



**The Missing Brick:
Towards a 21st-century Built Environment Industry**

**Il Mattone Mancante:
verso l'Industria dell'Ambiente Costruito del 21° secolo**



The Missing Brick: Towards a 21st-century Built Environment Industry
Il Mattone Mancante: verso l'Industria dell'Ambiente Costruito del 21° secolo

A cura di

Giuseppe Alaimo

Angelo Carbonari

Angelo Ciribini

Bruno Daniotti

Guido Dell'Osso

Maria Antonietta Esposito

ISBN 88-387-6164-7

© Copyright 2012 by Maggioli S.p.A.

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

www.maggioli.it/servizioclienti

e-mail: clienti.editore@maggioli.it

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

L'editore rimane a disposizione degli aventi diritto per eventuali fonti iconografiche non identificate

Il catalogo completo è disponibile su www.maggioli.it area università

Finito di stampare nel mese di ottobre 2012
da DigitalPrint Service s.r.l. – Segrate (Milano)

"La Ricerca (Industriale) nella Produzione Edilizia "

indice

Ciribini A., Introduzione - Foreword 6

1. Prima Parte

1.1 La fase di programmazione pre-progettuale del processo edile 50

1.1.1 Caponetto R., "Innovazione di processo nell'autocostruzione" - "Process innovation in self-building"

1.1.2 Alaimo G., Palazzo F., "La gestione della qualità ambientale e gli eco-regolamenti edilizi" - "Environmental quality management and eco-building regulations"

1.2 Dal progetto al prodotto di qualità per l'industria delle costruzioni 91

1.2.1 Masera G., Malighetti L., De Angelis E., Poli T., Lobaccaro G., "Uno strumento per il progetto integrato di edifici residenziali" - "A tool for the integrated design of residential buildings"

1.2.2 Grecchi M., Masera G., Ruta M., "EdZEN: Edifici sperimentali per uffici a zero emissioni in clima mediterraneo" - "EdZEN: Experimental nearly zero-energy office building in Mediterranean climate"

1.2.3 Imperadori M., Masera G., Salvalai G., "Il progetto RACEM "Rete Artigiana per la Casa Efficiente in Montagna" - "The RACEM project "Artisan Network for Mountain Efficient House"

1.2.4 Imperadori M., Sauchelli M., "VELUXLAB - Il primo NZEB in un campus universitario italiano" - "VELUXlab - the first Italian NZEB in a University campus"

1.3 Design management e la gestione delle consultancy 162

1.3.1 Tubaro G., Di Biagi M., " "Design Management" nel processo di costruzione" - "Design Management in the construction process"

1.4 Project construction management ed i sistemi integrati di gestione 181

1.4.1 Bragadin M., "Quality Breakdown Structure per la costruzione" - "Quality Breakdown Structure for Construction"

2. Seconda parte

2.1 La formalizzazione dei modelli per la progettazione e la costruzione 201

2.1.1 Pizzigoni A., Ruscica G., "Algoritmi di forma delle strutture reciproche" - "Algorithms for design of reciprocal frames"

2.1.2 Paparella R., Zanchetta C., Borin P., "Problematiche di modellazione informativa nell'edilizia" - "Issues in building information modeling"

2.1.3 Giretti A., Ansuini R., Lemma M., "Modelli embedded nel controllo predittivo degli edifici" - Embedded models for predictive control of buildings"

2.1.4 Carrara G., Loffreda G., "Building Knowledge Management System to support Collaborative Design" - "Building Knowledge Management System to support Collaborative Design"

2.2 Building information management 274

2.2.1 Daniotti B., Re Cecconi F., Pavan A., "INNOVANCE: The Italian performance based construction database" - "INNOVANCE: The Italian performance based construction database"

2.2.2 Ciribini A., Chiamone T., Vassena G. "The Field BIM"

2.3 Building performance engineering 310

2.3.1 Capone P., Giusti T., "Protezione antincendio dei beni culturali di valore negli edifici storici" - "Fire protection of valuable contents in historical buildings"

3. Terza parte

3.1 Automation in Construction 331

3.1.1 Dell'Osso G.R., Pierucci A., Spalluto G., "Building Automation Systems per il risparmio energetico degli edifici" - "Building Automation Systems for energy savings in constructions"

3.1.2 Quaquero E., Argiolas C., Carbonari A., Melis F., "Un modello esperto per la stima dei livelli di pericolo nei cantieri edili" - "An expert model for estimating hazard levels in construction sites"

3.1.3 Giretti A., Carbonari A., Vaccarini M., Pescatori G., "Controllo predittivo degli impianti di ventilazione di grandi spazi pubblici sotterranei" - "Predictive control of ventilation systems in large underground public buildings"

3.1.4 Lemma M., Ansuini R., Larghetti R., Pescatori G., "Monitoraggio per il controllo adattativo di edifici" - "Monitoring for adaptive control of large buildings" -

