anni]	$Q_c$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{fondo\ sghiaiatore}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{luce\ traversa}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{luce\ sghiaiatore}$ [m <sup>3</sup> /s]
50	1746.2	260.5	280.2	0
200	2604.1	290	437	0
500	3194	306	545	2.9



Sottozone pluviometricamente omogenee



Aree pluviometricamente omogenee



<sup>(12)</sup> Uno nell'ipotesi di assenza dell'invaso e gli altri due con presenza dell'invaso ma soggetto a diverse condizioni iniziali. Il processo di formazione dell'onda di piena è stato modellato mediante il SCS Unit Hydrograph, utilizzando il SCS Curve Number come metodo di calcolo della pioggia netta e trascurando il deflusso di base.

<sup>(13)</sup> Ciò ha permesso di modellare l'evento pluviometrico mediante il Frequency Storm, utilizzando l'Alternating Block Method come metodo di trasformazione afflussi-deflussi.

(\*) Architetto, Professore Associato di Progettazione Architettonica, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

## **6.8 Il Laboratorio Cognitivo. Per la ricerca su una forma sostenibile The Cognitive Laboratory. For research on a sustainable form**

di Marco Mannino (\*)

### *ABSTRACT*

*Continuare a parlare di sostenibilità, oltre che ribadire la necessità dettata da una ormai diffusa sensibilità verso gli aspetti energetici delle nuove costruzioni, comporta l'impegno ad approfondire il senso di una proposta di architettura. La costituzione di un Laboratorio Cognitivo può essere vista come l'occasione per manifestare questo impegno.*

*Lo studio su una forma sostenibile è affrontato sia alla scala della città e del suo territorio, attraverso la ricerca di nuove modalità per l'abitare, sia alla scala dell'edificio, attraverso la ricerca di nuove forme espressive per l'edificio del futuro.*

*Talking about sustainability, in addition to underscoring the need for it dictated by a widespread awareness of the importance of energy-related features in new buildings, must also entail a commitment to scrutinize possible architectural solutions. The establishment of a Cognitive Laboratory can be viewed as an opportunity to show such an intent.*

*The study of a new sustainable form involves considering two different levels: cities and their territory, through a search of new models of dwelling, and buildings, by searching for new forms of expressing the building of the future.*

Continuare a parlare di *sostenibilità*, oltre che ribadire la necessità dettata da una ormai diffusa sensibilità verso gli aspetti energetici delle nuove costruzioni, comporta l'impegno ad approfondire il senso di una proposta di architettura. La costituzione di un Laboratorio Cognitivo può essere vista come l'occasione per manifestare questo impegno.

I campi di applicazione saranno orientati verso settori privilegiati di ricerca che coinvolgono la scala territoriale e urbana, ma anche quella dell'edificio e della sua *costruzione*. Nella seconda metà del secolo passato, in Italia con le opere e i progetti di alcuni architetti, ma anche con le grandi realizzazioni infrastrutturali, dirette magistralmente da ingegneri, la dimensione territoriale diviene campo di riflessione teorica.

Anche nell'area dello Stretto di Messina (dove in quegli anni nasceva lo IUSA di Reggio Calabria) si è sviluppato un momento particolare di sintesi sul progetto d'architettura declinato su una dimensione territoriale e paesaggistica.

Penso a interpreti quali Ludovico Quaroni e Giuseppe Samonà, e alla diffusione del loro pensiero.

Penso a Saverio Muratori e all'applicazione del suo rigoroso metodo sperimentato da Renato e Sergio Bollati nella Scuola di Reggio.

Penso ancora a Franco Purini, che, forse più di altri nella Scuola di Reggio, ha espresso una sintesi tra quella nuova idea di città promossa da Samonà e Quaroni, e un concetto di misura erede di quel *pensiero tipologico* di matrice muratoriana.

Il Laboratorio Cognitivo rappresenta un'occasione, per questa Scuola, per dare continuità e riflettere sui rapporti tra città e natura, architettura della città e morfologia urbana, architettura della città e identità dei luoghi.

Osserviamo come la città, soprattutto in Italia, e nelle regioni meridionali in particolare, non si connota solo in ragione delle sue architetture, ma per essersi costruita in stretta relazione con la forma naturale dei luoghi. Il paesaggio naturale rappresenta sempre lo scenario necessario e imprescindibile per cogliere le ragioni della sua forma. La singolarità e l'identità dei luoghi si definiscono sempre attraverso una relazione complessa tra le forme fisiche della natura e le forme costruite dell'architettura, tra la conformazione dello spazio naturale e la morfologia delle strutture insediative.

Nella reciproca relazione tra questi due sistemi risiede la loro bellezza. Potremmo affermare che la loro sostenibilità risiede proprio nell'equilibrio di questo rapporto. Se analizziamo la topografia dei nostri territori, il valore topologico delle forme fisiche e le forme delle strutture insediative, ci accorgiamo del valore fondativo e della complessità di questo rapporto, comprendiamo come la forma di tutte le opere costruite assuma senso non solo in relazione agli spazi urbani ma anche in relazione al territorio in cui si collocano. Vivendo gli spazi delle nostre città comprendiamo pienamente il paesaggio a cui appartengono, poiché in essi si riverberano i suoi caratteri; un paesaggio che presuppone la visione di un panorama e, allo stesso tempo, di uno spazio delimitato dallo sguardo dell'uomo, di una parte di territorio sottratta alla totalità della natura: natura e architettura insieme.

Il rapporto tra le forme della natura e le forme insediative, il rapporto tra l'*internità* degli spazi compressi della città densa e l'*esternità* degli spazi liberi e dilatati della natura, il ruolo sintattico dei *vuoti* nella struttura della città, le relazioni che le parti stabiliscono tra loro attribuendo senso ai *vuoti*, il recupero del valore della misura e della finitezza delle parti per la loro riconoscibilità, le forme della *casa* e la loro definizione in relazione all'interpretazione del senso dello *stare*, sia nella dimensione compressa dello spazio urbano che in quella dilatata dello spazio naturale: sono questi i temi principali che il Laboratorio Cognitivo vuole affrontare, sono questi i valori sostenibili per ritornare a pensare alla città e al suo territorio. Gli obiettivi e le trasformazioni energetiche possono, in quest'ottica, diventare l'occasione per favorire la formazione di nuove pratiche dell'abitare. Questo pensiero ha implicazioni fin nei risvolti più profondi dell'architettura, introducendo alle diverse scale del progetto un gran numero di sollecitazioni. Credo che ci sia la necessità di revisionare i metodi tradizionali di definizione del rapporto tra architettura e urbanistica, non più esito di una processualità orizzontale ma di una circolarità che coinvolga architettura e paesaggio, città e territorio.

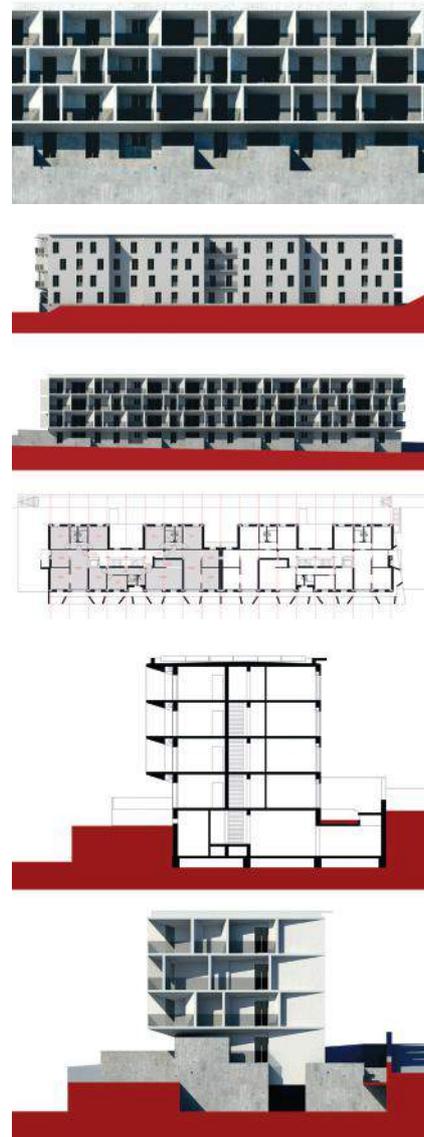
All'ideologia per la quale tutto è riconducibile all'uso di tecnologie *efficienti* si dovrebbe contrapporre l'ostinata resistenza di chi riflette sul valore della costruzione (della corrispondenza tra sistema costruttivo e carattere dell'edificio): alla tanto declamata sostenibilità di un edificio si associano nuove tecnologie, che assumono troppo spesso un valore riconducibile a una morale eteronoma, basata sull'accettazione passiva di *slogan* di facile consumo.

Adottare un punto di vista che riconosce alla costruzione un valore espressivo significa introiettare le nuove istanze sensibili al rispetto ambientale e al risparmio energetico, e declinarle nella ricerca di nuove forme architettoniche. In sostanza questa ricerca introduce a due importanti questioni: la questione del rapporto tra forma tecnica e forma architettonica, e quella del rapporto tra carattere della costruzione e carattere dell'edificio.

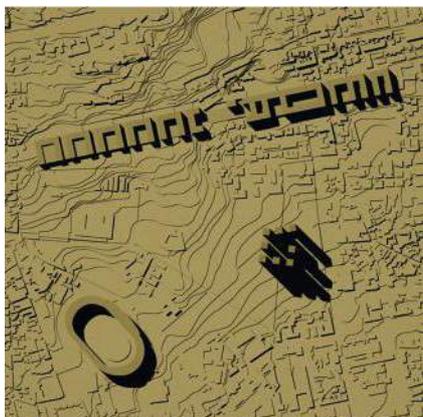
Esistono forme tecniche *adeguate* o altre *inadeguate* allo sviluppo della forma di un'architettura *sostenibile*? Esiste il carattere di un'architettura cosiddetta *green*? Pongo questi quesiti perché penso che esista nella contemporaneità una straordinaria condizione permessa dalla tecnica: la disponibilità di molteplici sistemi costruttivi, di materiali a basso impatto ambientale, la dotazione di nuovi impianti e di dispositivi per il controllo climatico, l'uso di fonti rinnovabili (solare, eolico, geotermico). Questa condizione, che apre a scenari di ricerca sperimentale verso quello che possiamo definire l'*edificio del futuro*, spesso però conduce al feticismo dell'*high-tech* nella sua accezione ecologista oggi molto in voga.

Troppo spesso alla cosiddetta architettura *sostenibile* viene associata l'immagine di una *costruzione verde* (non è un caso che il termine *green building* sia riconducibile al campo di tutta l'architettura *ecocompatibile*); il rischio evidente di questa assonanza è che si tratti più di una grande operazione di *marketing* piuttosto che di uno stato di avanzamento della ricerca che provi a definire una rinnovata forma architettonica.

Una assonanza che tende alla identificazione tra materia e natura, a *naturalizzare* l'architettura piuttosto che a interpretarne le forme proprie.



Progetto per un fabbricato in via Pietà nel Comune di Pizzo Calabro – ATERP Vibo Valentia, 2013: Marco Mannino con Salvatore Monteleone, Salvatore Siracusano



Progetto per l'area di Milo a Catania, 2010  
 – Marco Mannino, Carlo Moccia, Uwe Schröder con Alessandro Tognon

La questione del rapporto tra forma tecnica e forma architettonica credo sia da richiamare proprio in virtù di questa confusione tra l'*oggetto* e il *soggetto*. Tra architettura e costruzione esiste una relazione di simultaneità, e non di consequenzialità, che implica una relazione di analogia tra esse. Se il tema è il rispetto dell'ambiente e della natura questo non significa che l'edificio ne assuma le sembianze. L'architettura rimane sempre quell'arte della costruzione in cui la forma architettonica si fonda sulla rappresentazione della ragione costruttiva degli elementi che la compongono.

Possiamo dunque intendere l'architettura come la rappresentazione dell'atto costruttivo, come *metafora della costruzione*: il nostro compito come architetti è di soddisfare i nuovi requisiti richiesti, di riuscire a interpretare i temi legati alla domanda di sostenibilità, in tal senso fornire un contributo in termini di espressività delle forme, senza però mai tradire il carattere autentico di questo principio.

Una indicazione importante, che trova concorde gran parte degli studiosi su questi temi, deriva dal fatto che i fattori che concorrono in maniera determinante alla realizzazione di un manufatto ad alta prestazione energetica sono collocati a monte rispetto alle scelte *tecniche* (impiantistiche, sull'uso delle fonti rinnovabili): richiedono opportune valutazioni dei dati di un determinato luogo, l'ottimizzazione delle scelte insediative in relazione all'orientamento (una disposizione adeguata), strategie idonee per la scelta del sistema costruttivo (proporzioni, misure, ritmi giusti), forme adeguate dell'*involucro* architettonico (aggetti, logge, protezioni, schermature, illuminazione naturale, ventilazione). La capacità di *invenzione* (dal latino *invenire*, cioè scovare, ritrovare) si muove in questa direzione, coinvolge chi cerca, in modo prioritario, le adeguate soluzioni progettuali per ridurre la *necessità di energia*. Il problema da risolvere – ma è sempre stato così nella storia dell'architettura – è trovare la forma propria degli elementi di nuove costruzioni *sostenibili*, con la consapevolezza che mai il carattere dell'edificio possa essere riducibile a un mero fatto tecnico.

È necessario che la forma dell'*edificio del futuro* sia espressiva del *senso* dell'edificio e delle sue parti, anche in ragione di una ritrovata sensibilità verso gli aspetti energetici e ambientali.

Gli scritti che seguono sviluppano i temi qui accennati.

In particolare, la tesi sviluppata dall'architetto Alessandro De Luca analizza le problematiche che ruotano attorno alla tematica della sostenibilità e di come questa continui ad influenzare il modo di approcciarsi al progetto architettonico. Dalle riflessioni iniziali sul progetto della città e sui fondi europei, la tesi si focalizza sullo sviluppo del programma *Horizon 2020*.

La *prova finale* elaborata da Fabrizio Ciappina, Francesco Messina e Gaetano Scarcella è stata invece articolata in quattro parti distinte.

La prima si propone di effettuare una iniziale ricognizione degli orizzonti di ricerca presenti nell'attuale dibattito architettonico ed è interessata a evidenziare quelle questioni, presenti nell'attuale dibattito disciplinare, che possono delineare possibili aree di operatività per il BFL.

