

# VALUTAZIONE PRESTAZIONALE DELLE FACCIATE

## tramite attività di test di laboratorio

**Martino Milardi\* - Enrico Sergio Mazzucchelli\*\***

\*Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dip. ArTe - \*\*Politecnico di Milano, Dip. ABC

I sistemi di facciata rappresentano spesso la superficie più ampia dell'involucro di un edificio. Essi devono essere in grado di rispondere ad una crescente complessità di esigenze funzionali, a partire dai rigorosi requisiti di risparmio energetico previsti dalla maggior parte dei regolamenti edilizi fino alla resistenza agli agenti atmosferici (ad esempio resistenza all'azione del vento, tenuta all'aria e penetrazione dell'acqua, etc.). Le facciate determinano il livello di comfort negli ambienti interni degli utenti, ma anche la sicurezza nell'uso (comportamento in caso di incendio e di sisma, etc.).

Tuttavia, la prestazione di una facciata non è legata solo ad una buona progettazione, ma anche alla qualità della costruzione e dell'installazione in opera. Per valutare le prestazioni reali di una facciata, soprattutto se di un certo livello di complessità, sono oggi essenziali prove di laboratorio e prove in sito su modelli (anche detti mock-up;

Visual Mock Up VMU e Performance Mock Up PMU) in scala reale.

Oggi la progettazione, soprattutto in ambiti ambientali critici o sensibili, sembra aggiungere sempre più fasi che cercano di anticipare quelle esecutive. Tali fasi consistono in azioni volte a comprendere le dinamiche e verificare l'applicabilità delle soluzioni. Questa opportunità strumentale di ricerca, nelle sue diverse implicazioni scalari, offre la possibilità strategica di supportare la previsione dei risultati attesi (o di meglio calibrarne la configurazione) attraverso particolari condizioni capaci di leggere in anticipo gli esiti futuri, arricchendo così il processo di una nuova capacità per controllare la dinamica delle prestazioni.

Per attività di sperimentazione sul campo si intende, in linguaggio comune, lo studio dal vero del comportamento degli edifici (sottoposti alle sollecitazioni al vero anche di fenomeni dovuti al cambiamento climatico) attraverso attività sperimentali e azioni di prova su modelli di prova in scala reale (mock-up).

Nel settore dell'edilizia, l'innovazione tecnologica si presenta quindi come un fattore rilevante nel supportare la ricerca progettuale, con processi, prodotti e tecniche capaci di incidere sulla qualità e realizzazione dei manufatti. Questa innovazione, infatti, parte dalla sperimentazione di laboratorio attraverso l'attività di testing, ed è proprio per questo motivo che il ruolo degli strumenti di rilevazione fenomenologica e, soprattutto, dei centri che svolgono attività di testing assumono particolare rilevanza e richiedono nuove metodologie e attrezzature capaci di essere sempre in linea con gli aspetti delineati dall'innovazione.

In questo panorama stanno diventando fondamentali i centri di ricerca dove è possibile effettuare prove di mock-up in scala reale. In Italia il TCLab Testing Envelope, sezione del BFL - Building Future Lab (Università Mediterranea di Reggio Calabria), può essere considerato un esempio emblematico. Nello specifico, il TCLab offre servizi di certificazione e sperimentazione nel settore delle costruzioni.



**Figura 01 – Esempio di preparazione di performance mock-up (PMU) di facciata per test.**

ni basati su attività di prova che vengono implementate secondo protocolli standardizzati (UNI/EN, ASTM, AAMA, ecc.) o sperimentali. Questa sezione vuole rappresentare un'innovazione concettuale per il Test Avanzato delle prestazioni degli edifici.

L'intenzione è quella di implementare processi innovativi attraverso esperienze sperimentali, guidate da processi e azioni che abbiano come visione la validazione delle nuove prestazioni richieste dalla "città del futuro". Nello specifico sono state e vengono effettuate esperienze di prova su facciate ed involucri, sia in fase di certificazione che di sperimentazione, riguardanti le prove di:

- permeabilità all'aria (in regime statico e dinamico, sia per facciate che per serramenti);
- tenuta all'acqua (in regime statico e dinamico, sia di facciate che di serramenti);
- resistenza al carico del vento;
- carico permanente;
- resistenza all'impatto;
- resistenza alle azioni sismiche su elementi non strutturali sugli assi x-y-z, sia in regime statico che dinamico;
- resistenza agli shock termici, o comunque ad andamenti termici estremi sui ciclogrammi (es. cicli termici – valore dell'intervallo di temperatura da +85 C° a -15 C°);
- prove di flusso termico su serramenti esterni.