3.1.5 Vaccarini M., Naticchia B., Carbonari A., Scorrano P., "Diagnostica in tempo reale per il monitoraggio strutturale di edifici" - "Real-time diagnosis for building structural monitoring"

3.1.6 Naticchia B., Vaccarini M., Robuffo F., Casolaro A., "Sistema di monitoraggio ultra-pervasivo per le perdite d'acqua" - "Ultra-pervasive monitoring system for water leaks"

3.1.7 Giretti A., Carbonari A., Novembri G., Naticchia B., "Tecnologie automatiche per incrementare la competitività delle imprese di costruzione" - "Increasing competitiveness of construction companies through automation technologies"

3 Quarta parte

4.1 La gestione del ciclo di vita nelle costruzioni 469

4.1.1 Cargiulo C., "Gli standard europei per la Valutazione della Sostenibilità nelle Costruzioni: ruolo degli stakeholders e opportunità per l'industria delle costruzioni" - "European Standards for the Assessment of Sustainability in Construction works: role of Stakeholders and opportunities for the Construction industry"

4.1.2 Erba S., "Valutazione della durabilità per la sostenibilità di edifici esistenti" - "Durability assessment for sustainability of existing buildings"

4.1.3 Daniotti B., Re Cecconi F., Paolini R., Galliano R., "Valutazione durabilistica di sistemi di isolamento a cappotto: Modi di Guasto e Analisi Prestazionale per il clima del Sud Europa" - "Durability evaluation of External Thermal Insulation Composite Systems Failure Modes and Performance Analysis for the Southern Europe Climate"

4.1.4 Trani M., Bossi B., Cassano M., Guastalegname L., "I consumi energetici di cantiere" - "Yard energy data collection"

4.1.5 Alaimo G., Enea D., "Una griglia prestazionale per la definizione della vita utile del pannello sandwich" - "A performance grid for the definition of the sandwich panel service life"

4.1.6 Talamo C., Paganin G., Vitola F., "Informazione e ciclo di vita dell'opera pubblica (SgIOP)" - "Information and life cycle of public works (SgIOP)"

4.2 Le attività sperimentali e il knowledge reuse 579

4.2.1 Marini M., "Infortuni e malattie professionali nel settore delle costruzioni: prevenzione e gestione del rischio attraverso BIM, RFID e sistemi di monitoraggio posturale semi-automatico" - "Injuries and occupational diseases in construction industry: prevention and risk management through BIM, RFID and semiautomatic postural monitoring system"

4.2.2 Spinelli A., "NaturWall© _ facciate in legno multifunzionali per la riqualificazione del patrimonio edilizio" - "NaturWall© _ multifunctional wood façade in existent building refurbishment"

I Position Paper ISTeA 621

5.1 Luigi Morra, Giuseppe Alaimo, "Le attività sperimentali e il knowledge reuse"

5.2 Berardo Naticchia, Gabriele Novembri, Alessandro Carbonari, "Automation in Construction"

5.3 Marco Imperadori, Guido R. Dell'Osso, Maria Antonietta Esposito, Gabriele Masera, Alessandra Pierucci, Matteo Ruta, "Dal progetto al prodotto di qualità per l'industria delle costruzioni"

5.4 Bruno Daniotti, Maurizio Nicoletta, "La gestione del ciclo di vita"

Le attività sperimentali e il knowledge reuse

Luigi Morra^(*), Giuseppe Alaimo^()**

()Politecnico di Torino*

luigi.morra@polito.it

*(**)Università di Palermo*

giuseppe.alaimo@unipa.it

Executive summary

This paper proposes an outlook on the experimentations that potentially represent a very interesting field of research in ISTeA and for which the existing background is wide. A crucial aspect of the experimental activities in the construction field is the ex-ante assessment of durability. In this sense, as well as for many other aspects, the knowledge achieved and derived from the above mentioned tests seems to be quite disperse, so that we think it does make sense to match Experimental Activities and the Knowledge Reuse theme.

In this theme the technological community potentially organizes the knowledge circuit to make knowledge shared, transferable in space and preserved in time.

ISTeA could raise a Net aimed to promote such circulation, lending it as a service to the construction field.

ISTeA

ITALIAN SOCIETY OF SCIENCE, TECHNOLOGY

ENGINEERING OF ARCHITECTURE

1.0 Introduzione

Il presente Paper intende offrire un panorama relativo a quel tema delle sperimentazioni che in ISTeA costituisce un ambito potenzialmente molto significativo e per il quale il bagaglio pregresso è amplissimo. La "knowledge" conseguita e conseguente appare però un po' dispersa, così che si è ritenuto avere un senso abbinare Attività Sperimentali e tema del Riutilizzo della Conoscenza. In questo ultimo viene potenzialmente organizzato il circuito delle conoscenze, per renderle condivisibili nella comunità tecnologica, trasferibili nello spazio e conservabili nel tempo.

1.1 Classificazione

AS Attività Sperimentale¹

Può operarsi la valutazione della qualità delle AS (in particolare per Enti che posseggono Sistemi-Qualità).