La seconda e la terza parte, sulla scorta dei cambiamenti in atto all'interno della società occidentale, prova a definire due possibili ambiti per le competenze del Laboratorio Cognitivo. Uno evidenzia come settore privilegiato la *ricerca di base* secondo un approccio interessato ad esplorare sperimentalmente gli effetti dei nuovi paradigmi sulla nozione tradizionale di progetto, alle diverse scale di intervento. L'altro mette in evidenza gli aspetti più vicini alla *ricerca applicata*, utilizzando come pretesto la definizione di un caso studio relativo al progetto di un piccolo quartiere residenziale costituito da case basse ad alta densità localizzate all'interno di un lotto nella città di Messina. Nella quarta parte viene evidenziato il modo in cui il Laboratorio Cognitivo può trovare forme di interazione con le altre Sezioni, al fine di trovare campi di esplorazione per il BFL sia sul piano della ricerca di base che sul piano della ricerca sperimentale.

## 6.8.1 **Paesaggio e territorio** *Landscape and territory*

di *Fabrizio Ciappina* (\*)

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

### **ABSTRACT**

*Il testo indaga le recenti modalità e le attuali tematiche che, a livello paesaggistico ed ambientale, caratterizzano il progetto di architettura e di come queste possano incidere nella ridefinizione formale di questioni legate all'ambito energetico e alla sostenibilità ambientale. Oggi all'interno del dibattito contemporaneo, sia in Italia che in molti Paesi stranieri, per quanto riguarda la scala paesaggistico-territoriale, è possibile tener conto almeno di quattro aspetti, come l'urbanisme Landscape, il progetto delle infrastrutture, le infrastrutture verdi e i paesaggi dell'energia, che in ambito progettuale hanno determinato un radicale ripensamento di alcune tematiche tradizionali, e delle modalità evolute di come la loro traduzione formale possa incidere sulla trasformazione del territorio e sull'immagine del paesaggio stesso.*

*This paper investigates recently developed methods and current themes that are characterising architectural projects in relation to both the environment and the landscape, as well as the ways in which they can affect a formal re-definition of issues relating to energy and environmental sustainability.*

*As regards the contemporary debate in Italy and in many other countries concerning the landscape-territory level, it is currently possible to consider at least four aspects, i.e. urban landscapes, infrastructure design, green infrastructures and energy landscapes that, in design, have brought about a radical rethinking of some traditional issues and of the methods that have evolved by which their formal translation can affect transformation of the territory and the image of the landscape itself.*

L'apporto che il Laboratorio Cognitivo, sul piano della ricerca sperimentale, si propone di offrire all'interno del BFL concerne in una rilettura interpretativa delle principali tematiche che, a tutte le scale, caratterizzano la sfera della progettazione architettonica e le ripercussioni che esse hanno, a livello formale, nella definizione delle questioni energetiche e ambientali.

All'interno di questo assunto la dimensione paesaggistico-territoriale acquisisce un peso specifico importante che viene sviscerato attraverso la rilettura di alcune questioni critiche interne alla disciplina.

Già negli anni '70 del secolo scorso, con le teorie dei geografi francesi e in Italia con le opere e i progetti di architetti come Vittorio Gregotti ma anche con le grandi realizzazioni infrastrutturali, la dimensione territoriale diviene frequente campo di esplorazione tecnica e formale, e nel nostro Paese l'occasione concreta per un ampio ridisegno del paesaggio la cui immagine fino ad allora era ancora, in buona parte, riconducibile alle rappresentazioni dei viaggiatori del *grand tour*. La questione del ridisegno del paesaggio italiano era stata affrontata, e per certi versi anticipata, già nel 1966 dal numero monografico della rivista *Edilizia Moderna* diretta da Vittorio Gregotti, dedicato alla *forma del territorio*, i cui contenuti evidenziano la necessità di una trasformazione consapevole del territorio, una trasformazione che, a partire dalla lettura dei segni che lo compongono, sia capace di derivare dal concetto di natura quello di cultura.

Oggi all'interno del dibattito contemporaneo, sia in Italia che in molti Paesi stranieri, per quanto riguarda la scala paesaggistico-territoriale, bisogna tener conto almeno di quattro aspetti che, in ambito progettuale, hanno determinato un radicale ripensamento di alcune tematiche tradizionali e delle modalità evolute di come la loro traduzione formale possa incidere sulla trasformazione del territorio e sull'immagine del paesaggio stesso.

*Le immagini a corredo del testo fanno riferimento alla parte della ricerca applicata sviluppata nella prova finale del Master. Tale ricerca, realizzata in forma congiunta da Fabrizio Ciappina, Francesco Messina e Gaetano Scarcella, ha come tema la formalizzazione di un metaprogetto riguardante un eco-quartiere interno al tessuto consolidato della città di Messina*

Il primo di questi aspetti riguarda il concetto di *Landscape urbanisme* <sup>(1)</sup> legato al superamento della tradizionale dicotomia città/campagna che determina, sempre più decisamente, il fatto che il progetto di vasti territori avvenga secondo una prospettiva che ha il proprio centro nel paesaggio.

Termini come *urban landscape* o *landscape urbanisme* scaturiscono proprio dalla volontà di una sorta di superamento dei limiti della pianificazione tradizionale. La trasformazione di una parte del territorio o di un singolo elemento in esso presente incide sensibilmente nella definizione complessiva del paesaggio, che non possiede una configurazione statica ma evolutiva che dipende dalle esigenze, mutevoli nel tempo, di una comunità insediata.

Il termine *landscape urbanism* descrive un approccio in cui l'interazione tra sistema naturale e sistema costruito rappresenta la base per definire la forma del territorio.

All'interno di questo approccio si guarda con sempre maggiore interesse ai *processi in divenire* nel tentativo di tradurre le dinamiche di un contesto in dato progettuale, per questa ragione nella formazione di relazioni urbane si assiste al primato dei processi sulla predisposizione di forme spaziali e dal concetto di terra *firma*, stabile, non in cambiamento, si passa al concetto di terra *fluxus* <sup>(2)</sup>, puntando l'attenzione ai processi mutevoli che si avvicendano lungo e attraverso il territorio urbano.

Un aspetto assolutamente centrale di questo approccio progettuale è relativo all'*organizzazione delle superfici*, che vanno intese come infrastruttura urbana, da cui si ha che l'azione pianificatoria è una strategia finalizzata all'"irrigazione di potenziale nei territori" <sup>(3)</sup>.

Questo cambio di prospettiva conduce, sul piano del metodo operativo o di lavoro, ad un complessivo ripensamento delle tecniche concettuali, di rappresentazione e operative, della pianificazione tradizionale.

Gli interventi riconducibili a questo approccio fanno riferimento a opere di riprogettazione di ampie regioni fluviali, come nel caso del *Parc aux Angéliques*, ad opera di Michel Desvigne Paysagiste - MDP, presso Bordeaux (Gironde) i cui lavori verranno ultimati nel 2017, al recupero di aree adibite a cave o discariche, come nel caso del suggestivo progetto elaborato da Batlle i Rong Arquitectes, per la *Vall d'en Joan Landfill Site*, presso Garraf, Barcellona, 2003-10 o ad ampie zone periferiche e marginali che vedono la presenza rilevante delle infrastrutture, come nel caso di *Flowing Gardens*, realizzato nel 2011 su progetto di Plasma Studio, a Xi'an (China) o, ancora, a interventi finalizzati allo sviluppo di aree agricole e alla valorizzazione del nesso città/campagna, come nel caso del *Not a Cornfield*, realizzato tra il 2005 e il 2006 a Los Angeles su progetto di Lauren Bon and Metabolic Studio.

Il *progetto delle infrastrutture* è il secondo aspetto fondamentale individuato dalla ricerca. Esso non può essere affrontato come pura questione di carattere tecnico-trasportistica, implicando una complessa serie di problematiche legate tanto alla rigenerazione dei tessuti urbani quanto a più ampi processi di trasformazione territoriale.

Secondo Alberto Ferlenga, "*quando si determina un'esigenza di cambiamento, essa porta sempre con sé la necessità di una ricostruzione culturale. La cultura tecnica o progettuale che aveva presieduto all'epoca delle realizzazioni infrastrutturali nella fase crescente delle economie mondiali si è in parte dissolta, come il sapere dei grandi ingegneri italiani e, in ogni caso, non è più quella cultura ciò che oggi ci serve. Le ricerche sui materiali e sull'ambiente, alcune sperimentazioni progettuali, l'assumere evidenza di risvolti sociali dalle dimensioni imprevedibili come quelli che riguardano l'estendersi globale delle città informali, richiedono di verificare il mix di tecniche, politiche e saperi che presiede alla progettazione e alla considerazione di questi fatti e, come episodicamente risulta necessario, di rileggere la loro storia*" <sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Si tratta di una *scuola teorica* urbanistica, fra i cui esponenti ricordiamo: Charles Waldheim, James Corner, Chris Reed, Nina-Marie Lister, Alex Krieger, Dean Almy e Mohsen Mostafavi. A proposito si veda: P. Nicolini, *Urban Landscape*, Lotus n. 150/2012, pp. 76-78.

<sup>(2)</sup> J. Corner, *Terra Fluxus*, Lotus n. 150/2012, pp. 54-56.

<sup>(3)</sup> R. Koolhaas e B. Mau, *S, M, L, XL*, New York, Monacelli, 1995, p. 969.

<sup>(4)</sup> A. Ferlenga, *Nervature di luoghi in cambiamento. Infrastrutture e progetto nel paesaggio contemporaneo*, in: A. Ferlenga, M. Biraghi, B. Albrecht, a cura di, *L'architettura del mondo*, catalogo della mostra tenutasi alla Triennale di Milano a partire dall'ottobre 2013, Editrice Compositori, Bologna, 2013.

La possibilità di pensare e dare forma all'infrastruttura come manufatto capace di integrare le valenze di carattere tecnico con la complessa stratificazione dei paesaggi attraversati costituisce dunque un tema di assoluta primarietà. Il moltiplicarsi di interventi nelle principali città europee mette in evidenza le grandi potenzialità del progetto delle infrastrutture al fine di migliorare la qualità della vita in termini funzionali, sociali ed estetici.

Gli interventi più frequenti realizzati negli ultimi anni in Europa sono dovuti a due condizioni principali.

La prima riguarda la realizzazione dei corridoi europei e la previsione di aeroporti e stazioni dell'alta velocità che hanno avviato una serie di processi di trasformazione dalla scala territoriale a quella urbana. Tra questi possono essere citati i casi di Londra, con il piano integrato (2004) che contiene le strategie per uno sviluppo sostenibile e competitivo su scala mondiale nell'arco dei prossimi 20 anni, e del PEIT (*Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005/2020*) in Spagna, pensato come strumento di sviluppo economico, di coesione sociale e territoriale. Tra le realizzazioni di maggiore interesse si segnala ancora la moderna rete di trasporto pubblico a servizio di un'area metropolitana di un milione e ottocentomila abitanti, messa a punto nel giro di pochi anni a Porto, con una operazione coordinata da Eduardo Souto de Moura.

La seconda condizione riguarda la rimodellazione di infrastrutture esistenti in quelle città a sviluppo avanzato, dove le infrastrutture rappresentano un fuori scala nella forma *urbis* da reintegrare facendo leva su nuove strategie e sulla capacità di invenzione dell'architetto <sup>(5)</sup>.

All'interno di questa categoria vanno aggiunti gli interventi che mirano alla riconversione di infrastrutture dismesse da adibire a nuovi usi, come nel celebre caso della hi-line a New York, o la loro trasformazione in parchi lineari tematici. Il tema del riuso delle infrastrutture apre nel nostro Paese scenari di grande interesse per via del gran numero di opere dismesse e per le opportunità che il loro recupero offrirebbe. Tali opportunità costituiscono una unicità nel panorama internazionale e scaturiscono dal confronto continuo con la presenza fisica di rovine di ogni tempo e con il peso, non minore, dell'iconografia che le ha rappresentate.

Le operazioni in atto oggi in Italia sono di tipo diverso: dalle metropolitane napoletane a quelle romane e milanesi, dalle stazioni e dalle linee TAV, alle opere del Mose, alle centrali Enel, ai termovalorizzatori A2A, alle operazioni integrate di Reggio Emilia o Perugia, ad alcuni nuovi tratti stradali e al completamento di altri di più antica progettazione. In ognuna di esse si possono riscontrare contraddizioni ma anche suggerimenti e soluzioni di interesse certamente non inferiore a quello che opere simili esprimono in altri Paesi. L'esperienza di km 129 a Reggio Emilia, che per la prima volta in tempi recenti sta portando ad un'integrazione diretta tra ferrovia ed autostrada, assume il valore di modello che dimostra come le infrastrutture, e non solo quelle di scala minore, possano trasformarsi in un'occasione di riordino territoriale e non soltanto di puro servizio, a patto che se ne studino adeguatamente le relazioni reciproche e le ricadute territoriali.

La terza questione riguarda l'innovativa tematica delle *Infrastrutture verdi*.

Un'assoluta centralità rivestono, infatti, gli aspetti connessi alla messa in sicurezza del territorio, in particolare da eventi come valanghe, frane, smottamenti, alluvioni, mediante la definizione della cosiddetta Strategia sulle Infrastrutture Verdi (*Strategy on Green Infrastructure*) messa a punto dalla Comunità Europea per far sì che il miglioramento dei processi naturali diventi parte integrante della pianificazione territoriale. L'inarrestabile sviluppo umano si ripercuote vistosamente sul paesaggio europeo, che subisce ogni giorno mutamenti sotto forma di frammentazione del territorio, sfruttamento sempre più intensivo del suolo e cambiamenti della sua destinazione d'uso.