Nel caso TCLab, l'apparato della camera è costituito dalle seguenti apparecchiature: Ventilatore UNI (~60 Km/h), Ventilatore AAMA/ASTM (~>240 Km/h), Ventilatore a pressione (positivo e negativo) fino alla pressione di 6000 Pa, Griglie Sprinkler Mobili per prove di tenuta all'acqua, Travi per prove sismiche di elementi non strutturali (es. Travi Sismiche sugli assi x-y-z e Travi Mobili), Thermal Flux Box, Accessori e Sensori per valutazioni Fluidodinamiche. I due grandi equipaggiamenti sono i seguenti:

- una "Camera di Prova" (Test Lab, ovvero 15x12x4,5 m, a seconda della dimensione del campione);
- una "Cella" (Test Cell per la di simulazione di flussi termici e analisi climatiche per test accelerati su stratificazioni per interni ed esterni.



**Figura 03 – Test Lab per facciate del TCLab Testing Envelope dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.**



**Figura 02 – TCLab Testing Envelope, sezione del BFL - Building Future Lab (Università Mediterranea di Reggio Calabria).**

Nello specifico, il Test Lab è una “camera di prova”, costruita secondo le caratteristiche di funzionamento stabilite dalle prove da effettuare. È costituito da una struttura a telaio in acciaio di dimensioni 18 (15 effettivi) x 12 x 4,50 m, dove sono montati modelli di facciate continue (secondo definizione UNI), finestre e porte (o elementi simili) in scala 1: 1 e testati secondo protocolli unificati.

Il Test Lab è costituito da un sistema AAV (Air Admittance Valves) (pressione-depressione), una struttura metallica, tamponamenti in pannelli sandwich in schiuma poliuretana, una camera termica, travi sismiche e mobili. Per simulare la posizione dei solai di un edificio l'apparato viene suddiviso in settori utilizzando travi (ovvero supporti in acciaio o calcestruzzo) che possono essere travi mobili e/o fisse per simulare sia carichi statici che/o dinamici. Il laboratorio è predisposto per la divisione interna tra le due camere in modo che anche una parte del laboratorio possa essere sigillata e consentire l'esecuzione di test su più mock-up. La dimensione massima del modello può essere 14 x 12 m (ovvero circa 170 mq, per un peso massimo di 130 kg/mq).

Il Laboratorio Prove è dotato di 50 laser per misurare le deflessioni frontali durante le prove di carico del vento e di un sistema sprinkler per generare un film d'acqua uniforme sulla superficie del campione con spruzzi di diversa intensità, secondo le portate richieste dalle norme UNI e ASTM, e per durate variabili.

Il Laboratorio Prove è costituito inoltre da una camera termica per la simulazione degli shock termici, in grado di raggiungere temperature comprese tra -15 e +85°C ed in grado di simulare la radiazione solare.

La Test Cell è una struttura per la caratterizzazione termodinamica di sistemi di involucro edilizio in scala reale, utilizzabile in ambiente chiuso o aperto ed è composta da tre unità indipendenti installate su una piattaforma di supporto e gestite da un sistema di controllo PC e finalizzato alle indagini necessarie per il calcolo delle prestazioni termiche delle chiusure, come indicato dalla norma UNI/TS 11300-1, nonché, la verifica e il collaudo normativo degli elementi di chiusura verticale e orizzontale, coperture, serramenti, ecc. Il TCLab Testing Envelope si propone quindi di inserirsi nell'attuale scenario del Testing delle infrastrutture. L'in-



**Figura 04 – Camera termica.**



**Figura 05 – Test-Cell di Simulazione Climatica per test accelerati indoor e outdoor.**

sieme dei macchinari e delle strumentazioni a disposizione di TCLab, nonché la gamma di simulazioni prodotte, consentono non solo di valutare, e quindi certificare, le caratteristiche e le prestazioni dei componenti edilizi e le prestazioni dei nuovi involucri, dovuti alle nuove esigenze di qualità, ma facilitare inoltre lo sviluppo di ulteriori pratiche sperimentali promuovendo una maggiore innovazione nel settore delle facciate.

