

Sergio Croce
Giuseppe Turchini

Building Science, ricerca didattica, formazione: durabilità e patologia edilizia

Building science, research, education: durability and building pathology

The paper will report about the activities of two BEST research groups which are working with CIB- International council for research and innovation in bulding and construction in the commission and with "W86 Building Pathology" and "W80/RILEM TC 175 Service Life Methodologies". One first working group is the Building Pathology Laboratory (BP Lab) that gathered experiences, know-how and resources since the seventies, with the aim to set up tools and methods for audit and diagnostics, and to develop a data base of documents on the most relevant pathologies regarding building technologies.

One second working group, the Durability of Building Components Group, has been working for years on durability and is dealing with the a-priori evaluation of building components' service life in different climate and use conditions. In particular two theoretic-

cal- experimental researches are presented. The first one is regarding the accelerated aging of external finishing for brick wall systems, evaluated through the decay of functional characteristics and of protective degree. The sites for natural aging are located in Milano, Lugano, Napoli and Palermo, while the accelerated aging test are developed through a special ad hoc apparatus at the Technical Experimental Laboratory in Lugano and the Universities of Napoli and Palermo. The second theoretical-experimental research sponsored by an industry in the building sector, is regarding the use of Dynamic Mechanical Analysis (DMA) to set up new testing methods to evaluate in the production phase the service life of water-tightness ▶

Lo studio dei materiali nel settore dei componenti e dei sistemi costruttivi per l'edilizia e in particolare la loro attitudine a svolgere e a mantenere nel tempo specifici carichi funzionali, richiede necessariamente una approfondita attenzione alle diversissime soluzioni costruttive in cui trovano applicazione. È infatti dalla loro messa a sistema che i fenomeni inevitabili collegati all'*invecchiamento* possono trovare condizioni di accelerazione o di ritardo. Lo studio della *qualità intrinseca* dei materiali per l'edilizia deve essere quindi accompagnato dallo studio della *qualità di relazione* che si viene a istituire in modo diversificato all'interno di ciascuna soluzione costruttiva. Il confronto di un materiale con gli agenti di alterazione e quindi l'affidabilità di una soluzione costruttiva è infatti condizionata da situazioni tecnologiche, ma anche e in modo molto consistente dal contesto ambientale che può rendere affidabile o non affidabile l'adozione di un determinato materiale all'interno di una determinata soluzione costruttiva.

È questa la ragione per cui negli anni, all'interno del settore delle costruzioni, si sono sviluppati nuovi ambiti di ricerca che vanno sotto il nome di Durabilità e Patologia edilizia. Tali discipline affrontano il tema dei processi interattivi di invecchiamento di sistemi e sottosistemi edilizi, la prima nel caso in cui essi siano intrinseci ad una determinata soluzione la seconda nel caso in cui siano dipendenti da errori, quindi da fattori di disturbo e conseguenti stati morbosi.

La patologia edilizia [1] in particolare è una disciplina relativamente recente che si è sviluppata a partire dagli anni '70[2], come conseguenza della notevole diffusione di guasti derivanti da errori di progettazione e quindi da una anticipazione imprevista del raggiungimento dello stato di guasto, non congruente con le logiche di invecchiamento naturale convenzionalmente accettate.

L'importanza di tale disciplina è evidenziata dal fatto che gli esiti infausti di una cattiva progettazione determinano attualmente non solo notevoli extra costi, non marginali nei riguardi dell'economia nazionale, ma anche un utilizzo improprio delle risorse naturali e quindi impatti ambientali non più sostenibili.

Come si può comprendere, si tratta di una disciplina che trae la propria linfa dall'analisi di casi reali: il laboratorio è in questo caso costituito dal patrimonio edilizio nella sua realtà di dinamica trasformazione delle tecniche e tecnologie costruttive.

All'interno dell'ex DISET ora BEST si è quindi formata nel tempo una struttura operativa, il Building Pathology Laboratory (BP Lab), in cui sono confluite esperienze, competenze e risorse attivatesi fin dagli anni '70, con l'obiettivo di mettere a punto strumenti e metodi di rilievo e di interpretazione diagnostica, e di sviluppare una base di dati di documentazione sui principali modi di guasto che interessano i sistemi costruttivi dell'attuale edilizia. Le attività di servizio verso l'esterno sono orientate a fornire un supporto per la messa a punto di nuovi prodotti e componenti edilizi, all'analisi del rischio di degradi anticipati attraverso la revisione e validazione dei progetti, ad attività di supporto alla risoluzione di contenziosi e più in generale allo sviluppo di servizi diagnostici.