*Ortofoto della città di Messina, dalla quale si evidenzia il particolare rapporto tra la morfologia del territorio e l'impalcato urbano. La città, sviluppatasi lungo la linea di costa, negli ultimi cinquant'anni ha subito un'espansione incontrollata lungo gli alvei dei torrenti*



*Sistema di accessibilità e dei collegamenti tra l'area oggetto dell'esercitazione metaprogettuale e il tessuto consolidato della città di Messina – L'area d'intervento, oggetto dell'esercitazione, è posta a sud del tessuto consolidato e compresa tra la linea ferrata e l'asse urbano di via La Farina, e risulta fortemente connessa ai diversi sistemi infrastrutturali*

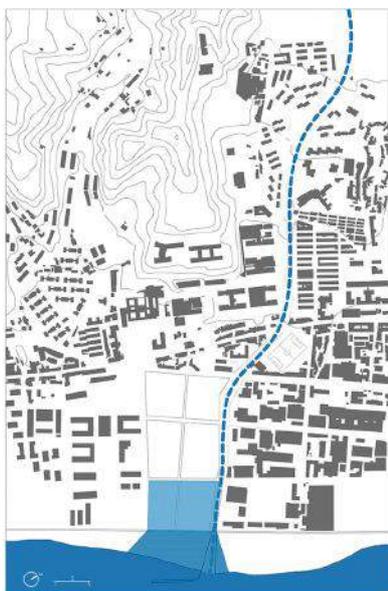


<sup>(5)</sup> L'industria delle costruzioni – Infrastrutture e paesaggio urbano 2, n. 408 luglio/agosto 2009.

*Analisi dei rapporti tra la morfologia del costruito della città consolidata e l'area di intervento – La forma del costruito caratterizzante la città del piano Borzi si pone come palinsesto alla futura espansione e come riferimento al progetto dell'eco-quartiere*



*Analisi dei rischi idrogeologici e di inondazione in caso di eventi calamitosi a cui l'area di intervento potrebbe essere coinvolta – Il disegno tende ad evidenziare la particolare sensibilità del sito ad eccezionali eventi calamitosi, dunque indirettamente traccia i limiti di espansione al costruito*



Inoltre, l'espansione urbana e la costruzione di infrastrutture stradali ed energetiche hanno causato il degrado e la frammentazione di preziosi ecosistemi, con ripercussioni sugli *habitat* e sulle specie che li popolano, riducendo in tal modo la continuità spaziale e funzionale del paesaggio.

Il principio base su cui poggia la strategia delle infrastrutture verdi risiede nella convinzione che una stessa superficie di terreno può offrire molteplici vantaggi, se i suoi ecosistemi sono in buono stato di salute. Le infrastrutture verdi sono uno strumento di comprovata efficacia, che si serve della natura per ottenere benefici ecologici, economici e sociali. Per difendere i territori dalle alluvioni, ad esempio, sono da preferire le soluzioni offerte dalle zone umide naturali, che assorbono l'acqua in eccesso provocata da piogge intense. Un esempio di infrastruttura verde è il progetto di ripristino di una pianura alluvionale lungo il fiume Elba, in Germania. Lo spostamento delle dighe, il passaggio a una gestione agricola adeguata alla natura del territorio e la costruzione di passaggi per pesci si sono tradotti in benefici quattro volte superiori ai costi. A questi vanno aggiunti i vantaggi in termini di spazi ricreativi, protezione dalle alluvioni ed emissioni di carbonio.

Dai tetti ricoperti di vegetazione, ai parchi, ai corridoi verdi, le infrastrutture verdi non solo costituiscono elementi a servizio della salute pubblica, ma offrono anche soluzioni ai problemi sociali, fanno risparmiare energia e favoriscono lo scolo delle acque.

In Italia gli interventi potrebbero riguardare circa il 50% del territorio nazionale, ossia una superficie di oltre 150 mila chilometri quadrati. Un'estensione rilevante che consentirebbe di definire piani e programmi di ampia portata e rilevante ricaduta socio-economica e di sostenibilità. Un grande progetto di messa in sicurezza del territorio, auspicabile sul piano della prevenzione ma ancora di più in una prospettiva il cui campo di applicazione potrebbe estendersi dal restauro del paesaggio, nella interpretazione cara a studiosi come Salvatore Settis, alla definizione di nuove valenze e nuovi usi del territorio, propri degli approcci già evidenziati.

La quarta questione individuata è legata, infine, alla crescente attenzione di quelli che oggi possiamo definire i *Paesaggi dell'energia*.

Ambiente e paesaggio sono concetti che tendono a sovrapporsi, tuttavia, l'attivazione delle politiche di contenimento dei gas climalteranti, iniziano ad aversi effetti divergenti sull'ambiente e sul paesaggio. Spesso gli impianti che utilizzano energie rinnovabili, e che quindi hanno effetti positivi sull'ambiente, comportano delle trasformazioni del paesaggio che, se non ben gestite, possono portare a rilevanti effetti negativi. I parchi eolici, i grandi impianti fotovoltaici, gli impianti idro-elettrici e a biogas e le coltivazioni per la produzione di biomassa costituiscono elementi il cui armonico inserimento paesaggistico richiede notevoli sensibilità progettuali.

Le questioni attinenti alla produzione di energia da fonti rinnovabili e al progetto di paesaggio ugualmente esortano le nostre capacità tecniche e intellettuali a immaginare nuovi approcci al progetto di territorio.

Approcci che restituiscano allo sviluppo una dimensione spaziale e integrata, in cui ragioni dell'economia e della qualità, dinamiche ecologiche e azioni antropiche, istanze di conservazione e di trasformazione, appelli alla competitività e all'abitabilità non si diano più necessariamente come conflittuali. La transizione energetica, che sta avvenendo in questa fase storica, da un modello basato sulle fonti energetiche fossili a uno basato sulla prevalenza delle fonti energetiche rinnovabili, apre a possibili scenari sul tipo di forma che questo modello assumerà nella sua fase matura.

Poiché gli impianti che utilizzano energie rinnovabili hanno, in genere, una capacità di produzione per unità di superficie molto più bassa degli impianti a combustibili fossili o nucleari, la loro diffusione va a interessare quantità di territorio molto più ampie.

Questo fenomeno, grazie al forte impulso dato allo sviluppo delle energie rinnovabili, sta portando alla modificazione di numerosi paesaggi e alla configurazione di nuovi paesaggi energetici. Due gli approcci riconoscibili, uno integrato e uno rifondativo.

L'*approccio integrato* si basa sulla reinterpretazione del rapporto tra energia e paesaggio, in cui ogni apporto specialistico viene indirizzato nelle diverse fasi del progetto verso una sintesi che porta a un valore aggiunto rispetto alla semplice addizione fra le parti. La creatività progettuale e il sapere tecnico definiscono i limiti e le potenzialità per la costruzione di luoghi energeticamente sostenibili. Il rapporto tra utenti e innovazione viene facilitato grazie a progetti che sostengono l'integrazione visiva, funzionale, produttiva, spaziale e gestionale delle nuove tecnologie energetiche con gli elementi materiali e immateriali del paesaggio.

L'*approccio rifondativo* è orientato all'elaborazione di nuove soluzioni non solo tipologiche, figurative, spaziali e materiali, ma anche sociali.

Gli obiettivi e le trasformazioni energetiche diventano l'occasione per favorire la formazione di nuove pratiche dell'abitare, fondate sulla cooperazione degli utenti, sull'impiego condiviso delle risorse, sui comportamenti virtuosi di comunità energetiche.

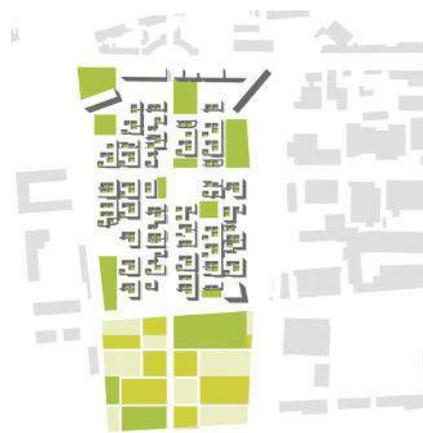
Ad esempio, i nuovi quartieri ecologici gettano le basi per una diversa concezione dell'abitare, così come l'uso di nuovi dispositivi rivoluziona la composizione volumetrica e la costruzione degli edifici.

In entrambi gli approcci occorre promuovere la cultura della progettualità energetica diffusa verso la definizione di nuovi assetti insediativi, in sintonia con le specificità locali, culturali, tecniche ed economiche.

In ultima analisi, accanto agli approcci orientati al progetto di vaste aree del territorio appare di particolare interesse evidenziare la posizione di Gilles Clément, il quale, all'opposto, con il termine *Terzo paesaggio* designa l'insieme di tutti i territori sottratti all'azione umana, un terreno di rifugio per la diversità, altrimenti cacciata al di fuori degli spazi sempre più selettivi sottoposti al controllo dell'uomo. Il terzo paesaggio si configura come la somma del *residuo* – sia rurale sia urbano – e dell'incolto. Comprende, secondo Gilles Clément, il ciglio delle strade e dei campi, i margini delle aree industriali e delle città e si estende fino ad abbracciare le riserve, ovvero quelle aree in cui la diversità biologica è particolarmente forte.

Ancora, il *terzo paesaggio* può rappresentare una risorsa: esso è un luogo d'indecisione per le amministrazioni ma non per gli esseri viventi, piante, animali e uomini, che lo abitano, che decidono di agirvi in tutta libertà e lo impiegano in base alle loro, imprevedibili, urgenze biologiche. "*Penso sia necessario*", sottolinea Clément, "*conservare zone di indecisione, frammenti di terzo paesaggio in seno agli spazi amministrati: predisporre cioè politicamente la loro esistenza*"<sup>(6)</sup>. La posizione anarchica di Clément apre alla cultura architettonica diversi scenari di operatività tra cui, paradossalmente, la possibilità di pianificare l'esistenza di aree da sottrarre al progetto in cui, però, il concetto di riserva non va a designare aree già dotate di una specifica qualità ecologica, bensì vuoti urbani, ambiti dismessi, spazi di risulta.

*Masterplan dell'eco-quartiere – Il disegno del nuovo frammento urbano è caratterizzato da un fitto tessuto di case basse a patio, arretrate rispetto alla linea di costa e separate da essa da un'ampia zona verde. Il quartiere residenziale, organizzato attraverso l'aggregazione di case basse unifamiliari, risulta delimitato verso l'asse urbano di via La Farina da un sistema di edifici di scala superiore che gestiscono il rapporto con una dimensione urbana più ampia*



<sup>(6)</sup> G. Clément, *Manifeste pour le Tiers paysage*, Paris, Éditions Sujet/Objet, 2004, trad. it. a cura di Filippo De Pieri, Quodlibet, Macerata, 2005.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

## 6.8.2 **Orizzonti di ricerca e scenari urbani per la città contemporanea**

### **Research horizons and urban scenarios for contemporary cities**

di Gaetano Scarcella (\*)

#### **ABSTRACT**

*Sulla scorta dei cambiamenti avvenuti a partire dalla crisi del modello incentrato sul binomio sviluppo industriale - consumi, oggetto di questo testo è effettuare una ricognizione degli orizzonti di ricerca e degli scenari di progetto per la città contemporanea.*

*Tra le variabili esplorate ritroviamo gli aspetti connessi al verde come artefice della rigenerazione anche nelle aree centrali delle città, l'agricoltura urbana come incentivo ad un uso attivo dello spazio pubblico e, ancora, le nuove prospettive generate dalla transizione energetica dal modello urbano basato sul fossile a quello incentrato sulle rinnovabili, la nuova centralità del rapporto tra edificio e forma urbana all'interno delle dinamiche connesse al risparmio del suolo, gli aspetti organizzativi e le implicazioni di natura tipo-morfologica legate ai nuovi eco-quartieri.*

*In the wake of the changes brought about by the crisis in the model based on the pair industrial development-consumption, the object of this paper is to examine research horizons and design scenarios for contemporary cities.*

*The variables that have been explored include features associated with green areas, as elements that support regeneration also in city centres, urban agriculture as an incentive for an active use of public spaces and, further, the new prospects generated by the energy transition from an urban model based on fossil fuels to one centred on renewable sources, the new central role taken on by the relationship between buildings and the urban form within the dynamics associated with saving the soil, organisational aspects and the implications of a morphological nature linked to the new eco-neighbourhoods.*



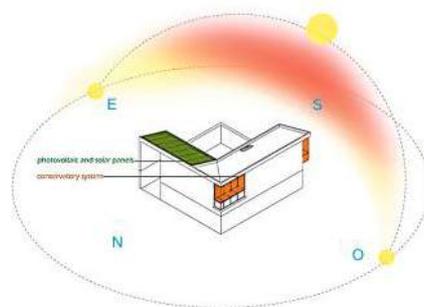
L'accelerazione nella diffusione dei sistemi di comunicazione di massa, l'avvento di internet, la crescita delle informazioni e delle esperienze di partecipazione ai processi decisionali, fanno sì che sempre di più le scelte in merito alle trasformazioni che scaturiscono da un progetto architettonico necessitino di ampio consenso da parte della collettività e, più in generale, di una positività ambientale delle stesse. Al tempo stesso, con crescente pervasività e non senza contraddizioni e ambiguità, il concetto di *sviluppo sostenibile* permea la società occidentale imponendo a tutti i livelli un'ampia riflessione che riguarda i sistemi di produzione tradizionali, la finitezza delle risorse, il risparmio energetico, il tema dei rifiuti, il consumo del suolo, il controllo delle emissioni inquinanti in atmosfera, tanto da paventare una vera e propria transizione verso nuovi modelli di organizzazione sociale come quelli teorizzati da Serge Latouche, sostenitore della cosiddetta *decrescita*, o Jeremy Rifkin, che, a partire dalla constatazione dell'avvento di un nuovo sistema di comunicazione – internet – e della disponibilità di nuove fonti energetiche – le rinnovabili –, individua le condizioni per l'affermazione della *terza rivoluzione industriale*.

Sulla scorta dei cambiamenti, che per la loro portata possono essere paragonati a quelli che hanno investito gli architetti del Movimento Moderno tra le due guerre, che si sono palesati a partire dalla crisi del modello incentrato sul binomio *sviluppo industriale - consumi*, su cui si è sviluppata la società occidentale nel corso del XX secolo, il tema di questo testo è quello di effettuare una ricognizione degli orizzonti di ricerca e degli scenari di progetto per la città contemporanea.