1 **ASI** = dell'Industria, a servizio del settore edilizio (non comprendendo le attività interne tese all'innovazione/perfezionamento dei processi produttivi).

2 **ASE** = degli operatori dell'Edilizia, particolarmente Organismi che svolgono Ricerca nel settore.

3 **ASA** = dell'Architettura

Non analizzata ogni valutazione estetico/compositiva e sociologica. Peraltro nell'Architettura potrebbero intendersi quale sperimentazione gli esiti stessi dell'operazione creativa (dipendenti invero anche dalla cura esecutiva) e le procedure progettuali (influenzate attualmente dall'Information Technology).

1 **ASI** può suddividersi in:

- **RD** Sviluppo entro il **Research & Development** di innovazione o perfezionamento dei prodotti industriali
- **MQ** Sviluppo in funzione del **Mantenimento** della produzione (Controllo Statistico della **Qualità** "per variabili", collaudi interni,...)

¹ Procedimento di conoscenza basato sull'esperimento diretto: studio, interpretazione dei risultati, sistematizzazione dei dati acquisiti. Ha per scopo l'utilità tecnica pratica o l'avanzamento delle scienze.

Gli oggetti (materiali, componenti edilizi,..) sottoposti a sperimentazione/controllo risultano "Fuori Contesto" (FC), con la distinzione legata alla loro complessità:

ET = la famiglia degli Elementi Tecnici (che posseggono la complessità) e

MS = la famiglia dei semplici Materiali e Semilavorati d'impiego generale.

Tali oggetti fisici, da produrre o già in produzione, possono essere:

CA = beni destinati all'estemporanea fase dell'ergotecnica edile (CAntiere

ED = prodotti destinati ad essere incorporati nell'organismo edilizio finale permanente (EDificio).

Si tratta di attività tipicamente "di LaBoratorio" (LB), o, raramente, applicazioni reali o simulazioni all'aperto in Campo Prove) CP .

2 ASE può suddividersi in:

• **RI** da operatore istituzionale della Ricerca (Università, CNR, Gruppi, ...) (*)

(*) Programmi autonomi NA, inseriti eventualmente in più vasti progetti nazionali ed internazionali, oppure ricerche finalizzate, COntatti, consulenze, perizie (CO).

• **OM** da Operatore del Mercato (professionisti, società private, ...) (**)

(**) Attività di routine per controlli/certificazioni seguendo correnti STandard (ST), oppure innescate da Problemi Sopravvenuti (PS) comprendendo in questi il CSQ per l'accettazione di forniture.

L'attività ASE si configura tipicamente "LB", talvolta con simulazioni "CP".

ASE si può però estendere a realizzazioni *ad hoc* in scala reale monitorate al VEro (VE) o a controlli su Lunghi Periodi di organismi edilizi già realizzati (LP) (controlli basati sulla diagnostica o sulle prove non distruttive *in situ*).

Questi ultimi casi escono dalla sperimentazione su oggetti "FC" prima introdotta sub ASI, arrivando cioè agli studi del comportamento effettivo in OPera (OP).

Qui può introdursi una distinzione importante tra:

• **PA** = valutazioni sperimentali sugli spazi (Prove sul Sistema Ambientale) e

• **PT** = Prove sperimentali sui concreti Sistemi Tecnologici.

Ancora in ASE possono svolgersi sperimentalmente controlli *step by step* sulla correttezza dell'ESecuzione, quando per es. sussistano codici di buona

pratica di riferimento **ES**. A conclusione dell'esecuzione, avvengono collaudi strutturali od impiantistici sul sistema tecnologico e varie misurazioni sul sistema ambientale.

Con monitoraggi diretti lungo la realizzazione si addivene ai documenti *As Built*.

Fasi specifiche di produzione cantieristica possono subire sperimentazione di "Tempi&Metodi" (**TM**) per misura di produttività, comprendendovi eventualmente aspetti di sicurezza sul lavoro.

In **ASE** intervengono le casistiche già citate precedentemente, con oggetti spesso fuori contesto **FC**, distinguendo la famiglia dei componenti **ET** e la famiglia dei Materiali e Semilavorati d'impiego generale **MS**.

L'attenzione può rivolgersi sia ai pezzi destinati all'organismo edilizio finale permanente **ED** od eccezionalmente ai beni destinati all'estemporanea fase della cantieristica edile **CA**

Importante in **ASE RI** è la distinzione tra:

- **SET** - l'ambito tipico dell'edilizia (**SET**tore interno), inteso allargato a Energia/Impianti/Ecosostenibilità, nonché Scienza e Tecnica delle Costruzioni; e
- **IBR** - i settori molto diversi per metodi e strumenti (attività **IBR**ide, con *bracconaggio* in riserve non edili).

La classe **ASE RI** è ovviamente quella di massimo interesse per **ISTeA**.