Per quanto riguarda gli aspetti formativi, l'attività del gruppo si esplica attraverso l'organizzazione e il patrocinio di incontri, seminari, convegni, congressi, corsi di aggiornamento, nonché nella introduzione della disciplina all'interno dei corsi di laurea di Ingegneria e Architettura. A questo proposito il primo insegnamento di Patologia edilizia e diagnostica è stato attivato quest'anno nel Corso di laurea in Ingegneria Edile del nuovo ordinamento.

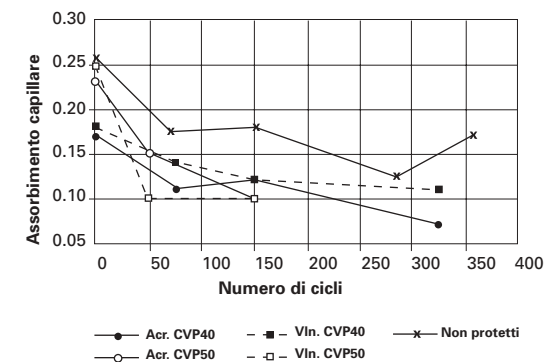
L'attività internazionale si muove in particolare all'interno del CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) anche attraverso la funzione di coordinamento del working group *W086-Building Pathology* iniziata nel 1997 [3].

Un altro settore non estraneo, ma sinergico con quello della Patologia edilizia, sul quale si sono concentrate le attenzioni di ricerca fin dagli anni '80, è quello della durabilità di componenti e sistemi, che ha portato alla formazione appunto del gruppo operativo Durabilità prima nel DISET ed ora all'interno del BEST.

È questa una disciplina che si occupa della stima a priori della durata reale di componenti e sistemi edilizi nei vari contesti tipologici e climatici. L'obiettivo è quello di fornire ai progettisti degli elementi su cui impostare una corretta selezione di sistemi costruttivi, in relazione alla loro capacità di mantenere nel tempo livelli prestazionali superiori a determinati standard.

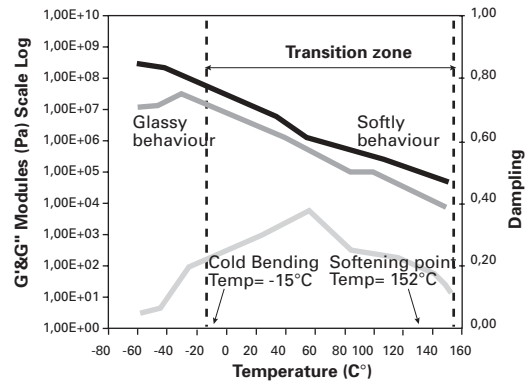
All'interno delle attività del CIB W080/RILEM TC 175-SLM *Service life methodologies*, in un quadro di cooperazione internazionale con il Laboratorio Tecnico Sperimentale della Scuola Universitaria della Svizzera Italiana e nazionale con l'Università

1. Prove di invecchiamento di cicli protettivi applicati su supporti murari: grafico dell'andamento del coefficiente di assorbimento dell'acqua in funzione dei cicli di invecchiamento



di Torino, Napoli, Salerno, si stanno conducendo programmi di ricerca teorica e sperimentale per la messa a punto di un metodo per la valutazione della durabilità dei componenti edilizi [4]. Fulcro di questo programma è la validazione sperimentale del metodo attraverso analisi comparative dei risultati sperimentali del degrado e del decadimento delle prestazioni e delle caratteristiche funzionali di componenti e dei materiali costituenti, dopo cicli di invecchiamento accelerato in laboratorio e naturale in esterno. Le stazioni di invecchiamento naturale sono localizzate a Milano, a Lugano, a Napoli e Palermo, mentre per le prove di invecchiamento accelerato ci si avvale di speciali strumentazioni messe a punto ad hoc e installate presso il Laboratorio Tecnico Sperimentale di Lugano e presso le Università di Napoli e Palermo. [fig. 1 ▶] In particolare i componenti e sistemi presi in esame sono costituiti da assemblaggi differenti che rappresentano le tipologie più diffuse di murature d'ambito esterno, di coperture continue e discontinue. Una prima presentazione dei risultati della ricerca è avvenuta in occasione del seminario internazionale *La valutazione della durabilità* tenutosi a Milano nel giugno 2001 che ha fatto seguito a quello organizza-