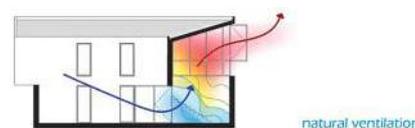
Negli ultimi decenni un'idea sempre più inclusiva del termine *paesaggio* individua la capacità di agire all'interno delle città postindustriali come agente della rigenerazione urbana nel tentativo di mettere in relazione le diverse parti che le compongono, introducendo, al contempo, gli elementi necessari a sviluppare una nuova socialità. Questi interventi, andando a interessare indistintamente le aree urbane centrali, le aree marginali, i quartieri periferici, le zone caratterizzate dall'assenza di un tessuto connettivo riconoscibile e di una struttura prevalente e, ancora, le aree a forte densità infrastrutturale e quelle in cui prevale il vuoto come sostanza pervasiva e informe più che il pieno – introducono all'interno della compagine urbana tradizionale un fattore di variazione che spesso è in grado di ristabilire una nuova relazione con il carattere dei luoghi avviando positivi processi di ricucitura dell'ambiente urbano degradato, tanto in presenza di fenomeni di congestione quanto nel caso di dispersione.

L'idea del verde in città è stato un tema caratteristico della città moderna ma nella sua accezione contemporanea si riscontrano alcune interessanti specificità. Il verde caratterizza sempre di più anche le aree urbane più dense: esse, per certi versi, vengono trattate come un paesaggio superando l'antitesi verde-cemento e gli spazi progettati – giardini, parchi, spazi pubblici – si impongono l'obiettivo di creare socialità. L'obiettivo di questi interventi è poi il superamento della semplice soluzione contemplativa/estetizzante in favore di uno spazio pubblico *attivo*, ovvero capace di stimolare una fruizione più diretta e partecipativa.

Più che a singoli episodi architettonici e alla loro capacità di dare vita a processi di rinnovamento urbano, questo approccio, che va sotto il nome di *landscape urbanism* o, nella sua versione più aggiornata, *ecological urbanism*, si propone come risposta ad una nuova domanda sociale interessata alla vivibilità urbana da intendere come sommatoria di un mix composito di spazi pubblici, pedonali e verdi, e di parchi, e scaturisce dalla volontà di superare i limiti della pianificazione tradizionale. In gran parte degli interventi realizzati, e questo è un ulteriore elemento di novità, si tratta di un verde di tipo diverso da quello del secolo scorso.



*Assonometria dell'alloggio tipo – L'alloggio acquista una configurazione, che può variare a seconda dell'esposizione che assume nel sistema urbano, interpretata sul piano formale in modo da sfruttare sistemi passivi e attivi di produzione energetica*



*Sezioni dell'alloggio tipo – La serra ha una doppia valenza sul piano energetico. Da un lato funge da sistema di riscaldamento passivo d'inverno, mentre dall'altro diventa un canale di ventilazione che sfrutta i moti convettivi grazie alla circolazione delle correnti da nord che arrivano dalla corte*



Vista di un giardino tra le abitazioni – Al verde è stata attribuita una virale e sorprendente presenza all'interno del quartiere; l'ampiezza dei giardini progettati trova un rimando diretto con gli spazi interni all'isolato messinese

Naturale e artificiale si mescolano e si sovrappongono, definendo caratteri e atmosfere del tutto inediti. Il ruolo demandato allo spazio verde è, spesso, quello di riparazione nei confronti degli effetti prodotti da decenni di cosiddetto sviluppo e al progetto è affidato il compito di sanare i danni ambientali prodotti dagli interventi speculativi, dalle produzioni e dai rifiuti inquinanti. In altri casi l'ambizione è ancora più vasta e si guarda alla possibilità di offrire delle nuove possibilità alla ricostruzione della biodiversità anche negli ambienti urbani, come avviene nei progetti di Gilles Clément.

L'agricoltura urbana, ancora largamente in uso nelle comunità urbane del Mediterraneo, in particolare nei Paesi del Nord Africa, ma anche presso le comunità religiose all'interno di molte città europee, vive nel dibattito contemporaneo una stagione di grande interesse motivato dalla esigenza, ampiamente condivisa nei Paesi più avanzati, di uno stile di vita più sano che si traduce, all'interno della compagine urbana, con il recupero, in qualche misura compensativo, di spazi da destinare all'agricoltura. L'agricoltura urbana rappresenta una derivata prima rispetto agli approcci urbani descritti in precedenza, nelle sue varie declinazioni: è, infatti, una pratica alternativa al giardino o al parco tradizionale in quanto si distacca dagli usi prevalentemente contemplativi o esclusivamente ludici, tipici di questi ultimi, per rivendicare una *utilitas* che coinvolge tanto la sfera pubblica quanto quella privata. Le esperienze sono abbastanza diversificate <sup>(1)</sup>: si va dal tradizionale *orto domestico*, utilizzato per l'autoproduzione di una parte dei generi di consumo della famiglia, all'*orto di quartiere*, già introdotto in varie parti dell'Occidente durante i conflitti bellici del secolo scorso per sopperire al fabbisogno alimentare della comunità dei residenti e ripreso oggi con una connotazione che si estende sul piano ludico e sociale, all'*orto pubblico*, anche in aree centrali della città interessate da processi di dismissione, a servizio di una vasta gamma di fruitori, associazioni, gruppi organizzati, campus, ecc., che riveste un ruolo educativo e di promozione rivolto a sensibilizzare sui temi della sostenibilità la pubblica opinione. In diverse città del mondo l'agricoltura urbana gioca un ruolo sempre più rilevante nel fornire parte del cibo alle popolazioni urbane <sup>(2)</sup>.

A prescindere dalla reale capacità di rappresentare una risorsa concreta in termini di soddisfacimento dei fabbisogni alimentari, l'agricoltura urbana rimane un fenomeno tipico delle società più evolute: essa presenta un risvolto prevalentemente legato all'uso del tempo libero che risponde al desiderio di ritrovare la campagna nella città, soprattutto quando la dimensione della compagine urbana evolve alla scala della metropoli. Lo spazio urbano è interessato da una dinamica in cui il vuoto assume una rinnovata centralità, esso viene colonizzato da apparizioni improvvise di coltivazioni agricole che ribaltano l'approccio canonico che vede l'organismo urbano sottrarre spazi all'agricoltura nella prospettiva di una positiva contaminazione città-campagna come soluzione creativa del vuoto tra gli edifici. Nelle sue diverse declinazioni si tratta di una tematica che, sul piano disciplinare, porta con sé indubbi elementi di interesse che sembrano tradurre formalmente posizioni teoriche di grande attualità. L'agricoltura, che è sempre stata altro rispetto alla città, viene introdotta nella compagine urbana nella convinzione che, soprattutto nella città, si giocherà gran parte della scommessa ambientale del futuro.

Vista l'importanza dei problemi ambientali, energetici e sociali, il recupero del rapporto dell'uomo con la *Terra* dovrà avvenire soprattutto nelle città, che, essendo concentrazioni sempre più rilevanti di persone e di energia consumata, costituiscono il luogo più importante per discutere e attuare più responsabilmente le politiche ambientali, sulla base di un diretto rapporto con il territorio. In ambito europeo, l'esempio del *Covenant of Mayors* <sup>(3)</sup> è in tal senso significativo, soprattutto se messo in relazione con la validità politica del processo, che si sta proponendo come vera e propria alternativa ai governi nazionali, confortata da un positivo riscontro diretto presso l'opinione pubblica.

<sup>(1)</sup> Si veda, a tal proposito, il numero monografico dedicato al tema dalla rivista *Lotus International* n. 150/2012.

<sup>(2)</sup> La FAO, a tal proposito, stima che già nel 2005 tale tipo di coltivazioni sostenesse 700 milioni di persone.

<sup>(3)</sup> Organismo fondato nel 2008 dalla Comunità Europea per sostenere l'impegno delle città sulle questioni energetico-ambientali.

La transizione dal modello urbano incentrato sull'energia fossile a quello incentrato sulle fonti rinnovabili genera innumerevoli cambiamenti nell'ambito urbano. In primo luogo comporta la revisione delle attuali reti di distribuzione dell'energia, ovvero il passaggio da un sistema gerarchico, in cui l'energia è generata da una centrale e poi fornita alle singole utenze, a un sistema diffuso, in cui la produzione di energia da fonti rinnovabili proviene da piccoli impianti a scala di quartiere costituiti da un mix solare, eolico, geotermico, che utilizza le coperture, gli spazi pubblici, i vuoti, e in cui il vettore energetico non si sposta in un'unica direzione ma si muove da un punto all'altro fornendo energia dove serve. Quello descritto è il modello basato sulla diffusione delle *smart-grid*, reti elettriche intelligenti capaci di monitorare in tempo reale il fabbisogno delle utenze, gestendo in maniera ottimale l'energia prodotta. La gestione di una rete distribuita di energia, da attuare con l'ausilio delle conoscenze già acquisite nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione – ICT – condurrà, secondo Livio De Santoli, ad un nuovo modello di territorio “organizzato in distretti, ognuno autonomo dal punto di vista energetico e a bilancio ambientale nullo. Ogni distretto farà parte di un network territoriale formato da maglie e si relazionerà in maniera aggregata – cioè interagirà – con maglie limitrofe” (4). Anche il sistema dei trasporti prevedibilmente subirà delle importanti trasformazioni dovute alla diffusione dei veicoli elettrici e a nuove tipologie di carburante, in primo luogo l'idrogeno. Ancora una volta, secondo Livio De Santoli, in futuro “ogni distretto territoriale avrà il suo distributore a idrogeno anche per il sistema di trasporto”. Anche la diffusione, grazie a internet, del lavoro da casa potrebbe drasticamente contrarre, come profetizzato da Alvin Toffler (5), gli spostamenti dall'abitazione all'ufficio con effetti positivi sulla riduzione dei flussi di traffico, e potrebbe contemporaneamente delineare nuovi scenari all'interno dello spazio domestico tradizionale.

Il tema dei rifiuti è un'ulteriore spinta nella direzione del rinnovamento urbano: anche in questo caso l'obiettivo è quello di passare da un sistema centralizzato di grandi dimensioni ad uno diffuso di piccola scala. Il trattamento dei rifiuti in ambito urbano sempre di più necessiterà di nuove aree, a tale scopo potranno essere utilizzate aree sottoposte a processi di dismissione come quelle industriali e ferroviarie o come le caserme dismesse e, più in generale, tutte le aree residuali disponibili. Queste aree, connesse ad un uso legato al trattamento dei rifiuti, rappresentano un potenziale nella direzione del rinnovamento della città contemporanea. Sulla scorta delle esperienze già descritte in precedenza queste aree potranno essere adibite a parchi o orti e utilizzati, ad esempio, per il compostaggio dei rifiuti organici o la fitodepurazione delle acque reflue domestiche, agricole e industriali al contempo serviranno come modello di una nuova socialità urbana basata sulla partecipazione diretta degli abitanti e come nuovo modello di spazio pubblico attivo.

Altra questione centrale per la città contemporanea è legata alla riduzione del consumo di suolo. Lo sviluppo suburbano del XX secolo può essere considerato come un'esplosione urbana sostenuta dal basso costo dell'energia fossile e dallo sfruttamento delle risorse naturali disponibili: suolo, campagne, foreste, aria, acqua. Oggi quel modello di sviluppo è ampiamente in crisi.

Opponendosi alla crescita incontrollata degli agglomerati urbani il tema del risparmio del suolo incentiva i fenomeni urbani nella direzione del rinnovamento del tessuto edilizio attraverso interventi di sostituzione, ristrutturazione, adeguamento energetico, ampliamento, e potrebbe condurre a fenomeni capaci di ridefinire la densità edilizia, sia in termini di diradamento, in quelle aree dove esistono, ad esempio, problemi di rischio ambientale o fenomeni di eccessivo congestionamento, sia di ampliamento, in aree interessate da fenomeni di rigenerazione, conferendo, in tal senso, una nuova centralità alla questione del rapporto tra edificio e forma urbana.



*Vista degli spazi pedonali tra le abitazioni – All'interno di una scelta che privilegia tipologie edilizie a patio, dunque manufatti di modesta elevazione, la qualità dei percorsi e dei luoghi di sosta, va assicurata dalla variazione della metrica urbana ovvero dalla diversa aggregazione dei manufatti oltre che dall'alternanza di spazi di dimensione variabile*

(4) Interpretare la terza rivoluzione industriale, in: L. De Santoli, *Le comunità dell'energia*, Quodlibet, Roma, 2011, p. 177.

(5) A. Toffler, *The Third Wave*, Pan Macmillan Ltd, London, 1981.



*Vista dello spazio interno dell'abitazione – Lo spazio dell'abitazione al piano terra è concepito con estrema flessibilità ed è costituito da una grande sala a doppia altezza, che diventa il luogo simbolico della casa*



*Vista dello spazio del patio dell'abitazione – La casa si articola attorno al patio, che è il fulcro della residenza con cui tutti gli spazi trovano una relazione*

(<sup>6</sup>) M. Zardini, *Diversi modi per diventare Verdi, ecologici e sostenibili*, Lotus International n. 140/2009, pp. 113/116.

Una riflessione collegata a questo tema è quella delle nuove qualità da conferire al suolo nella sua accezione di spazio vuoto e riguarda, in particolare, gli interventi nei tessuti periferici, realizzati in gran parte tra il dopoguerra e gli anni '80, in cui grande attenzione andrà posta allo *spazio tra gli edifici* da ripensare come opportunità per rivitalizzare le relazioni sociali innalzando la dotazione dei servizi esistenti.

Molte città del Nord Europa hanno già realizzato, a partire dalla metà degli anni '90, dei prototipi di quartieri sostenibili, recuperando vecchi isolati o aree industriali dismesse o realizzando nuove urbanizzazioni. Alcune comunità hanno anche provato a estendere le connessioni in un ambito sovra-territoriale, come la rete di *Global Eco Village Network*, nata con lo scopo di facilitare lo scambio spontaneo di esperienze economiche, sociali, tecnologiche e ambientali. Nuovi eco-quartieri sono stati realizzati, ad esempio, a Friburgo (Vaubas, Reiselveld), Amsterdam (GWL Terrain, Zuidas), Vienna (Florisdorf, Bike City), Salisburgo (Gneiss Moss, Samer Mosl), Malmö (VästraHamnem), Stoccolma (Hammarby Sjöstad), Amburgo (Hafen City), Zurigo (Eulachhof) e Copenhagen (Nodhavn, Eurogate).

