

## Bosco verticale

### **Bosco Verticale: sostenibilità e sicurezza con le soluzioni POROTON®.**

*Il Bosco Verticale è una nuova idea di grattacielo e di edilizia residenziale in cui alberi e umani convivono. Totalmente orientato alla sostenibilità, contribuisce alla riforestazione metropolitana rigenerando l'ambiente e la biodiversità della città.*

*Le pareti che compongono l'involucro esterno e le pareti di separazione degli spazi interni sono state realizzate con soluzioni POROTON®, che hanno contribuito in modo determinante su tutti gli aspetti fondamentali del progetto: la sostenibilità, la sicurezza al rischio incendio, il comfort termigrometrico ed il comfort acustico.*

### **1. Il progetto**

La crescente attenzione per la sostenibilità e il rispetto per l'ambiente ha dato impulso negli ultimi anni al quel filone dell'architettura che esplora la possibilità di **integrare il verde negli edifici** e nei centri urbani.

Il **Bosco Verticale**, progettato da Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barraca e Giovanni La Varra), è l'esempio più rappresentativo di tale architettura, come attestano i numerosi premi internazionali che lo hanno decretato **"il più innovativo grattacielo al mondo"**. L'opera coniuga in modo originale il concetto di **urbanizzazione verticale** con quello di **verde verticale**, creando un'architettura sostenibile e rivitalizzante per il contesto urbano metropolitano di Milano.

Il Bosco Verticale è un edificio **totalmente orientato alla sostenibilità**, a cui è stata posta attenzione anche attraverso: la scelta di soluzioni costruttive con materiali performanti ed ecocompatibili, l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia e l'impiego di sistemi di riciclo dell'acqua derivante da altri e diversi utilizzi, evitando il consumo di acqua potabile per l'irrigazione della vegetazione.

Il Bosco Verticale consiste in **due torri residenziali**, rispettivamente di 26 e 18 piani, caratterizzate da un totale di **900 alberi, 5000 arbusti e 11000 piante floreali perenni**, distribuite su balconi disposti in modo irregolare sulle quattro facciate di ciascuna torre.

Le 100 specie vegetali ospitate nel Bosco Verticale realizzano una riforestazione urbana, corrispondono ad **un'estensione boschiva di circa 2 ettari**, e forniscono numerosi vantaggi all'ambiente circostante e agli occupanti delle residenze: filtrano le polveri sottili, assorbono l'anidride carbonica restituendo ossigeno, producono umidità e proteggono dall'irraggiamento estivo e dai rumori.

Le peculiarità del Bosco Verticale hanno richiesto la definizione di **specifici criteri progettuali** per soddisfare i requisiti architettonici e botanici: dai **carichi significativi generati dagli alberi**

(soprattutto per le azioni dinamiche trasmesse quando sono soggetti al carico vento) al rischio di **trasmissione delle vibrazioni** causate dal passaggio della metro, dalla **sicurezza antincendio** (argomento sempre molto delicato da affrontare nei grattacieli) al **comfort termoacustico**.



Fig. 1 - Le due torri del Bosco Verticale, Milano (foto di Christos Barbalis).

## 2. Le soluzioni POROTON® per il Bosco Verticale

Le pareti che compongono l'involucro esterno e le pareti di separazione degli spazi interni sono state realizzate, in funzione delle esigenze e dei requisiti da garantire, con **due tipologie principali di soluzioni POROTON®**, che hanno contribuito in modo determinante su tutti gli aspetti fondamentali del progetto: la **sostenibilità**, la **sicurezza al rischio incendio**, il **comfort termoigrometrico** ed il **comfort acustico**.

L'involucro del Bosco Verticale termina verso l'esterno con la cortina vegetale vivente, dietro cui si sviluppa una parete costituita da chiusure opache e vetrate. Per quanto riguarda le chiusure opache la fig. 2 mostra la stratigrafia tipo delle pareti ventilate messe in opera, basata su una muratura POROTON® monostrato sp. 25 cm, con isolante in lana minerale. La solidità e robustezza del blocco hanno fornito un adeguato supporto per l'ancoraggio della sottostruttura che regge le lastre in gres porcellanato della facciata ventilata.

Le pareti di separazione degli spazi interni sono state realizzate con una soluzione POROTON® pluristrato basata sull'impiego di tramezze di sp. 8 cm e 12 cm con interposto isolante in lana minerale.

Tutti i blocchi POROTON® utilizzati nel Bosco Verticale sono stati prodotti da Giussani Enrico & figli srl ed hanno contribuito in modo determinante in termini di **sostenibilità** grazie al loro contenuto di circa il 75% di materiale riciclato ed alla vicinanza di approvvigionamento al cantiere.