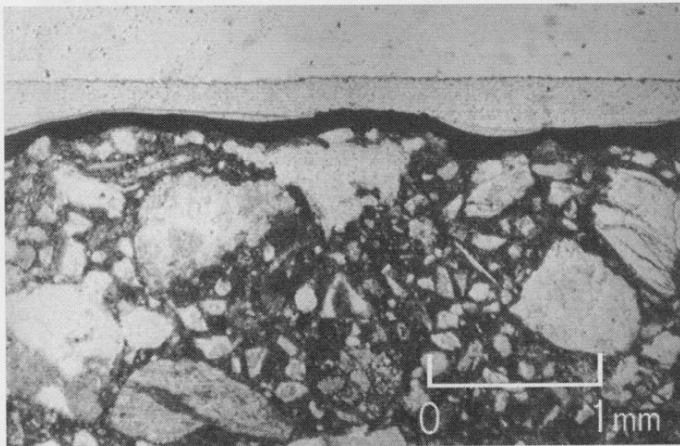


Fig. 1 Valutazioni di durabilità (pitture murali, sezione sottile). **ASE RI, NA, LB, SET, MS, ED, FC**

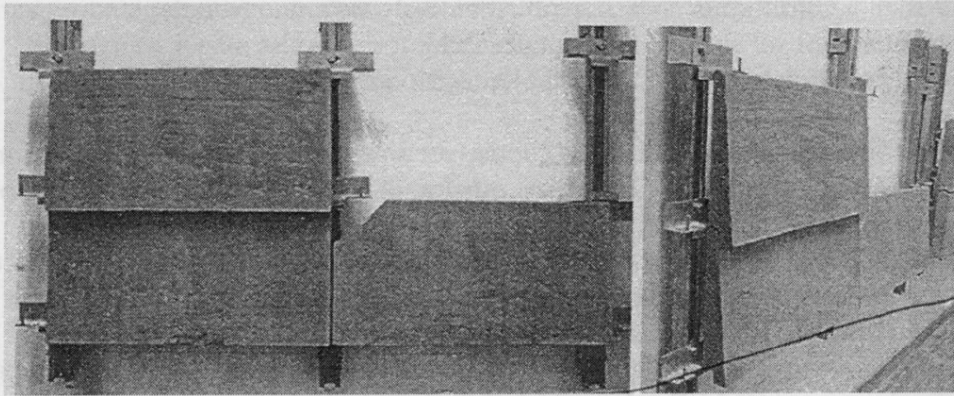


Fig. 2 Allestimento d'innovazione: rivestimento pesante di facciata. ASE RI, CO, LB, ET, ED, SET, FC



Fig. 3 Valutazioni di durabilità (pitture murali). ASE RI, NA, CP, SET, MS, ED, FC

2. Stato dell'arte

2.1 Lo scenario internazionale, in tema di durabilità

La conoscenza del requisito di durabilità consente di poter programmare le risorse da impiegare in un equilibrato rapporto tra costi e prestazioni nelle diverse fasi del processo edilizio (progettazione, costruzione, gestione, dismissione ed eventuale riciclaggio) ed in definitiva contribuire alla sostenibilità dell'attività costruttiva.

La Direttiva Europea 106/89/CEE per il riconoscimento dell'idoneità all'impiego aveva già stabilito che i prodotti da costruzione devono soddisfare i sei requisiti essenziali² per un periodo di vita economicamente ragionevole, al fine di assicurare assieme alla qualità tecnologica anche la sostenibilità dell'organismo edilizio.

Il Regolamento UE 305/2011 (in vigore dal 24/04/2011, ma alcuni articoli saranno applicabili soltanto a partire dal 1° luglio 2013), introduce modifiche alla Direttiva 106/89/CEE, abrogandola, fissando nuove condizioni armonizzate più incisive e dettagliate per gli operatori e gli organismi coinvolti, intendendo così rispondere alle accresciute complessità del processo edilizio e della fabbricazione di prodotti e componenti, rispetto a venti anni fa (come emerge in modo chiaro dalla lettura dei sette requisiti di base delle opere di costruzione). Il Regolamento introduce infatti, il settimo requisito: *Uso sostenibile delle risorse naturali - Le opere di costruzione devono essere concepite, realizzate e demolite in modo che l'uso delle risorse naturali sia sostenibile e garantisca in particolare: (..) b) la durabilità delle opere di costruzione (..).*

2.2 I temi sperimentali ISTeA

Dall'insieme delle attività di ricerca sperimentale svolte dai ricercatori delle varie Sedi e presentate in ambito di incontri annuali ISTeA dal 2005 possono essere evidenziati diversi esempi.

Una gran parte di tale attività riguarda l'involucro edilizio, in questi ultimi anni protagonista di una rapida evoluzione, proprio perché l'elemento tecnico deputato al governo degli scambi di energia tra lo *spazio incluso* e lo *spazio dell'ambiente circostante* (Colajanni, 2010), con l'obiettivo di

² 1. Resistenza meccanica e stabilità; 2. Sicurezza in caso d'incendio; 3. Igiene salute e ambiente; 4. Sicurezza d'uso; 5. Protezione dal rumore; 6. Risparmio energetico e ritenzione di calore.

contribuire alla ottimizzazione delle sue funzioni, nell'ottica generale del risparmio energetico e della sostenibilità dell'intero organismo edilizio.