Probabilmente l'aspetto più interessante di questi interventi è rappresentato dai nuovi processi di decisione messi in atto che vedono una partecipazione diretta dei cittadini, o meglio degli utenti, nella definizione di alcuni degli aspetti dell'abitare. Pur all'interno di differenti applicazioni che scaturiscono in funzione delle potenzialità delle varie località, le proposte nei vari casi presentano alcune significative invarianti e in particolare:

- un'alta densificazione, spesso verticale, al fine di ridurre l'occupazione di suolo generata dallo sprawl urbano e migliorare l'accessibilità alle reti di trasporto pubblico e ai servizi urbani;
- un mix di provvedimenti volti a limitare il traffico pendolare giornaliero;
- massimizzazione pianificata dell'uso della climatizzazione passiva (irraggiamento solare, ventilazione naturale) e di alti standard energetici;
- reti di teleriscaldamento per l'integrazione della produzione distribuita (pompe di calore geotermiche alimentate con pannelli fotovoltaici, collettori solari) con quella centralizzata (cogenerazione alimentate a biogas);
- recupero e riutilizzo delle acque;
- raccolta locale dei rifiuti, compostaggio per il riutilizzo dei rifiuti biologici come concimanti per le aree verdi di pertinenza delle abitazioni;
- forte incentivazione del trasporto pubblico, della mobilità lenta (pedonale e ciclabile) e del car-sharing.

Una declinazione particolare di questo tema è connessa alla capacità di alcune città di assumere un ruolo guida all'interno di una specifica problematica ambientale. Città sostenibili sono allora: Vancouver, per la sua politica sull'energia e sul verde; San Francisco, per la sua politica sui rifiuti; Monaco, che aspira a diventare una metropoli alimentata solo da energie rinnovabili ma anche Chicago, Toronto, Sydney, Londra, Barcellona, Stoccolma, Zurigo (<sup>6</sup>).

### 6.8.3 Questioni architettoniche e linguaggio dell'energia *Architectural issues and the language of energy*

di Francesco Messina (\*)

#### ABSTRACT

*Il tema dell'efficienza energetica e di un uso più razionale delle risorse apre nuove prospettive nei confronti della ricerca in architettura, offrendo l'opportunità di fornire un nuovo contributo sul piano espressivo con l'aggiunta di nuove protesi tecnologiche, ma con la convinzione che i criteri che concorrono alla realizzazione di un manufatto ad alta prestazione energetica siano collocati a monte rispetto alle scelte strettamente tecnologiche e impiantistiche. In un Paese come l'Italia il tema del patrimonio storico e dell'ambiente, e della loro tutela, è connesso al tema della limitazione del consumo del suolo e del restauro. La ricerca contemporanea nel campo dell'espressività architettonica mostra anche come sia possibile riconoscere alcuni approcci legati alla sostenibilità, che sembrano avere come matrice comune il ripensamento dei rapporti tradizionali tra artificio e natura, secondo una visione dell'architettura, in cui l'involucro dell'edificio diviene dichiaratamente natura artificiale.*

*The issues of energy efficiency and of a more rational use of resources open up new prospects for architectural research, providing an opportunity to make a new contribution using new technological features in design, but in the belief that the criteria that can produce high energy performance structures are upstream from choices made strictly in terms of technologies and systems. In a country like Italy, historical heritage and environmental issues, as well as that of protecting them, are linked to the themes of restricting soil consumption and restoration work. Contemporary research in the field of architectural expressiveness also indicates that different perspectives associated with sustainability appear to share a common matrix in rethinking the traditional relationships between artefacts and nature, a vision whereby architecture is viewed as a major remodelling of the Earth's crust, in which the envelopes of buildings clearly become artificial nature.*

Sulla spinta impressa dalle normative <sup>(1)</sup> comunitarie e dagli accordi internazionali tra le grandi potenze mondiali, il tema dell'efficienza energetica e di un uso più razionale delle risorse, in particolar modo, dei derivati fossili, apre nuove prospettive nei confronti della ricerca sperimentale legata ai temi dell'architettura.

L'innalzamento della soglia di complessità, se non a volte di complicazione, del progetto architettonico impone un ripensamento delle posizioni consolidate anche sul piano estetico, in generale, e in particolar modo della sua formalizzazione e del processo che la sottende. La scelta di dispositivi attivi e passivi per il controllo climatico, l'esigenza di materiali a basso livello di energia incorporata, l'uso di materiali riciclati, il riuso dei materiali provenienti da demolizione, la necessità di prestazioni più efficienti a livello d'involucro, l'uso della domotica finalizzata ad un uso più razionale dei dispositivi elettrici e, ancora, la dotazione impiantistica e l'uso delle fonti rinnovabili, sono solo alcune delle questioni che concorrono alla realizzazione del cosiddetto *nearly zero energy building* <sup>(2)</sup>.

Puntando l'attenzione sulla riduzione dei consumi energetici, tanto in fase di realizzazione quanto in fase d'uso, all'interno del dibattito sulla produzione architettonica vengono sollevate nuove questioni che impongono una revisione delle consuete modalità di interazione tra le diverse discipline, chiamate ad offrire contributi su un maggior numero di ambiti sempre più specifici. All'interno di questo scenario, al fine di soddisfare nuovi requisiti necessari all'edificio e consentire il miglioramento delle sue prestazioni sul piano energetico/ambientale, l'architetto ritrova l'opportunità di fornire un contributo sul piano espressivo.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

*Le immagini a corredo del testo fanno riferimento alla parte della ricerca applicata, realizzata in forma congiunta da Fabrizio Ciappina, Francesco Messina e Gaetano Scarcella, che ha come tema il metaprogetto di un eco-quartiere interno al tessuto consolidato della città di Messina.*

<sup>(1)</sup> La Direttiva 2010/31/UE, EPDB – Energy Performance of Building Directive, promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'UE. Il Regolamento UE 305/2011 sulla "Commercializzazione dei prodotti da costruzione" fornisce prescrizioni in relazione alla commercializzazione dei prodotti da costruzione.

<sup>(2)</sup> L'edificio a energia quasi zero (*nearly zero energy building*) è un edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico, molto basso o quasi nullo, dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta *in loco* o nelle vicinanze.

#### Messina – Ecoquartiere

Foto area dello stato di fatto. Il lotto prescelto, tangente rispetto a una serie di importanti infrastrutture urbane, è suddiviso longitudinalmente in due zone. La parte a monte è occupata da un tessuto edilizio molto compatto con destinazione residenziale, costituito da case basse realizzate nella fase post terremoto del 1908, la parte verso mare è costituita da un tessuto prevalentemente produttivo legato ad attività terziarie. La strategia di progetto si è incentrata su alcune azioni dal rilevante valore urbano, come la realizzazione di una cortina edilizia compatta sulla via La Farina che va a costruire un risvolto d'angolo in prossimità del viale Gazzi, e l'individuazione di un tessuto residenziale a patio, dalla spiccata identità urbana, opportunamente filtrato dalla viabilità perimetrale



In tal senso un'indicazione importante, che trova concorde gran parte degli studiosi, si fonda sulla convinzione che i criteri che concorrono in modo rilevante alla realizzazione di un manufatto ad alta prestazione energetica siano collocati a monte rispetto alle scelte strettamente tecnologiche e impiantistiche, comprese quelle relative all'uso delle fonti rinnovabili. L'obiettivo verso il risparmio energetico e verso l'uso razionale delle risorse può essere raggiunto, in prima istanza, da opportune valutazioni dei dati climatici, dall'analisi del sito, dall'ottimizzazione delle scelte insediative in relazione all'orientamento, da strategie idonee per il progetto della facciata (aggetti, logge, protezioni, schermature, illuminazione naturale, ventilazione, analisi del comfort termico). Valutazioni interne alla stessa disciplina architettonica fin dalle sue origini e rispetto alle quali la stessa architettura si è manifestata come momento di riflessione estetica sulla risposta ad un bisogno.

Affinché il dato costruttivo non divenga un fatto meramente fisico-quantitativo legato alla collocazione di un oggetto, magari anche ad altissima prestazione energetica, nel territorio, le questioni appena evidenziate hanno necessità di un ulteriore supporto. Richiedono cioè l'acquisizione di quei dati che concorrono alla definizione di un luogo specifico, alla ricerca degli elementi in grado di conferire al manufatto edilizio la capacità di interagire positivamente con il proprio intorno determinando, quale fine ultimo, la realizzazione di un prodotto culturale in grado di esprimere il valore identitario della comunità che lo insedierà.

In un Paese come l'Italia, fortemente antropizzato e con un ampio patrimonio storico, il tema dell'ambiente e della sua tutela è in maniera preminente connesso al tema della limitazione del consumo del suolo. Da questo legame potranno derivare, nel breve periodo, importanti ripercussioni sulla centralità dei processi di riuso e trasformazione dell'esistente, come risposta alle necessità di nuovi modi dell'abitare. Il patrimonio immobiliare italiano è infatti tra i più vecchi d'Europa e gran parte di esso è stata realizzata da più di quarant'anni, fatto che sta attualmente comportando una concentrazione di azioni volte al suo adeguamento per evitarne la graduale dismissione. Queste azioni sono accompagnate da una tendenza che vede gli investimenti in energie rinnovabili superare quelli in nuove costruzioni, nello stesso momento in cui il consumo di energia all'interno degli edifici ha subito un incremento. La naturale conseguenza di questi eventi sembra condurre verso il sincretismo tra diverse tendenze in atto, che consenta l'innescarsi di un virtuoso processo di riqualificazione del patrimonio esistente orientata alla concreta riduzione dei consumi.

Secondo Federico Butera la questione del risparmio energetico va affrontata su tre diversi livelli di operatività distinti per importanza: un primo livello riguarda le *soluzioni progettuali per ridurre le necessità di energia*; un secondo livello concerne le *tecnologie efficienti per la climatizzazione*; il terzo livello è relativo alle *fonti rinnovabili*.

I tre livelli descritti da Butera evidenziano come il miglioramento delle prestazioni energetiche di un edificio, anche nel caso del patrimonio esistente, possa rappresentare l'occasione concreta per migliorare la qualità del manufatto originario attraverso il progetto di architettura. All'interno dell'evoluzione del concetto di qualità edilizia, il progetto conserva in tal senso ancora il ruolo di strumento di sintesi tra le diverse discipline chiamate in gioco, offrendo un campo di ricerca con ampi margini di operatività che possono avere applicazioni riguardanti tanto interventi sul patrimonio storico quanto su quello di più recente costruzione.

Le caratteristiche del patrimonio edilizio italiano offrono una possibile derivata dei temi evidenziati, ossia quella relativa all'*efficienza energetica del patrimonio culturale*. Alcune ricerche affermano che il 60% dei beni culturali mondiali si trova in Italia.

Si tratta di edifici storici, che devono essere sottoposti non solo a interventi di restauro ma anche di efficientamento energetico per abbassarne i costi legati ai consumi e per contribuire ai target europei di emissione.

Per questo tipo di operazioni sono necessarie particolari competenze in ragione del livello di complessità e dei pesanti vincoli burocratici cui questi edifici sono sottoposti. Il tema del restauro oggi implica la conciliazione del recupero dei principi sottesi all'opera, degli elementi significativi del suo apparato formale e sintattico e del loro modo di coniugarsi con il necessario risanamento energetico. Questo ambito di riflessione trova elementi di ulteriore sperimentazione, ad esempio, in particolari casi di restauro come quelli del patrimonio di architettura moderna, dove il rapporto tra tecnologia e linguaggio architettonico può acquisire un ruolo determinante in virtù di una nuova configurazione condizionata dall'uso delle fonti rinnovabili. Questo tema, come ha evidenziato Livio De Santoli, autore di quello che è stato definito l'impianto fotovoltaico più famoso del mondo, realizzato a Città del Vaticano sul tetto dell'aula Nervi, rappresenta una grande opportunità per ridefinire, con grande anticipo rispetto agli stessi orientamenti normativi europei, il rapporto con il progetto di restauro.

L'adeguamento tecnologico dell'edificio per l'utilizzo di fonti rinnovabili come il solare termico, il fotovoltaico o l'eolico, va tuttavia affiancato da alcune valutazioni generali sull'efficienza energetica <sup>(3)</sup> e sull'uso di materiali <sup>(4)</sup> affinché possano raggiungersi gli standard richiesti dalle recenti indicazioni normative in materia di risparmio energetico. Senza dubbio l'esplorazione di questi ambiti di riflessione attiene ancora al progetto di architettura come luogo di codificazione dell'intero sistema dei componenti dell'edificio.

La ricerca contemporanea nel campo dell'espressività architettonica mostra come, all'interno del dibattito disciplinare, sia possibile riconoscere alcuni approcci legati al tema della sostenibilità, che sembrano avere come matrice comune il ripensamento dei rapporti tradizionali tra artificio e natura, e all'annullamento della separazione esistente. Si assiste ad un interesse per la continuità delle superfici orizzontali e verticali, in base alla quale coperture e suolo diventano un'unica superficie in grado di definire metaspatialità architettoniche. Già il *Manifesto di Modena* di Bruno Zevi ne aveva dato una chiara e quasi profetica enunciazione.

Secondo Bruno Zevi la componente architettonica che si rintraccia nelle esperienze di architetti come Gaudí, Taut, Mendelsohn, Häring, Finsterlin, Scharoun e ancora nell'organicismo di Wright e di Alvar Aalto, per molto tempo minoritaria nella storia dell'architettura, è inequivocabilmente destinata ad acquisire nel futuro un ruolo di primo piano. Il destino dell'architettura, secondo questa visione, è quella della sua dispersione in una grande opera di rimodellazione della crosta terrestre <sup>(5)</sup>.

All'interno di questa visione sembra possibile delineare tre ambiti, tra loro ampiamente interconnessi, capaci di descrivere alcune particolarità presenti nell'attuale dibattito disciplinare che, pur non escludendo altre categorie di analisi relative a questo argomento, possono fornire un primo orientamento. La *continuità tra la superficie architettonica e il suolo* è la prima e forse più ricorrente modalità cui sembra far ricorso buona parte delle esperienze architettoniche contemporanee, nel tentativo di annullare la separazione, prima accennata, tra architettura e natura. L'idea prevalente è quella di un prolungamento della natura sull'oggetto architettonico.