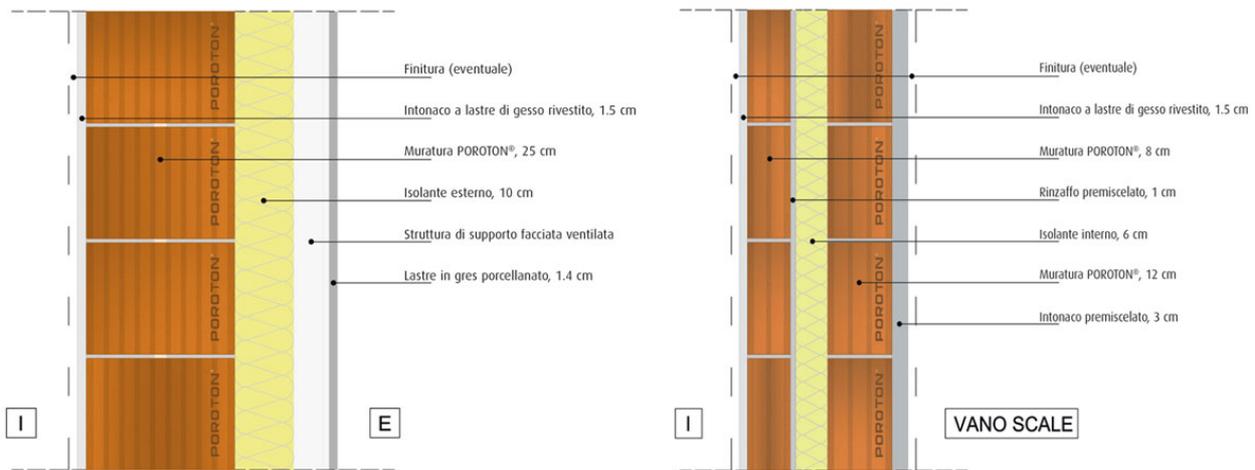


Fig. 2. - Stratigrafia tipo delle pareti di tamponatura (sx) e delle pareti di separazione interne (dx).

Dal punto di vista della **sicurezza al rischio incendio**, a cui è stata necessariamente posta particolare attenzione e per il fatto che gli alberi disposti uniformemente a tutti i livelli sono potenziali mezzi di propagazione di eventuali incendi, si sottolinea in primis che i blocchi POROTON® sono tutti classificati Euroclasse A1, dato che non contribuiscono in alcun modo al carico incendio, essendo **incombustibili** (caratteristica certificata direttamente all'interno della marcatura CE e DoP), inoltre forniscono prestazioni di resistenza al fuoco elevatissime.

In particolare ci si sofferma sui certificati di resistenza al fuoco [Fig. 3] ottenuti attraverso prove sperimentali svolte ad hoc, per questo caso specifico, e unici nel loro genere. Si tratta di certificati ottenuti da laboratorio autorizzato su pareti costituite da tramezze POROTON® ad incastro verticale di sp. 12 cm, con giunto verticale a secco e giunto orizzontale tradizionale di malta, con intonaco da un solo lato. Tale esigenza si verificava in alcuni casi in cui si presentava il passaggio di impianti all'interno di pareti, che dovevano comunque garantire un'elevata resistenza al fuoco oltre che l'incombustibilità. Sono stati quindi svolti test su **tramezze POROTON® sp. 12 cm semplicemente intonacate da un solo lato**, esponendo al fuoco sia il lato intonacato che il lato non intonacato, ottenendo in entrambi i casi un'ottima prestazione di resistenza al fuoco pari ad **EI 180**.



Fig. 3 - Certificati di classificazione delle prove condotte sulle tramezze POROTON® sp. 12 cm, con intonaco su un solo lato.

Per quanto riguarda il **comfort termoigrometrico** è necessario ricordare che un clima come quello di Milano, caratterizzato da elevate escursioni termiche tra inverno ed estate, con spiccato rischio di formazione dell'isola di calore e tassi di umidità importanti, è un aspetto da gestire con grande oculatezza per realizzare ambienti confortevoli in tutte le stagioni, ottenendo al contempo un risparmio energetico.