Di seguito vengono accennati i temi delle attività sperimentali di ricerca svolte, suddivisi per grandi ambiti e con l'indicazione delle Sedi interessate.

1) Innovazione tecnologica per l'efficienza energetica

- Impiego di materiali a cambiamento di fase (PCM – Phase Change Material), che grazie all'alto calore latente di fusione, possono essere usati per integrare l'inerzia termica in specie di componenti ed elementi tecnici di strutture stratificate a secco.

Esempi: pacchetto di riscaldamento a pavimento e a soffitto, parete leggera interna stratificata (gesso e paraffina), pannelli fibrorinforzati, pannelli sandwich per interni, *folding screen* come elementi di pura captazione di energia solare, parete esterna con intercapedine d'aria e vetro a costituire un sistema di controllo attivo (Milano, Ancona).

- Ottimizzazione funzionale di componenti ed elementi tecnici tradizionali, anche attraverso un controllo del loro assetto funzionale attraverso l'inserimento di elementi e/o sistemi che ne rendono variabile il funzionamento.

Esempi: miglioramento complessivo della qualità di serramenti in lega di alluminio attraverso una ridefinizione del loro assetto funzionale (Milano), miglioramento prestazioni fonoisolanti di facciate vetrate attraverso sistemi di controllo delle vibrazioni (Ancona).

Parete esterna ventilata integrata da un sistema di nebulizzazione d'acqua su strato isolante assorbente con la funzione, attraverso l'elevato calore latente di bloccare i flussi entranti (Ancona). Facciata vetrata a funzionamento selettivo tramite sistema di schermatura statico (Milano). Finestra a schermatura dinamica in cui la modificazione delle caratteristiche termiche e luminose vengono modificate attraverso un sistema "intelligente" basato sulla introduzione di un liquido schermante in una apposita intercapedine delle vetrate (Ancona, Palermo). Involucri opachi (facciate ventilate) in grado di controllare i flussi di energia attraverso un comportamento dinamico tramite elementi incorporati (pannelli fotovoltaici e pompe di calore) (Milano).

2) Gestione della costruzione in sicurezza (Construction Management, ICT integrato)

- Sistema informativo per la gestione del processo costruttivo, basato su tecnologie informatiche, che raccoglie e mette in relazione tra loro dati informativi provenienti dalle diverse fasi del processo edilizio (Bari).
- Sistema (brevetto SIPIC) di monitoraggio degli operatori, ai fini della sicurezza all'interno del cantiere, attraverso l'applicazione ai DPI di

sistemi di identificazione basati su tecnologia RFID (Radio Frequency Identification Device) (Bari).

- Prototipo di sistema di controllo automatico del rischio di infortunio in cantiere (Ancona)
- Sistema di controllo automatico delle risorse umane (mano d'opera) nei cantieri (Ancona)
- Simulazione con tecnologia BIM di modelli di cantieri (Bari, Potenza)
- Sistema automatico di monitoraggio della stabilità degli edifici (Ancona)
- Validazione di metodologie e tecnologie di monitoraggio automatico del cantiere (Brescia).

3) Trasferimento tecnologico (innovazione per)

- Interventi di consolidamento strutturale con l'uso materiali polimerici fibrorinforzati (FRP) (Ancona, Napoli).

4) Assemblaggi innovativi di tecniche costruttive al vero (costruzioni stratificate a secco, basso consumo energetico e impatto ambientale, soluzioni impiantistiche integrate)

- Residenze e un centro servizi per anziani con avanzate caratteristiche di sostenibilità ambientale (Milano).
- Sistema TRAME. Telai Reversibili in Acciaio Modulari Ecosostenibili (Milano)
- Edificio sperimentale con caratteristiche di efficienza energetica e innovazione tecnologica (Milano).
- Edificio per uffici ad alta efficienza energetica (Milano).
- Scuola "Passiva" (Milano).

5) Controllo qualità – Innovazione di processo

- Metodologie di approccio innovative per il raggiungimento di standard di qualità negli interventi edilizi e il loro mantenimento nel tempo (Palermo).
- Metodi prestazionali evoluti per la valutazione sperimentale della durabilità di componenti edilizi (pareti perimetrali verticali, infissi, coperture, legno lamellare, intonaci, pitture,..) (Milano, Torino, Brescia, Napoli, Catania, Palermo).
- Tecniche di misura termografica per la valutazione del comportamento dell'involucro (Ancona).

6) Innovazione di prodotto (materiali naturali per nuovi usi)

- Uso di materiali naturali con vocazione pozzolanica quali additivi alternativi naturali per il cemento/calcestruzzo (Esempio: bambù, pula di frumento) (Firenze).
- La canna palustre per usi strutturali (Ferrara).