Le coperture divengono colline artificiali, in alcuni casi praticabili e dunque capaci di una reale continuità con lo spazio circostante, in altri casi impraticabili, con una funzione prettamente contemplativa che ne limita la fruizione ma che ricerca, comunque, una relazione di continuità, o spesso di discontinuità, con l'esterno.

<sup>(3)</sup> Tra i fattori che influenzano maggiormente le prestazioni termiche dell'edificio si hanno, in primo luogo, la ventilazione e l'isolamento e, a seguire, finestre e ponti termici, mentre un ruolo più contenuto hanno l'orientamento dell'edificio e le apparecchiature elettroniche. Al fine di delineare una strategia per il perseguimento dell'efficienza energetica dell'edificio è possibile definire tre differenti categorie:

- pattern di "primo livello", rappresentano le scelte che conferiscono all'edificio la sua forma generale e ne fissano la posizione sul sito in accordo con il sole, il vento e gli alberi;
- pattern di "secondo livello", forniscono dei criteri per la scelta di un sistema passivo e forniscono precisi particolari per la sua progettazione;
- pattern di "terzo livello", forniscono ulteriori criteri per la scelta dei sistemi passivi come le schermature solari, l'isolamento all'esterno, il raffrescamento estivo.

<sup>(4)</sup> Un criterio di fondamentale importanza per la definizione delle caratteristiche di un materiale da costruzione è rappresentato dalla valutazione della energia incorporata (*embodied energy*), che può essere definita come l'energia totale usata per creare un prodotto (G. Longhi, *Linee guida per una progettazione sostenibile*, Officina edizioni, Roma, 2003). Un altro criterio, definito dalla Norma di prodotto, UNI EN ISO 14040:20063, è quello della valutazione del ciclo di vita: LCA (*Life Cycle Assessment*). La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività. Vi è, infine, un nuovo paradigma che tiene conto di più fattori: energia incorporata nei materiali (*embodied energy*), ciclo di vita dei materiali e tecnologie, bilancio energetico di un sistema. Prende il nome di *Energy Return On Energy Investment* - EROEI e il principio su cui si basa è che è illogico sfruttare una fonte che consumi più energia per il suo funzionamento di quanta se ne possa estrarre. L'indice viene dato dal rapporto tra energia ottenuta ed energia spesa.

<sup>(5)</sup> B. Zevi, *Il manifesto di Modena. Paesaggistica e grado zero della scrittura architettonica*, Canal, Venezia, 1998.

Dall'alto verso il basso, schemi relativi a: viabilità e parcheggi, aree verdi, energie rinnovabili.

La viabilità a motore è stata limitata al perimetro esterno insieme ai parcheggi per residenti e visitatori e aree per il car sharing di mezzi di trasporto elettrici.

Le residenze sono delimitate dall'esterno attraverso l'inserimento di un ring verde, mentre tra le abitazioni sono previsti ampi giardini destinati al gioco, allo sport, all'incontro e al relax. Verso mare uno spazio ampio quanto due campi di calcio affiancati potrà essere adibito a orti urbani.

A livello insediativo l'andamento delle coperture è stato studiato per massimizzare l'apporto solare per la produzione di energia elettrica e di acqua calda. Si prevede inoltre lo sfruttamento del moto ondoso per la produzione di energia elettrica predisponendo a breve distanza dalla costa apposte barriere dotate di turbine

In entrambi i casi queste opere si pongono l'obiettivo di attuare una sorta di compensazione ambientale, che si traduce nella realizzazione di corridoi ecologici, di micro-habitat per la flora e la fauna oltre che nel miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio.

Una seconda modalità, maggiormente evidente negli edifici ipogei o semi-ipogei, consiste nel plasmare le superfici esterne configurando una vera e propria *concrezione della crosta terrestre*. Secondo una modalità che ricorda le pratiche di *land art*, perseguita da architetti come Peter Eisenman, Emilio Ambasz o Bjarke Ingels, per citarne alcuni, l'architettura produce un sommovimento dello strato superficiale che, come per effetto di un evento tellurico, si fessura, si distorce, alterando la morfologia originaria del suolo. Le cavità che si ottengono, come nel progetto della *città della cultura* a Santiago de Compostela in Galizia, divengono spazi abitabili, occasioni per l'ingresso della luce naturale, nonché pretesti per alterare la metrica spaziale degli invasi. All'interno di tali pratiche l'edificio ritrova significato nell'evento, sorprendente, che esso stesso produce disperdendo il linguaggio architettonico in segno paesaggistico.

La terza modalità riguarda l'utilizzo di dispositivi atti a trasformare le *facciate in giardini verticali*. L'involucro dell'edificio diviene dichiaratamente natura artificiale, apparizione straniante e accattivante all'interno della città.





*Piante dell'alloggio tipo – La tipologia residenziale scelta per la verifica meta-progettuale è quella della casa a patio, che rappresenta il modello residenziale più utilizzato nel Mediterraneo e che trae origine dalla casa romana. Questa tipologia possiede, nella sua configurazione, i caratteri di un edificio in grado di risolvere alcuni problemi sul piano energetico, grazie all'esposizione solare ed alla presenza della corte per il raffrescamento. L'alloggio si snoda secondo una L, e si sviluppa su due lati del patio, lasciando liberi gli altri due per l'aggregazione con gli altri alloggi, al fine della costituzione del tessuto urbano. Il sistema distributivo si articola su due livelli, concentrando gli ambienti per le attività diurne al piano terra e la zona notte al primo livello*

Tra i primi esempi si annoverano i giardini verticali di Patrik Blanc, concepiti come pareti-catalogo di numerose specie vegetali selezionate in base a criteri tipologici e cromatici e organizzate in complesse società simboliche in assenza di terreno. Una diversa interpretazione che ruota intorno allo stesso concetto è invece rintracciabile nel *bosco verticale* disegnato dallo studio Boreri a Milano, un edificio a torre in cui sono presenti complessivamente circa 900 arbusti che, secondo le aspettative dei progettisti, aiuteranno ad assorbire polveri, smog e a produrre ossigeno.

Tra le varie pratiche è possibile riconoscere, infine, anche quella degli *orti indoor*, con funzione sperimentale, espositiva, dimostrativa, come pure l'uso delle terrazze di grandi manufatti urbani. Questi ultimi rispondono alla necessità di colonizzare le ampie superfici orizzontali inutilizzate con strati di terra coltivata. Nel tentativo di migliorare le condizioni d'isolamento termico del manufatto, essi mutuano l'idea lecorbuseriana di rendere funzionali le coperture delle abitazioni tramite l'uso del tetto giardino.

A fronte dell'interesse e del consenso che le pratiche architettoniche riconducibili alla cosiddetta *architettura green* ricercano e spesso ottengono nei confronti dell'opinione pubblica, grazie all'uso del verde come elemento di caratterizzazione del progetto, è necessario evidenziarne alcuni limiti.

In primo luogo proprio sul piano della cosiddetta sostenibilità delle soluzioni proposte, in molte circostanze, infatti, il verde per essere mantenuto su supporti artificiali e in condizioni climatiche non ottimali necessita di un ampio ricorso a pratiche manutentive non comuni e di un grande impiego di risorse. In secondo luogo, più in generale, tali interventi quando non sono relazionati ad una effettiva ricerca sullo spazio e sulla tettonica sfociano in operazioni di puro *maquillage urbano* più vicine alle installazioni artistiche o alla pubblicità; in altri casi l'involucro verde diviene un espediente per celare cubature considerevoli, mentre per il mantenimento del comfort interno è necessario il ricorso ad una impiantistica ancora di tipo tradizionale. Infine la pratica dell'interramento, impiegata tra l'altro per limitare l'impatto dei volumi, finisce per produrre alterazioni del supporto terrestre spesso più consistenti rispetto ad un edificio tradizionale, non sempre in linea con la pretesa di sostenibilità cui queste opere, almeno sul piano programmatico, fanno riferimento.

Come buona parte dell'architettura prodotta dallo *star system* internazionale, alla ricerca di configurazioni spettacolari e sorprendenti, molte di queste architetture approdano al superfluo.

A tal proposito Francesco Repishti, sulle pagine di Lotus, ha avuto modo di evidenziare che *“le figure della green architecture, vere o false che siano, appaiono oggi un genere fortemente accettato dalla cultura di massa in alternativa, o abbinato, alle forme high-tech e allo storicismo di maniera”* <sup>(6)</sup>.

<sup>(6)</sup> F. Repishti, *Green Architecture. Oltre la metafora*, Lotus n. 135, pp. 34-37.

(\*) Architetto, Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana, Università *Mediterranea* di Reggio Calabria.

#### 6.8.4 *Riflessioni sui “nuovi” orizzonti di ricerca* *Considerations on the “new” research horizons*

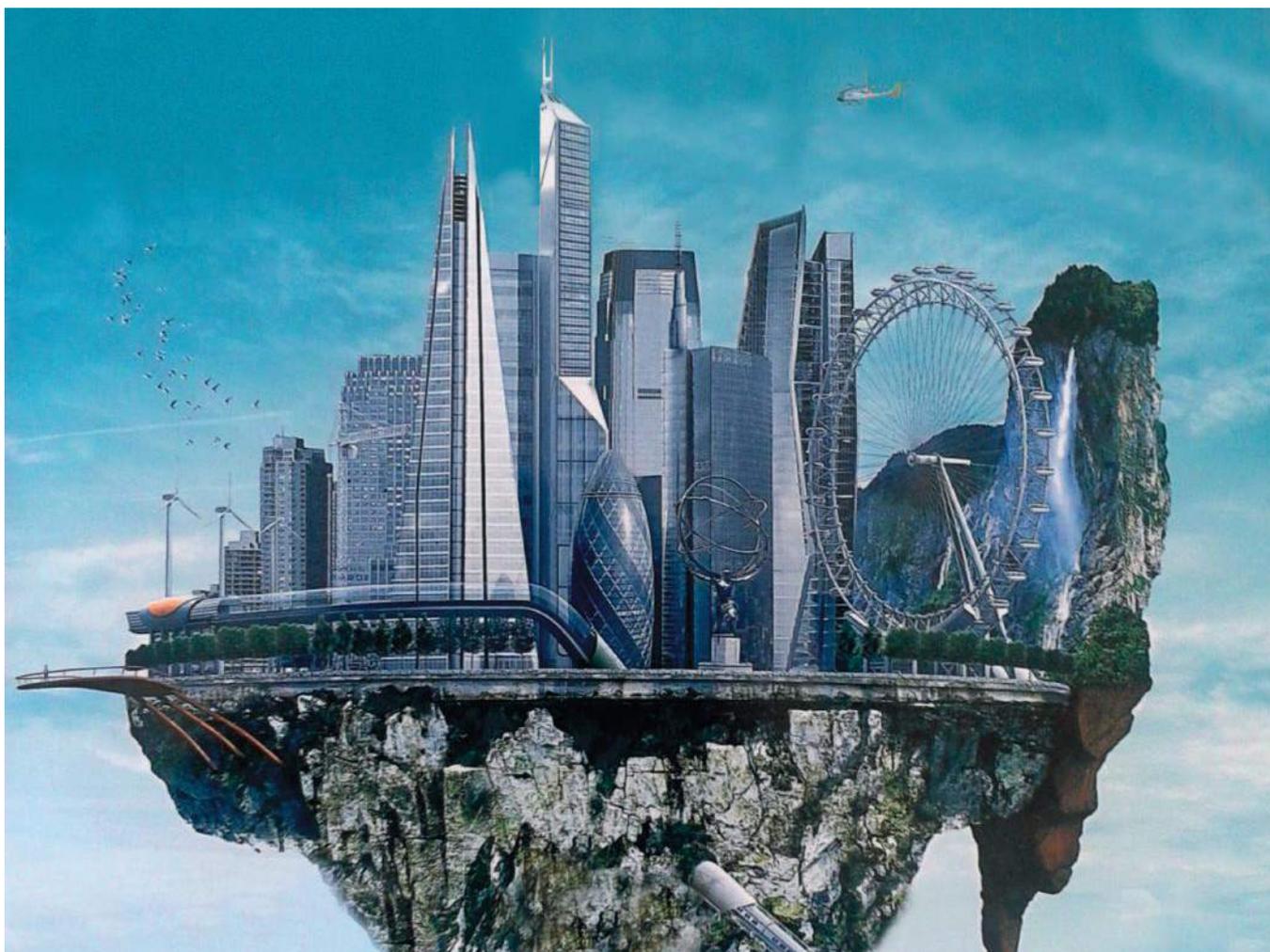
di *Alessandro De Luca* (\*)

##### *ABSTRACT*

*Una società che comprende i propri limiti e quelli della terra non può accettare i consumi eccessivi che hanno caratterizzato l'ultimo secolo. La città non deve essere modificata nel suo essere, piuttosto bisogna lavorare sulla responsabilità e sui doveri di tutti per dar luogo ad un'evoluzione del modello di sviluppo urbano. Questo comporta un'inversione di rotta nella ricerca scientifica e tecnologica, attraverso azioni come quelle intraprese dalla Comunità Europea, che vuole investire nello studio e nell'innovazione per l'abbattimento del dispendio energetico e il controllo del clima, portando in pochi anni un elevato numero d'innovazioni tecnologiche nel campo delle costruzioni e nei processi di gestione del manufatto architettonico.*

*A society that understands its own limitations and those of the Earth cannot accept the over consumption that has characterised the last century. Not only must cities be altered in their essence, but it is essential to underscore the responsibility and duties of every individual to give rise to a revolution in the urban development model. This involves a change of direction in scientific and technological research through actions such as those undertaken by the European Community, that intends to invest in research and innovation to reduce energy waste and control the climate, introducing over just a few years a considerable number of technological innovations in the building sector and in management processes for architectural structures.*

*Cristiano Rinaldi, Dream City, copertina di Wired, n. 40, 2012 (da <http://mag.wired.it/news/2012/05/31/wired-giugno-magazine-smart-city.html>)*



La ricerca della qualità e la volontà di avere il controllo totale sulle azioni, all'interno del settore delle costruzioni, coinvolgono, in modo sempre più complesso, la ricerca sperimentale e i processi progettuali realizzativi.

Sulla base di queste premesse il tema da indagare è quello su come approcciarsi alla sostenibilità, tendere alla riduzione del consumo di energia, di materia e delle emissioni nocive, spingendo alla massimizzazione del riuso e del riciclabile, alla durabilità dell'elemento e dei prodotti, e all'impegno delle risorse rinnovabili.