La soluzione adottata per l'involucro garantisce prestazioni ottimali, grazie alla presenza del blocco POROTON® sp. 25 cm liscio, montato con giunti orizzontali e verticali di malta tradizionale, si raggiungono valori di trasmittanza termica ampiamente inferiori rispetto il limite dell'epoca di progettazione della costruzione ed anche inferiore al limite di  $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$  da rispettare per la realizzazione di **edifici NZEB** in zona climatica E (come indicato nel recente Decreto Requisiti Minimi 26/06/2015, approfondito nella [Documentazione Tecnica POROTON® aggiornata](#)) e si superano i  $230 \text{ kg/m}^2$  di massa superficiale con valori di sfasamento ed attenuazione medio-alti, tutti parametri essenziali per conseguire un buon livello di inerzia termica, necessaria d'estate, ma utile anche in inverno per raggiungere un **comfort reale negli ambienti interni** (argomento approfondito nella [Newsletter POROTON® n.116](#)).

Di conseguenza anche il parametro di trasmittanza termica periodica risulta molto basso. Dati precisi sulla prestazione della parete POROTON® di involucro sono forniti in Tab. 1, in cui si mostra inoltre la verifica igrometrica per mezzo del diagramma di Glaser, che evidenzia come **non ci sia alcun rischio di formazione di condense interne o superficiali**.



Tab. 1 Scheda di verifica dei parametri termo-igrometrici ottenuta dal [software WinPar 3.0](#)

Concludendo con il **comfort acustico**, prestazione spesso dimenticata, ma senza dubbio di essenziale importanza per perseguire il raggiungimento di un **reale comfort degli occupanti**, vale la pena soffermarsi su entrambe le soluzioni, quella di involucro e quella di separazione delle unità interne.

Relativamente alla facciata ventilata esterna, si ricorda che la prestazione di isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  richiesto dalle vigenti normative per le residenze è pari a 40 dB. Tale parametro dipende dalla porzione opaca e dalla porzione vetrata che compongono la facciata. In condizioni standard **è noto come una parete opaca di 48÷50 dB sia sufficiente** per il raggiungimento della prestazione richiesta (si veda il Capitolo 4 della Documentazione Tecnica POROTON<sup>®</sup>, disponibile nell'area [Download](#)).

Nella fattispecie comunque si è deciso di adottare una soluzione estremamente prestazionale a vantaggio degli occupanti, realizzando una **parete opaca con potere fonoisolante non inferiore ai 56 dB**, certificati tramite prove sperimentali condotte presso l'Università di Padova su una stratigrafia costituita da muratura POROTON<sup>®</sup> sp. 25 cm e lana di vetro sp. 8 cm [Fig. 4, sx].

La prestazione invece di potere fonoisolante apparente  $R'w$  richiesta per pareti di separazione delle unità interne è pari a 50 dB. In questo caso la soluzione adottata nel Bosco Verticale garantisce un **potere fonoisolante non inferiore ai 55 dB**, certificati ancora tramite prove sperimentali condotte presso l'Università di Padova su una stratigrafia costituita da tramezze POROTON<sup>®</sup> sp. 8 + 12 cm con interposizione di un isolante fibroso minerale sp. 5 cm [Fig. 4, dx].

**In entrambi i casi perciò sono state adottate soluzioni POROTON<sup>®</sup> che superano la richiesta prestazionale delle norme vigenti.**



Fig. 4 - Certificato acustico muratura POROTON® sp. 25 cm + lana di vetro sp. 8 cm, semplicemente intonacata (sx) e certificato acustico della parete pluristrato composta da tramezza POROTON® sp. 8 cm + isolante fibroso minerale sp. 5 cm + tramezza POROTON® 12 cm, semplicemente intonacata (dx).

La Fig. 5 mostra alcune fasi di avanzamento dei lavori di realizzazione delle murature POROTON® dell'involucro esterno, caratterizzate da una distribuzione molto irregolare in facciata, in alternanza con le aperture finestrate.



Fig. 5 - Fasi realizzative delle murature POROTON® del Bosco Verticale.

### 3. Conclusioni

Il **Bosco Verticale** è stata una sfida progettuale di integrazione di diverse discipline: architettura, botanica, ingegneria per le strutture e per gli impianti, materiali e tecnologie impiegate. Il risultato estremamente positivo, ottenuto combinando ad arte tutte le componenti, **ha concretizzato un edificio che sintetizza il più alto livello di sostenibilità raggiungibile oggi**, caratterizzato inoltre da prestazioni estremamente elevate in tutti gli ambiti: dalla **sicurezza nei confronti del rischio incendi**, al **comfort termoigrometrico** ed **acustico**.

Qualità e prestazioni che sono state raggiunte grazie anche al **contributo delle soluzioni POROTON® adottate per le pareti dell'involucro e per le pareti interne**.

Autore: **Flavio Mosele**

Riferimento: **Newsletter numero 117**