7) Automation in Construction

- Proposta di nuove attrezzature robotizzate per l'esecuzione di attività ad alta incidenza di mano d'opera e di rischio per l'integrità e la salute dei lavoratori. (macchina per l'esecuzione di opere di pitturazione muraria) (Ancona).

3 La Vision: Riutilizzo della conoscenza (Knowledge Reuse)

Dopo l'avvento del post-fordismo (Rullani, 2001), il cambiamento radicale della produzione industriale, il passaggio al terziario avanzato e la globalizzazione economica, il mondo occidentale vive oggi una complessa crisi economica, sociale e ambientale, che non ha risparmiato il settore delle costruzioni, e che impone profonde riforme all'attuale modello di sviluppo.

Per l'Italia, in particolare, sesta economia del mondo ma 51-esima economia digitale (CNEL, 2011), le difficoltà di crescita stanno proprio nella bassa produttività e competitività, i cui fattori principali sono: dualismo nella dimensione delle imprese, scarsa diffusione ed uso di tecniche organizzative e produttive (nelle imprese e tra le imprese), scarsi investimenti nella ricerca e in capitale umano (Draghi, 2010).

Al fine di trarre le opportunità offerte dall'attuale *economia dei servizi* (70% del PIL), è in atto una riflessione sul ruolo della conoscenza come servizio e valore per l'intera società ed in particolare sul valore del riutilizzo della conoscenza che, attraverso la condivisione del sapere, consente di valorizzare gli investimenti eseguiti nell'immateriale e nell'innovazione di cui le attività sperimentali costituiscono una espressione.

Riutilizzo della conoscenza vuol dire codifica dei risultati della ricerca, archiviazione e diffusione in rete. Tutto questo, nel caso si operi su reti lunghe, deve essere organizzato attraverso sistemi e metodi di *Knowledge Management* (KM), che hanno come obiettivo la *standardizzazione* del sapere, l'affidabilità e l'agevole fruibilità dei circuiti cognitivi (Rullani, 2001).

Una effettiva trasferibilità e consolidamento della conoscenza all'interno di una comunità scientifica (*approccio distribuito*), presuppone una sua *ri-contestualizzazione* attraverso la partecipazione ai processi di implementazione e codifica, processi di condivisione, ma anche di revisione e confronto critico (Bonifacio e Bouquet, 2002).

In tale quadro, l'industria delle costruzioni, per il peso economico e la sua importanza sociale, è chiamata a dare un significativo contributo alla soluzione della crisi, attraverso interventi sulla qualità delle costruzioni, che, in linea con le attuali esigenze di sostenibilità e di impatto ambientale, debbono riguardare l'efficienza energetica degli edifici e la compatibilità ambientale dei materiali utilizzati (Strategia "Europa 2020", Direttiva Europea 31/2010/CEE, Piano d'Azione nazionale per l'efficienza energetica (PAEE) del 2011, Piattaforma Tecnologica, ANCE e Federcostruzioni,...).

A tale domanda di sviluppo e rilancio, soprattutto nella riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, il settore è chiamato a dare risposte in termini di innovazione tecnologica nelle varie soluzioni da adottare, che devono essere ricercate e attuate attraverso un approccio di filiera (Federcostruzioni, 2011), in cui svolga un ruolo paradigmatico una ricerca interdisciplinare efficace ed efficiente, condotta attraverso la creazione di reti e la individuazione di progetti condivisi, i cui esiti, in termini di nuova conoscenza, vengano resi rapidamente e generalmente disponibili.

È chiaro che questi auspici prevedono il superamento della separazione tra la ricerca condotta all'interno dell'Università, rivolta prevalentemente alla divulgazione dell'innovazione, e quella dell'Industria delle costruzioni rivolta più decisamente verso una innovazione applicata, che si attua soprattutto per trasferimento tecnologico, modalità peraltro che oggi offre impensate opportunità (piattaforme digitali, macchine a controllo numerico per la produzione industriale personalizzata, nano-materiali, PCM, etc.) e che ha prodotto anche ricadute su ruolo e qualificazione del progettista (Paoletti, 2009).

4. Sfide e aree di ricerca: sperimentazioni sulla durabilità

La globalizzazione dei mercati e l'accresciuta concorrenza in tutti i settori produttivi impone la razionalizzazione delle risorse in tutte le fasi del processo edilizio e la diffusione del concetto di qualità, affiancato a quello di sostenibilità, come adeguamento alle nuove esigenze dell'utente e dell'ambiente (Maggi, 2000).

In tale quadro diviene essenziale il raggiungimento e il mantenimento nel tempo dei livelli di qualità previsti, attraverso efficaci procedure di prevenzione e controllo della qualità in tutti i suoi aspetti (UNI 10838).

Soprattutto oggi con la crescente richiesta di risorse, l'aumento del costo delle materie prime e l'impiego di queste risorse anche in termini di

consumi energetici e di impatti sull'ambiente.