La difficoltà di trovare un equilibrio fra le diverse innovazioni è determinata da una differenza dei tempi della verifica dell'innovazione stessa. La non sincronizzazione di questi tempi, sempre molto veloci ma non coincidenti tra loro, ha provocato un'assimilazione non equilibrata da parte del sistema insediativo di tutte quelle evoluzioni nel campo dell'energia e della tecnologia. La ricerca avanzata sulla città si è attestata sui modelli denominati *post-petrolio*, *carbon neutral* o *eco-city*, dove alla componente architettonica si associa quella energetica e le sue interferenze dettate dal campo dell'economia, della politica, dei fattori sociali e culturali.

Se la città, come soggetto, esiste in quanto schema interpretativo dal quale astrarre modelli, è ragionevole dire che si continua a studiare i sistemi urbani per comprendere il passato, ma anche con l'intento di prevedere il futuro, nel tentativo di proporre una nuova configurazione.

L'energia rinnovabile e le tecnologie pulite da applicare nel campo dell'architettura sono acclamate come soluzioni per migliorare la qualità della vita. Il bisogno essenziale della casa, intendendo con questo termine un ampio raggio della fase progettuale e costruttiva, si è evoluto, apportando nuove funzioni e nuove componenti tecnologiche non richieste in precedenza. Le opportunità date dalle tecnologie per la comunicazione globale hanno modificato il modo di interagire all'interno della società.

Il sistema insediativo ha raggiunto una dimensione demografica e territoriale tale da risultare non più accettabile così come è stato formulato, i servizi sono diversi e articolati da non poter essere forniti in modo adeguato alla popolazione e al bacino d'utenza.

Attraverso il connubio tra l'evoluzione della tecnologia per la produzione di energia pulita e quella della comunicazione globale, che non conosce differenze di lingue e di cultura, si ha la possibilità di ridurre il peso dettato dal concetto di crescita.

Il concetto di sviluppo sostenibile, in alternativa ai modelli di sviluppo esistenti, ha l'obiettivo di assicurare il progresso della società e di ridurre le disparità di sviluppo. Sviluppo urbano sostenibile significa ottimizzare il sistema, ricercando un grado di autosufficienza per ridurre il consumo e abbattendo il più possibile gli impatti negativi sull'ambiente, sull'economia e sulla società. Trovare un modello sostenibile ed efficiente, per chi vive la città, è la chiave per garantire il futuro della città stessa del Ventunesimo secolo.

Grazie alle nuove tecnologie, assisteremo, nei prossimi decenni, ad una vera e propria rivoluzione, descrivibile come la *terza rivoluzione urbana*, fenomeno sociale del nostro secolo identificabile come il processo di urbanizzazione completa dell'umanità.

La sfida che ne deriva è la sopravvivenza della specie umana. Quindi, risulta essenziale migliorare il modo in cui le città sono gestite. Il rapporto ideale per modificare il sistema urbano sembra essere l'interconnessione tra la popolazione, il sistema insediativo, la natura e la tecnologia.

Lo stesso termine sostenibile è ormai inscindibile quando si parla di architettura: l'oggetto architettonico, indipendentemente dalla qualità del bene, sembra assumere valore solo se al suo interno è inserito un abaco delle tecnologie che rendano l'opera stessa sostenibile. È ovvio che il solo utilizzo delle tecniche costruttive non sia la risposta per fare un'architettura che rincorre la sostenibilità e che coincide con la qualità architettonica.



Rydley Scott, *Blade Runner*, 1982

(<sup>1</sup>) Nel 1972 si tenne a Stoccolma la Conferenza ONU sull'Ambiente Umano, ricordato come la prima tappa di un percorso intrapreso dalle organizzazioni mondiali sulla sostenibilità.

(<sup>2</sup>) Serge Latouche economista e filosofo francese. È uno degli animatori della Revue MAUSS, presidente dell'associazione "La lignée Horizon", Professore Emerito di Scienze economiche all'Università di Parigi XI e all'Institut IEDES di Parigi.

(<sup>3</sup>) Maurizio Pallante, nel 2011, nel libro *Meno e meglio, decrescere per progredire*, scriveva: "La parola decrescita [...] destabilizza chi è abituato a pensare che ogni crescita, la crescita di per sé, sia intrinsecamente positiva, da cui deduce che il prefisso privativo *de-veicoli* un'inevitabile connotazione negativa", decrescita è "il rifiuto razionale di ciò che non serve". Considerando che la crescita non misura realmente il valore dei beni che sono prodotti o dei servizi resi alla società, ma deriva da calcoli monetari.

(<sup>4</sup>) Le radici del pensiero della decrescita affondano negli scritti di autori come John Ruskin, Henry David Thoreau, Mahatma Gandhi e Lev Tolstoj. Il termine decrescita compare per la prima volta, nel 1974, in uno scritto di Nicholas Georgescu-Roegen dal titolo *Demain la Décroissance* e anticipato da Serge Latouche. Nicholas Georgescu-Roegen nel 1971 pubblicava il libro *The Entropy Law and the Economic Process* dove emerge un approccio diverso all'economia e al processo di produzione. Il punto cardine dello studio dell'economista rumeno è collegare al campo economico il secondo principio della termodinamica, o legge di entropia, affermando che in ogni produzione fisica di energia una parte della produzione si trasforma da disponibile a indisponibile.

(<sup>5</sup>) Questi snodi sono rintracciabili attraverso fattori dettati, soprattutto, dal movimento monetario, dallo spostamento turistico, dal valore culturale e dalla qualità del benessere, individuabili nei grandi centri urbani, ormai catalogabili nella schiera di megapoli, organizzate a ospitare la sede della maggior parte dei valori economici appartenenti a una globalizzazione basata proprio su reti che trasformano le città in raccoglitori di risorse. La disciplina dell'architettura diventa motore, o meglio promotore, del futuro dell'uomo, occupando sempre di più un ruolo da protagonista. La crisi economica e, di conseguenza, la ricerca di nuovi mercati, anche molto distanti dal luogo di produzione e di vendita del bene, hanno logorato tutti i sistemi che si basavano sulla produzione e vendita *in loco* dei beni.

I problemi ambientali della fine del Novecento, che hanno determinato una riflessione sulle modalità di sviluppo dell'energia del pianeta, furono affrontati a Stoccolma (<sup>1</sup>), riconoscendo l'incapacità della Terra di supportare il livello dei consumi delle risorse attuate dalla società.

Si mostrò come l'uomo, artefice principale della trasformazione dell'ambiente, fosse anche il responsabile di scelte che hanno comportato una perdita d'integrità del pianeta.

Ad oggi, però, non si riscontra un'esplicitazione della definizione di sviluppo sostenibile che integri al suo interno la componente energetica o la visione d'azioni da applicare all'interno del sistema urbano.

La sostenibilità si dovrebbe concentrare sull'equilibrio tra gli elementi naturali, artificiali e culturali per una determinata qualità di vita, ponendo la necessità di restringere il divario tra poveri e privilegiati, sia all'interno di una stessa società sia tra società diverse.

Il concetto di sviluppo sostenibile è criticato aspramente da alcuni teorici, che lo ritengono non fattibile senza modificare la visione che la società ha della stessa sostenibilità. La richiesta base è quella di comprendere metodologicamente la critica all'ideologia della crescita, ricercando come risultato finale la riduzione dei consumi delle risorse e degli utilizzi energetici. Serge Latouche (<sup>2</sup>), Maurizio Pallante (<sup>3</sup>) e i vari movimenti teorici della decrescita (<sup>4</sup>) ritengono che sia impossibile uno sviluppo economico basato sugli incrementi della produzione in sintonia con la preservazione dell'ambiente. Il processo avviato comporta un sovrasfruttamento delle risorse naturali, l'aumento dei rifiuti e la mercificazione dei beni, portando la società a non essere né sostenibile né duratura.

Legando il principio di entropia all'economia, ogni produzione di bene comporta un consumo di energia e, di conseguenza, la perdita della stessa, non più recuperabile. Aumentando la richiesta di beni diminuirà la quantità di energia disponibile, arrivando al collasso del sistema.

Il sistema insediativo energeticamente non efficiente comporta la dispersione dell'energia, quindi un aumento della richiesta e, di conseguenza, d'inquinamento; al contrario, il sistema efficiente può ridurre le problematiche di una struttura complessa, anche se facendo crescere di meno l'economia, ma aumentando notevolmente la qualità del sistema stesso.

Nel 2007 Jeremy Rifkin, durante una seduta al Parlamento Europeo, afferma il concetto di *terza rivoluzione industriale*. Le trasformazioni economiche si sono sempre verificate attraverso l'avvento delle nuove tecnologie di comunicazione e la variazione della produzione di energia. Oggi la variazione della comunicazione è rintracciabile nella connessione mondiale, attraverso i collegamenti internet; e la variazione energetica, invece, attraverso le rinnovabili. Questo nuovo sistema è un apparato interattivo, capace di creare diverse interconnessioni e nuove opportunità all'interno della città.

I sistemi urbani si sono resi indispensabili l'uno all'altro attraverso caratteristiche simili rintracciabili in ognuno, ma allo stesso tempo con particolarità uniche nel tentativo di farsi conoscere dagli investitori. In questa prefigurazione, la città diventa merce di scambio capace di poter spostare sia capitali economici sia valori culturali.

La città e la rivoluzione energetica delle fonti rinnovabili diventano elementi integranti del sistema di città interconnesse, infrastrutturando nuovi spazi politici, culturali e tecnologici, all'interno di circuiti, costituiti come delle reti neurali e basate su alcuni snodi strategici a livello globale (<sup>5</sup>).

L'ambiente, l'assetto urbano e la riconsiderazione architettonica, dapprima attraverso le infrastrutture, sono modellati all'interno della città nel tentativo di non rimanere fuori da un elevato sentimento globale, per una rinnovata "estetizzazione" che ha occupato il posto del mantenimento del passato costruendo l'identità locale.

Tale operazione comporta la considerazione della città, da sistema urbanizzato, luogo abitato e ambiente amministrato, a un *collage* che stimoli sensazioni attraverso la frammentazione, quasi costante, dei suoi schemi e della sua coerenza architettonica, diventando, da un museo a cielo aperto, un parco giochi dove passato, presente e futuro si mescolano per dare un senso di magnifico e di unicità. Si tende alla città *parco giochi* dove il fruitore principale del sistema, che sia abitante, turista o uomo d'affari, non rientra più solo nel campo consumistico, ma anche nel campo del divertimento e del benessere dove la disposizione indifferente delle tecnologie per la produzione di energia non è una pratica destinata a rispondere ad una questione, ma a ricreare delle nuove attrazioni/emozioni; in questa ottica nascono la questione e la perdita del limite tra architettura e arte.

L'architettura in campo internazionale si sta caratterizzando, durante questi ultimi anni, da opere dal grande risalto mediatico, espressione dell'impellente desiderio di suscitare emozioni. Al principio modernista che imponeva alla forma architettonica di seguire la funzione, oggi, invece, assistiamo al sopravvento del secondo sul primo in cui l'architettura all'interno del sistema insediativo diventa un'ibridazione con l'arte.

Il progetto architettonico non è più disgiunto dall'arte ed è difficilmente catalogabile in un determinato schema strutturale, è concepito come un'opera scultorea e inserito all'interno del tessuto urbano senza una riflessione sul suo uso, ma solo sulla sua forma. Con tale visione le città diventano città-spettacolo ricorrendo ai mass media e a tutte le possibili vie di comunicazione per farsi pubblicità e utilizzando l'architettura come elemento eclatante, capace, attraverso le operazioni attuate negli ultimi anni, come ad esempio nei Paesi arabi, di stravolgere la visione che il mondo ha di un determinato luogo, trasformandoli nei nuovi centri di produzione architettonica caratterizzata dall'assenza di limiti.

La problematica è quella di attuare una sostenibilità senza aver trovato un linguaggio architettonico fatto di *elementi sostenibili*, considerando che le risposte fino a questo momento ricevute sono *di maniera* e non garantiscono il superamento dei limiti necessario alla sopravvivenza. I termini sostenibile, insostenibile, energia, consumo, locale, globale e *glocal* sono utilizzati per rientrare in schemi generati dall'uomo, trasformandoli in elementi che caratterizzano le città.

La produzione di architetture innovative ha spostato i confini delle culture e delle tecniche consolidate richiedendo uno studio approfondito tra architettura e tecnologie energetiche per una ricerca di nuove forme di linguaggio e nuovi rapporti tra le città interconnesse. In questa trasformazione continua e incessante della città, la tecnologia informatica ed energetica ha apportato evidenti variazioni fisiche nel campo urbano. La tematica dell'abitare si è spostata dalla costruzione fisica della città alla costruzione di sistemi di riferimento rendendo possibile l'abitare stesso.

La ricerca sulla sostenibilità dell'edificio e del distretto urbano comporta un dispendio di tempo e di risorse tale che spesso blocca la ricerca stessa. L'Europa, per ovviare questo problema, ha sviluppato fondi e programmi così da individuare le problematiche su cui spingere l'innovazione e per finanziare in modo adeguato il processo dall'idea alla prototipazione.

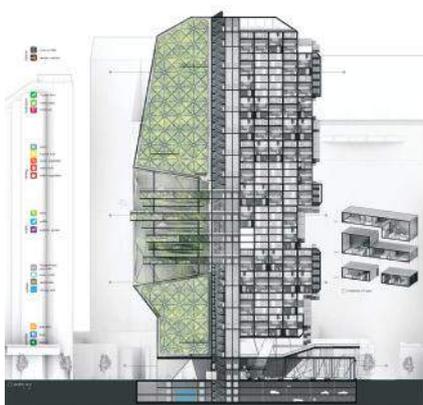
Attraverso la politica di coesione, l'Unione Europea realizzerà gli obiettivi della strategia *Europa 2020*: crescita e occupazione, lotta contro i cambiamenti climatici e riduzione della dipendenza energetica basata sul petrolio, abbattimento della povertà e dell'esclusione sociale. Sono risorse programmate istituzionalmente dove si richiede l'attivazione di un partenariato europeo per innalzare il livello della qualità progettuale finanziando, soprattutto, i gruppi di lavoro; creando, quindi, network per la messa a punto di progetti, politiche d'azione e scambio di buone pratiche.