2. Utilizzo della Dynamic Mechanical Analysis per la previsione di durata delle membrane impermeabili bitume-polimero



Storage Shear Module, G'
Loss Shear Module, G''
Damping G''/G'

▶ bitumen-polymer membranes in different technological and environment use conditions.

to, sempre a Milano, nel maggio 1999 [5]. In tale occasione, sono stati presentati i risultati sperimentali relativi all'invecchiamento accelerato di rivestimenti esterni di sistemi di muratura in laterizio. L'invecchiamento dei vari cicli protettivi con differenti concentrazioni di resina è stato evidenziato attraverso il decadimento di caratteristiche funzionali significative e del grado protettivo. [fig. 2']
Lo sviluppo di questo programma di ricerca presenta interessanti risvolti prenormativi che hanno consentito di fornire contributi all'elaborazione di norme tecniche sia in ambito UNI che in ambito ISO (15686 Service Life Planning). In particolare, è stato recentemente istituito in sede UNI il gruppo di lavoro 15 della Commissione Processo edilizio sulla *Valutazione della durabilità di componenti edilizi* [6].

Un aspetto particolare dell'attività che si pone a cavallo delle discipline della Patologia Edilizia e della Durabilità, riguarda lo sviluppo di metodologie di analisi diagnostiche basate su esiti sperimentali e su modellazioni comportamentali tipiche della Building Science.

Si tratta di aperture di nuovi fronti della ricerca che coinvolgono le attività del Dottorato di ricerca in Sistemi e processi edilizi, attraverso il quale si sono sviluppati interessanti rapporti di collaborazione con i laboratori sperimentali di alcuni dipartimenti del Politecnico e con l'ICITE/CNR ora ITC.

Si veda ad esempio il contributo al decimo congresso IWA International Waterproofing Association sull'utilizzo della Dynamic Mechanical Analysis (DMA) per la messa a punto di modalità di prova evolute per strumentare la previsione della durata di vita di membrane impermeabili in bitume polimero [7].

Il Dynamic Mechanical Analysis consente di ottenere informazioni, non desumibili dai test convenzionalmente utilizzati, circa il comportamento termomeccanico e reologico delle membrane impermeabili e le sue variazioni nel tempo dovute alla esposizione termica.

Le informazioni ottenute attraverso il DMA, integrate dall'analisi dell'esposizione termica delle membrane impermeabili durante un anno tipo, quando inserite in differenti soluzioni costruttive e in diversi siti climatici, consentono di supportare, in fase di produzione, la messa a punto di nuove miscele bitume-polimero, attraverso la previsione della loro service life [fig. 3'].

[1] Sergio Croce, Patologia edilizia in Manuale di progettazione edilizia, volume 3, Hoepli editore 1994

[2] In Italia il primo corso di aggiornamento in Patologia edilizia si è tenuto nell'anno 1979 a Bologna organizzato dalla ICIE e coordinato dal prof. Sergio Croce

[3] Il WO86 Building Pathology è coordinato da Sergio Croce (BEST) e da Peter Trotman (BRE) con il segretario di Enrico De Angelis, organizza congressi, meeting annuali, pubblicazioni, rapporti. In particolare si veda la pubblicazione Building Pathology: the state of art, CIB Publication n°155. Per il 2003 ha promosso il 2nd International Symposium on Building Pathology, durability and Rehabilitation che si terrà a Lisbona da 6 all'8 novembre.

[4] Maggi P.N., Rejna M.G., Daniotti B., Re Cecconi F., Poli T., Rigamonti G., Experimental program to evaluate building elements service life: first results on brickwork on Durability of Building Materials and Components 8. (1999) Edited by M.A. Lacasse and D.J. Vanier. Institute for Research in Construction, Ottawa ON, K1A 0R6, Canada

[5] Maggi et al., La qualità tecnologica dei componenti edilizi: la valutazione della durabilità. Risultati della prima fase sperimentale. Epitesto editore (2001).

[6] Il coordinamento è stato affidato al dott. B. Daniotti, ricercatore del BEST

[7] S. Croce, A. Tiso, L.Di Landro, M.R. Pagano, Evaluation of polymer modified bituminous membranes durability by Dinamic mechanical analysis, Xth IWA Congress, 10-12 June 1998. La parte sperimentale della ricerca è avvenuta sia nel laboratorio di una azienda produttrice, sia nel laboratorio di Chimica industriale del Politecnico di Milano

3. Milano, irraggiamento solare durante il solstizio estivo: andamento giornaliero della temperatura di una membrana impermeabile in relazione a diversi suoi assemblaggi in copertura