In campo nazionale, l'aspetto della durabilità, sulla scorta dell'esperienza internazionale che aveva determinato la pubblicazione della norma ISO 15686, è stato trattato dalla commissione UNI-GL15 "Valutazione della durabilità dei componenti edilizi" che ha portato ad approvazione la norma UNI 11156-1-2-3 (2006).

Anche nel D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), viene ribadito come gli aspetti della qualità, sicurezza e durabilità risultino fondamentali e quindi da perseguire in tutte le fasi di progettazione-costruzione dell'opera e introduce il principio della vita utile di progetto per diverse classi di opere. Il Committente e il Progettista, di concerto, dichiarano nel progetto la vita utile dell'opera.

Nei principi fondamentali (2.1) si legge: *"la durabilità (..) deve essere garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione. I prodotti ed i componenti utilizzati per le opere strutturali devono essere chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche...."*.

E ancora: *I materiali ed i prodotti, (..) devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione.*

In campo internazionale la metodologia generale per la valutazione della durabilità di componenti edilizi, prevista dalla ISO 15686 - Buildings and constructed assets - Service life planning, è finalizzata alla definizione delle:

- vita utile in condizioni di riferimento o Reference Service Life (RSL);
- vita utile in condizioni di progetto o Estimated Service Life (ESL).

Alla prima si perviene attraverso prove sperimentali su campioni sottoposti a prove di invecchiamento accelerato in laboratorio e di invecchiamento naturale in esterno, ovvero da indagini statistiche o dati forniti dai produttori.

Alla seconda si perviene correggendo i valori di RSL col Metodo Fattoriale (fino ad ora l'unico metodo previsto dalle norme internazionali), basato su fattori moltiplicativi che tengono conto delle condizioni particolari di utilizzazione.

Un possibile ausilio all'applicazione del metodo fattoriale, che ne limita l'elevata soggettività, è costituito da griglie prestazionali per l'attribuzione dei valori ai diversi coefficienti.

Per la determinazione della Vita Utile di progetto, secondo i metodi descritti nella ISO 15686-2 e UNI 11156-3, risulta quindi necessario poter disporre

di una raccolta dati di Vita Utile di Riferimento cui gli operatori interessati possano attingere. A tale scopo risulta in atto la costruzione di una Banca Dati internazionale di RSL, in collaborazione tra il DBCG (Durability of Building Components Group) del Politecnico di Milano e il CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment) sede di Grenoble, in cui vengono raccolti, selezionati e formattati dati utili per la valutazione della Vita Utile (ISO 15686-8).

La Banca Dati internazionale di RSL costituisce il “prodotto” finale di una filiera esemplificativa di lavoro tra (network) Reti locali, nazionali ed internazionali³ e costituisce anche una modalità di possibile riuso e diffusione della conoscenza tecnologica specializzata rivolta a tutti gli operatori del Processo Edilizio interessati ai dati utili per la definizione della vita utile di materiali, componenti, elementi edilizi.

Come tale la banca dati costituisce, infatti, una organizzazione standardizzata (ISO 15686-8) della conoscenza, secondo i principi del KM, con l’ausilio della Information and Communication Technology (ICT). Le informazioni, vengono organizzate in funzione dei diversi fattori del Metodo Fattoriale (ISO 15686-2), per i quali vengono proposti range di valori caratteristici. Per ciascun materiale o componente edilizio vengono proposte delle griglie di valutazione prestazionale contenenti, per ciascun sub-fattore, dati quali/quantitativi utili per il calcolo della vita utile, accessibili ai diversi professionisti interessati (progettisti, manutentori,..).

Un ulteriore sviluppo della ricerca è costituito dalla possibilità di poter relazionare in modo interoperabile, la banca dati per il calcolo delle ESL, con la logica Building Information Model (BIM) col supporto di tecnologie Industry Foundation Classes già predisposte (Daniotti e Spagnolo, 2008).

Il *Knowledge Reuse* (KR) può intervenire come *ispirazione verso l’Innovazione*, (anche dei metodi o delle tecniche di sperimentazione) e può, insieme alla valorizzazione del lavoro multidisciplinare in rete ed un

³ Con l’occasione di un programma di ricerca scientifica di rilevante interesse nazionale (PRIN 2003), è stata costituita la Rete Nazionale Durabilità, nella quale alcune Università e Politecnici italiani si sono impegnati nella valutazione della durata di vita utile di vari componenti edilizi. Tale lavoro, che continua ancora oggi, ha portato ad un convegno nazionale di presentazione dei primi risultati raggiunti (Palermo, 2006), la pubblicazione di volumi sul lavoro specifico di ogni sede, di un volume di sintesi sul lavoro comune e di uno Status Report da parte della commissione CIB W80 WG3-Test Methods for Service Life Prediction, curato dal BEST del Politecnico di Milano, sullo stato dell’arte dei metodi sperimentali per la valutazione della vita utile.

maggior accesso alle informazioni, contribuire a quell'auspicato aumento di produttività e competitività.