Gabriele Basilico, Shanghai, 2010



*Michael Light, Los Angeles, 2004, Highways 5 10 60 and 101*



*Vertical Farm market in San Diego, by Brandon Martella*

Gli obiettivi da perseguire sono: l'innalzamento al 75% del tasso occupazionale; l'aumento degli investimenti in ricerca e sviluppo al 3% del PIL dell'Unione Europea; la riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto al 1990; l'aumento del 20% della produzione di energia ricavato da fonti rinnovabili e l'aumento del 20% dell'efficienza energetica; la riduzione del tasso di abbandono scolastico al di sotto del 10% e l'aumento al 40% dei 30-34enni con istruzione universitaria.

La necessità di modificare il sistema urbano che conosciamo è inevitabile. Vivendo in un'epoca dove l'energia e la comunicazione sono al centro della maggior parte dei dibattiti nazionali e internazionali da almeno vent'anni, indagare come la città, l'energia e la comunicazione globale debba dialogare, non è solo utile ma indispensabile. Una società che comprende i propri limiti e quelli della Terra non può accettare i consumi eccessivi che hanno caratterizzato l'ultimo secolo.

La volontà di identificare la città, il luogo in cui viviamo e la terra delle nostre esperienze che cresce e si modifica quotidianamente, è dettata proprio dalla visione della stessa in un organismo che ha il bisogno costante di energia per sopravvivere.

Quando però la richiesta di linfa vitale è talmente alta da comportare un superamento dei limiti, a causa anche di sprechi eccessivi, allora è opportuno modellare l'organismo in modo da rendere possibile la vita. Ciò può essere reso possibile attraverso l'uso corretto della conoscenza scientifica e dell'applicazione di essa.

Il Laboratorio Cognitivo potrà essere il mezzo e lo strumento per dare origine al punto di incontro tra le conoscenze dei singoli laboratori.

Questo attraverso la verifica e l'efficacia delle filiere, la creazione e lo sviluppo di nuove linee guida o buone pratiche per il controllo dei progetti architettonici e urbani, e in particolar modo mediante l'intercettazione e il coordinamento dei bandi europei in collaborazione con altre strutture universitarie o aziende italiane ed europee.

## 6.9 Strategie di sviluppo del Building Future Lab

### Building Future Lab development strategies

di Corrado Trombetta (\*)

(\*) Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

#### ABSTRACT

*Ideare e progettare il Building Future Lab, una grande infrastruttura per la ricerca nel settore delle costruzioni, ha rappresentato un'ambiziosa sfida che, sin dall'avvio, ha palesato grandi difficoltà. Il paper descrive sinteticamente le principali esperienze internazionali che hanno validato il progetto sul piano scientifico e, contestualmente, offre una visione strategica delle future linee programmatiche di sviluppo della sua fase di gestione.*

*The design and the planning of the Building Future Lab, a great infrastructure for research in the construction sector, was an ambitious challenge that, since the beginning, has revealed great difficulties. The paper briefly describes the main international experiences that validated its scientificity and, simultaneously, has provided a strategic vision of future programmatic development of its operational phase.*

La realizzazione del *Building Future Lab* è stata un'esperienza straordinaria. Ne è testimonianza la ricchezza dei contributi contenuti in questa pubblicazione. Ideare e progettare una grande infrastruttura per la ricerca nel settore delle costruzioni ha rappresentato un'ambiziosa sfida che, sin dall'avvio, ha palesato grandi difficoltà. Il voler coinvolgere ricercatori provenienti da aree e formazioni diverse come quelle di architettura ed ingegneria; la scelta di ideare, progettare, brevettare e realizzare delle attrezzature e macchine di nuova generazione oppure, ancora, il voler intercettare il miglior *know how* presente sul mercato dei servizi tecnologici e coinvolgere giovani ricercatori, hanno reso assai complessa l'impresa.

Oggi il *Building Future Lab* è una realtà nata grazie ad una intuizione del Miur, che ha dato l'opportunità alle Università del sud Italia di realizzare diverse infrastrutture per la ricerca in vista del programma comunitario Horizon 2020. Opportunità colta in pieno dall'Università *Mediterranea*.

Questa grande sfida si può raccontare attraverso tre momenti ben precisi: la fase progettuale; l'approvazione delle partite economiche necessarie, ovvero 8,6 M€; la fase della realizzazione del Laboratorio nei tempi e nei modi previsti. Oggi, il Comitato di Gestione del progetto si trova di fronte alla fase più difficile e complessa: la progettazione e la realizzazione della strategia gestionale. Prima di descrivere sinteticamente come e dove far convergere il lavoro finalizzato alla definizione delle strategie di sviluppo, vale la pena di raccontare alcune delle principali esperienze internazionali che hanno, di fatto, validato il progetto sul piano scientifico, offrendo sostegno e spunti programmatici.

Nel giugno del 2015, un'ampia delegazione dei docenti coinvolti nel *Building Future Lab* e gli allievi del Master hanno partecipato al *Building Test Expo 2014, The exhibition for construction product testing and certification*, confrontandosi con i principali benchmark del BFL, per comprenderne la posizione nel panorama internazionale, valutando i competitors scientifici, ottenendo importanti conferme delle ipotesi progettuali.

Nel corso del mese successivo, il Laboratorio è stato presentato presso l'Università di Napoli, in occasione del Convegno "I Distretti Tecnologici per l'innovazione delle costruzioni: ricerca, trasferimento, sperimentazione", organizzato da STRESS, Distretto ad Alta tecnologia per le costruzioni sostenibili dal DiARC, Dipartimento di Architettura - Università di Napoli Federico e dalla SITdA, Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura (1).

(1) C. Trombetta, *Il Building Future Lab dell'Università di Reggio Calabria. Le infrastrutture di testing avanzato per la ricerca.*

In questa occasione è stato possibile divulgare i primi risultati del progetto alla comunità scientifica nazionale. La relazione, in versione sintetica, è stata inoltre pubblicata sul n. 7/14 della rivista scientifica internazionale *TECHNE*. Va sottolineato che le attrezzature principali del *Building Future Lab*, quelle relative al TestLab TestRoom TestCell sono state progettate dal Prof. Trombetta e dal Prof. Milardi con la collaborazione del Prof. Rossetti dell'Università di Venezia e realizzate dalla Robert BOSCH tedesca attraverso la società Rexroth. Ciò ha consentito l'istruttoria ancora in corso di diversi Brevetti, di cui uno già depositato <sup>(2)</sup>.

Ancora nel giugno del 2015, con il Prof. Milardi, il progetto del Laboratorio è stato presentato al 6th International Building Physics Conference (IBPC 2015) di Torino <sup>(3)</sup>.

Nel settembre del 2015, una delegazione di docenti coinvolti nella gestione del BFL, in occasione di un'attività di visiting, ha presentato il Laboratorio alla comunità scientifica di aria architettura, Ingegneria del Politecnico di Madrid. In questa occasione è stato anche istruito un accordo per il monitoraggio di un intervento edilizio sperimentale all'interno del Campus dell'UPM.

Il progetto è stato inoltre presentato, in novembre, a Berna in Svizzera, al 10th Conference on Advanced Building Skins <sup>(4)</sup>.

Tra il 2014 e il 2015, il *Building Future Lab* è stato visitato da numerose aziende e delegazioni scientifiche provenienti dai cinque continenti per possibili accordi di partenariato con il futuro soggetto gestore del laboratorio oggi in istruttoria. Particolare interesse è stato registrato dalle delegazioni provenienti da USA, Canada e Cina.

Un ulteriore *paper* è stato ammesso a partecipare al World Building Congress 2016 che si terrà dal 30 maggio al 3 giugno 2016 a Tampere Finland <sup>(5)</sup>.

A novembre del 2015, il laboratorio è stato presentato alla "China-Italy Science, Technology & Innovation Week 2015", una iniziativa, giunta alla VI edizione, del Miur con il CNR, la Fondazione IDIS - Città della Scienza, il Mise, l'ICE e l'Agenzia per l'Italia Digitale, che rappresenta la principale piattaforma per la Cooperazione con la Cina e consiste in una Missione Scientifica ed Economica sui temi di Horizon2020.

L'evento, coordinato a Pechino dal Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, e dal Ministro della Scienza e Tecnologia della Repubblica Popolare Cinese, è il più importante appuntamento di scambio e di incontri one-to-one sull'innovazione in ambito scientifico e tecnologico tra l'Italia e la Cina. Partecipano all'iniziativa alcuni tra i più importanti centri di ricerca, imprese, Università e aggregati innovativi cinesi provenienti da 8 province e da 4 municipalità.

<sup>(2)</sup> Brevetto di un *nuova* "Apparecchiatura per prove di permeabilità all'acqua su campioni di facciate di edifici". CS2014A000035. (2014)

<sup>(3)</sup> C. Trombetta, *Building Future Lab: a great infrastructure for testing*. Il paper, oltre ad essere stato pubblicato negli atti del convegno anche con un poster, è in pubblicazione sulla rivista internazionale *Energy Procedia*, Elsevier.

<sup>(4)</sup> C. Trombetta, *A Project for new approach for Advanced Building Skin design and testing: the Building Future Lab*.

<sup>(5)</sup> "*Building Future Lab: An Advanced Testing Laboratory For The Construction Industry Located In University Mediterranea Of Reggio Calabria, South of Italy*".

Il Comitato di Gestione, in queste settimane, sta lavorando all'ipotesi della gestione del Laboratorio, ovvero alla realizzazione di una Azienda SpinOff, partecipata dall'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria; azienda che potrebbe intercettare le opportunità riservate a questo speciale sodalizio e a tutte quelle iniziative legate al Trasferimento Tecnologico.

In particolare è in fase avanzata l'ipotesi di un'architettura aziendale che preveda un management riservato ai ricercatori promotori, attraverso statuto e patti parasociali, ma che preveda anche un'ampia partecipazione di quote private, che consentano il sostegno alla fase di startup.

È in fase di valutazione anche la partecipazione alla società di altri soggetti: i Diplomatici al Master attraverso una compagine che li riunisca, ma anche soggetti interessati di natura pubblico-privata.

Un gruppo di lavoro delegato dal Comitato di Gestione sta dettagliando la patrimonializzazione delle attrezzature, delle macchine e degli immobili assegnati al Laboratorio, per poter redigere ipotesi di Business Plan sempre più attendibili da proporre a soggetti privati interessati all'iniziativa.

Una sfida complessa e ambiziosa, ad oggi vinta, ma che per il futuro richiede ancora molta fortuna, tanta condivisione e tanta fatica.



Il settore delle costruzioni appare oggi profondamente mutato.

L'attenzione per il territorio, l'ambiente e il paesaggio; le emergenze energetiche; la sicurezza sismica e quella idrogeologica, fino alla domanda di riqualificazione e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente, suggeriscono nuovi approcci e nuove strategie. I principali protagonisti delle trasformazioni antropiche del territorio - committenti, progettisti, impresa, produzione - sono chiamati a ripensare i propri focus di interesse e le reciproche modalità di interazione.

Ne derivano, per i prossimi anni, nuove sfide strategiche, non più eludibili.

Innovazione, competitività, crescita sostenibile.

Oggi, la formazione universitaria è chiamata a svolgere il ruolo di governo della crescita culturale di un'intera comunità, attraverso la trasmissione di saperi alla classe dirigente e di nuove competenze ai professionisti.

Occorre connettere la ricerca alla formazione e la formazione a rinnovate professionalità perché facciano rete e costruiscano opportunità di crescita per il territorio.

In questo scenario si inserisce l'esperienza del *Building Future Lab Laboratorio di Ricerca Operativa Permanente* dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria, Dipartimento di Architettura e Territorio, e del correlato Master di secondo livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale per la sostenibilità nel settore delle costruzioni* di cui il testo restituisce contributi teorici e approfondimenti sperimentali.

*The construction industry appears to have undergone major changes in recent years. A stronger focus on land, environment and landscape, energy emergencies, seismic and hydrogeological safety, as well as the call for the upgrade and enhancement of existing buildings, have all led to new approaches and strategies.*

*The leading players in the anthropogenic transformations of the territory - contractors, designers, businesses, manufacturers - have been called upon to reconsider the focus of their interest and their mutual interaction modes. As a result, new and unavoidable strategic challenges have emerged for the next few years.*

*Innovation, competitiveness, sustainable growth.*

*In this framework, the University is required to play a role in governing the cultural development of an entire community by providing knowledge to the ruling classes and new skills to professionals. Research needs to be connected to education and education to renewed professional skills so that they may work together to build growth opportunities for the local community.*

*The experience of the Building Future Lab Laboratory of Permanent Operational Research - Mediterranean University of Reggio Calabria, Department of Architecture and Territory, and the related Master's degree in Management and development of experimental research for sustainability in the construction industry, in relation to which this book presents theoretical and experimental papers, fits perfectly in this scenario.*

**Massimo Lauria**, Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria. Svolge attività di ricerca nel campo del building construction e della riqualificazione tecnologica con attenzione ai temi della complessità e normalizzazione della progettazione esecutiva. È direttore del Master di secondo livello in *Management e sviluppo della ricerca sperimentale nel settore delle costruzioni*.

**Massimo Lauria**, Architect, Associate Professor of Architecture Technology at the Department of Architecture and Territory - Mediterranean University of Reggio Calabria. He conducts research in the fields of building construction and technological upgrading with a specific focus on issues of complexity and standardization of final design. He is director of the 2nd Level Master's Degree in Management and development of experimental research in the construction industry.

**Corrado Trombetta**, Architetto, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria. Focalizza i suoi interessi di didattica e ricerca sui temi dell'innovazione e del trasferimento tecnologico con applicazioni alle questioni relative al rapporto edificio-ambiente.

È responsabile scientifico del progetto *Building Future Lab Laboratorio di Ricerca Operativa Permanente*.

**Corrado Trombetta**, Architect, Associate Professor of Architecture at the Department of Architecture and Territory - Mediterranean University of Reggio Calabria. He focuses his teaching and research interests on innovation and technology transfer applied to the relationship between buildings and the environment.

He is also the scientific head of the Building Future Lab Laboratory of Permanent Operational Research.

978-88-916-1283-0



Il catalogo Maggioli Editore è consultabile su [www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it)

SAGGI

ARCHITETTURA  
INGEGNERIA  
SCIENZE