Lo sviluppo di tali laboratori sarà una delle sfide dei prossimi anni, proprio nell'ottica della valutazione delle prestazioni dell'involucro edilizio mediante procedure di test, sia fuori sito in laboratorio prima di iniziare qualsiasi tipo di produzione, sia in loco per verificare le prestazioni dopo l'installazione. Il collaudo è fondamentale non solo per la produzione in serie di sistemi di involucro edilizio, ma anche e soprattutto per progetti personalizzati, in cui l'involucro dell'edificio è progettato come sistema su misura. Oggi, la fase di installazione in cantiere diventa sempre più il punto critico dell'intero processo edilizio, e sofisticati sistemi di involucro edilizio richiedono procedure di collaudo in cantiere accurate e dettagliate, che includono non solo le già procedure di routine in conformità con gli standard esistenti, ma anche seguendo piani di test specifici adattati a situazioni specifiche in loco, inclusi protocolli sperimentali ma anche piani di controllo della produzione in fabbrica (FPC), per garantire la valutazione e la verifica della costanza delle prestazioni (AVCP) dei prodotti immessi su un mercato comune europeo. Questo sistema salvaguarda l'affidabilità e l'accuratezza della Dichiarazione di Prestazione resa dal produttore in conformità al Regolamento Prodotti da Costruzione, CPR 305/2011.



**Figura 06 – Esecuzione di prova su mock-up di facciata.**

### METABUILDING LABS

Il Progetto di innovazione METABUILDING LABS (GA N° 953193 - [www.metabuilding-project.eu](http://www.metabuilding-project.eu)), finanziato dal Programma Europeo Horizon 2020 ed iniziato nel giugno 2020, e di cui il Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria è partner, condivide gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sul clima (COP21) "energia quasi zero, edifici a emissioni zero" ed ha durata quinquennale e raggruppa un grande consorzio di 40 partner provenienti da 13 paesi europei che hanno unito gli sforzi per fornire alle Piccole e Medie Imprese (PMI) europee del settore delle costruzioni un accesso facilitato ad un'ampia rete di infrastrutture di test che consentirà di sviluppare e testare soluzioni innovative per l'involucro edilizio.

METABUILDING LABS si rivolge alle PMI e ad altri attori del settore delle costruzioni per fornirgli accesso a delle Open Innovation Testbeds (OITB) incluse in un più ampio ecosistema di supporto all'innovazione, di alto valore e adattato alle loro esigenze. Il Consorzio di Progetto include anche alcune PMI che collaborano alla definizione delle specifiche ed allo sviluppo delle OITB e dei relativi servizi e che potranno "testare in anteprima" le proprie soluzioni innovative. Le OITB contribuiranno ad accelerare l'innovazione delle PMI consentendogli di essere più competitive rispetto ai grandi attori del settore. Per coinvolgere un numero sempre crescente di PMI nei processi di innovazione a scala europea, un network di OITB non deve solo creare, organizzare ed attivare infrastrutture di test e servizi tecnici o normativi, ma deve prevedere una solida ed efficace strategia per portare le PMI europee nel suo approccio di metaclustering. L'idea ecosistema mediante un principale alla base del concetto di metaclustering è di massimizzare il lavoro collaborativo e condividere le risorse tra cluster modo da poter raggiungere fino a 30.000 PMI di tutte le regioni europee aggregandole in 12 Metacluster nazionali, interconnessi con ulteriori 180 Cluster Europei esistenti. Tra gli obiettivi si sottolineano:

- Costruire una rete di Infrastrutture di Test sempre all'avanguardia ed un Ecosistema Europeo di Innovazione competitivo, sostenibile e inclusivo.
- Stimolare gli investimenti in soluzioni innovative per l'involucro edilizio e in nuove tecnologie attraverso la validazione sperimentale delle prestazioni ad imprese e investitori.
- Contribuire al miglioramento delle prestazioni tecniche ed ambientali dei prodotti Europei per l'involucro edilizio, attraverso l'armonizzazione e lo snellimento delle procedure di test.
- Sbloccare il potenziale delle PMI fornendo accesso alla prototipazione, alle infrastrutture di Test ed ai servizi di certificazione per migliorare la qualità dei loro prodotti/soluzioni.
- Testare l'accettabilità degli utenti ed i requisiti ambientali di prodotti e soluzioni nei Living Labs.