Nel percorso per il raggiungimento di tali obiettivi risultano fondamentali le attività sperimentali che costituiscono il necessario investimento per la verifica della validità e dell'efficacia di una idea progettuale o di una soluzione tecnologica innovativa e in generale per l'acquisizione di conoscenze sul comportamento di nuovi materiali, prodotti, componenti, sistemi.

Infatti la ricerca applicata per l'innovazione può riguardare (Zambelli, 2005): **Materiali**: tradizionali o innovativi high-tech, testati sulla base della loro compatibilità con l'ambiente, (LCA, LCC, durabilità, riciclaggio,...)

Qualità di prodotti: il cui livello può essere innalzato, soprattutto per la complessità dei componenti dell'involucro rivolta alla efficienza energetica, attraverso una progettazione interdisciplinare integrata.

Nuovi sistemi costruttivi ottenuti dall'assemblaggio di elementi innovativi semplici al fine di una integrazione di prestazioni.

5. Iniziative e progetti di ricerca di ISTeA

Vale l'idea, recentemente circolata al suo interno, di costituire una **Struttura Reticolare di Sperimentazione**.

Si tratta della creazione di una struttura a rete di sperimentazione tra le diverse Sedi/Ricercatori/Gruppi di ricerca che trovano un comune riferimento in ISTeA.

Attraverso:

- Unità di coordinamento informativo delle attività sperimentali e marketing;
- Sinergia, complementarità tra i ricercatori e le attività sperimentali delle diverse Sedi, al fine di affrontare temi di ricerca più ampi e coordinati attraverso una razionalizzazione delle risorse, anche umane, giungere anche nelle attività sperimentali ad un aumento di produttività e competitività;
- Sfruttamento massimo dei benefici del riuso della conoscenza all'interno della struttura a rete di sperimentazione e del trasferimento dei risultati della ricerca al mondo produttivo.

La rete proposta può contribuire a:

- Offrire un servizio più ampio, alle imprese in modo da rafforzare le relazioni tra il mondo della ricerca e quello della produzione e interfacciare maggiormente problemi di ricerca e problemi di mercato;
- Favorire la mobilità temporanea mirata di giovani ricercatori presso le diverse sedi;
- Agevolare processi di sviluppo della ricerca applicata;
- Creare sinergia con l'esigenza/offerta nazionale d'innovazione;
- Limitare la frammentazione e l'individualismo nella ricerca;
- Accrescere i servizi a disposizione delle imprese della produzione edilizia.

6. Bibliografia

1. Bonifacio M., Bouquet P., "Una visione distribuita del sapere organizzativo: il ruolo dell'intelligenza artificiale", *Sistemi&Impresa* n° 6/2002.
2. CNEL, Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro, "L'Information Communication Technology come fattore di crescita del Paese", *Assemblea*, 29 novembre 2011.
3. Colajanni B., "Il concetto di involucro" in Pellitteri G., "L'involucro architettonico. Declinazioni digitali e nuovi linguaggi", Edizioni Fotograf, Palermo 2010.
4. Comuzzi M., Francalanci C., "I sistemi per la gestione della conoscenza (KM). Soluzioni, criticità, utilizzo". *Mondo Digitale* n.2, (2007).
5. Daniotti B., Lupica Spagnolo S., "La banca dati sulla durabilità dei componenti edilizi", in atti del VII Convegno Nazionale ISTeA (Lerici, 2008) a cura di Masera G., Ruta M., "Sostenibilità e innovazione in edilizia", Aracne, Roma 2009.
6. Draghi M., "Crescita, benessere e compiti dell'economia politica", *Convegno in ricordo di Giorgio Fuà "Sviluppo economico e benessere"*, Ancona, 5 novembre 2010.
7. Federcostruzioni, "Primo rapporto sullo stato dell'innovazione nel settore delle costruzioni", Presentato al MADEexpo, 10 Ottobre 2011 (Fiera Internazionale: Milano Architettura Design Edilizia).
8. Maggi P.N. (a cura di), (2000) "La qualità tecnologica dei componenti

- edilizi. La durabilità”, Epitesto, Bologna.
9. Paoletti I., “Trasferire l’innovazione”, Modulo n. 353, pag. 620-624, 2009.
 10. Pavan A., “Gestione integrata delle informazioni tecnico/economiche per l’ottimizzazione del processo edilizio. InnovANCE: banca dati delle costruzioni”. In atti del “VIII Convegno Nazionale ISTeA, “Ricerche ISTeA verso una edilizia ragionevole” a cura di Capone P., Isola d’Elba 18-20 Giugno 2009, Edizioni Medicea Firenze 2010.
 11. Rullani E., “New/Net/Knowledge Economy: le molte facce del postfordismo”, *Economia e Politica Industriale*, n.110, pp. 5-32 (2001).
 12. Zambelli E., “Innovazione nei processi produttivi e tecnico-esecutivi”, IV Convegno Nazionale ISTeA, Barletta 2005.
 13. UNI 11337:2009 "Edilizia e opere di ingegneria civile - Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse - Identificazione, descrizione e interoperabilità"