



Politecnico di Milano ed.5

Introduzione

Il caso studio è un edificio storico del Campus Leonardo, Politecnico di Milano. È stato costruito all'inizio del XX secolo ed attualmente ospita uno dei laboratori accademici dell'Università. Nella falda sud del tetto dell'edificio, in precedenza ricoperto da tegole tradizionali, è stato integrato un sistema fotovoltaico. Il processo di progettazione mirava a creare una superficie omogenea di tegole fotovoltaiche, armonicamente integrata con le parti adiacenti del tetto.

Approccio progettuale

Il Politecnico di Milano ha abbracciato l'ambiziosa iniziativa di "solarizzare" il proprio tetto installando un impianto fotovoltaico nei propri edifici. In questo contesto, l'installazione di SOTTILE si allinea all'impegno dell'università per la sostenibilità e l'innovazione energetica, sfruttando tecnologie avanzate che utilizzano energie rinnovabili per trasformare il suo campus urbano in un modello di responsabilità ecologica. Integrando un sistema fotovoltaico sul tetto, il Politecnico di Milano mira a ridurre significativamente l'impronta di carbonio ed a migliorare l'efficienza energetica delle sue infrastrutture. Questa iniziativa non solo sottolinea la dedizione dell'istituzione alla tutela dell'ambiente, ma funge anche da laboratorio vivente per studenti e ricercatori, favorendo l'innovazione e l'apprendimento pratico nel campo delle energie rinnovabili.

Integrazione estetica

L'obiettivo della soluzione BIPV era garantire il perfetto equilibrio tra integrazione e densità di potenza. In tal senso, SOTTILE, caratterizzato da una larghezza pari all'altezza della fila di tegole convenzionali (tipicamente 40 cm nelle tegole standard) e da una lunghezza maggiore, garantisce uniformità tra le tegole fotovoltaiche e le tegole tradizionali in argilla, creando un'immagine armoniosa che preserva l'identità architettonica del tetto, oltre ad un'elevata produzione di energia ed a minori costi di installazione. L'opzione di colore rosso del modulo SOTTILE si allinea alla tonalità caratteristica delle tegole tradizionali italiane, garantendo un abbinamento cromatico impeccabile.

Integrazione energetica

L'energia prodotta dal sistema fotovoltaico viene interamente consumata in loco, alimentando direttamente i vari carichi ad alta intensità energetica del campus, tra cui laboratori di ricerca, strutture didattiche, uffici amministrativi ed aree comuni. Utilizzando l'energia generata in loco, il Politecnico di Milano non solo riduce la sua dipendenza da fonti energetiche esterne, ma massimizza anche l'efficienza e i benefici ambientali dell'impianto.

Integrazione tecnologica

La soluzione SOTTILE è stata scelta in quanto progettata con un formato modulare rispetto alle tradizionali tegole standard, suddiviso in due elementi principali: il laminato fotovoltaico ed il telaio di supporto. Quest'ultimo rappresenta l'interfaccia tra il laminato fotovoltaico e la copertura dell'edificio e deve quindi combaciare perfettamente con le tegole tradizionali in mezzo alle quali è inserito. Per soddisfare i requisiti previsti in termini di flessibilità e leggerezza, ma anche per ridurre al minimo

l'"embodied carbon", si è deciso di realizzare il telaio di supporto con una specifica miscela plastica composta fino all'80% da materiale riciclato, resistente ai raggi UV e autoestinguento (classificata V2-UL 94). Nello specifico, si tratta di un telaio perimetrale con irrigidimenti intermedi, leggero e resistente. Questa scelta permette di contenere i costi, la relativa "embodied energy" e il peso del prodotto finale rispetto alle soluzioni esistenti sul mercato. Il collegamento e la sovrapposizione tra più telai portanti garantiscono l'impermeabilità.

La struttura di supporto consente lo scorrimento rispetto alla struttura del tetto per rendere possibile la regolazione del componente nelle tre direzioni dello spazio. Per rendere possibile questa azione di scorrimento, il telaio di supporto combina fori per bulloni allungati e scanalature e linguette di scorrimento ottenute con un processo di formatura (pressatura).

Per quanto riguarda le dimensioni, il sistema è caratterizzato dalla stessa larghezza delle tegole tradizionali (circa 0,4 m) e da una lunghezza di circa 1,5 m. Tali dimensioni permettono di garantire il miglior compromesso tra flessibilità, maneggevolezza e costi. Tuttavia, il telaio di supporto di ogni laminato fotovoltaico è realizzato con la stessa larghezza del laminato e 1/4 della sua lunghezza totale. Questo ha lo scopo di facilitare la fase di produzione del componente, realizzato con processo di formatura, permette un maggiore assorbimento delle dilatazioni termiche per mezzo di speciali giunti flessibili e aumenta la modularità. Un'ulteriore questione che il sistema di tegole fotovoltaiche ha affrontato è legata alle potenziali irregolarità e non planarità del substrato del tetto, tipiche delle coperture esistenti, che possono porre problemi nell'installazione degli impianti fotovoltaici tradizionali. In questo senso, le soluzioni di montaggio modulari e flessibili ed i materiali leggeri utilizzati in SOTTILE minimizzano la necessità di modifiche strutturali, riducendo i costi e la complessità dell'installazione.

Processo decisionale

Il sistema fotovoltaico è stato installato nell'ambito di un'ampia campagna di "solarizzazione" del Campus, all'interno della quale sono state attentamente analizzate tutte le superfici disponibili. La falda interessata è stata considerata utilizzabile solo adottando una soluzione tecnologica che garantisse il minimo impatto estetico in considerazione della tipologia di edificio e del contesto. Pertanto, questo sistema BIPV è stato utilizzato come caso di studio per dimostrare l'adeguatezza della soluzione rispetto ai requisiti imposti dalla Soprintendenza.

Lessons learnt

Implementare soluzioni innovative come un sistema fotovoltaico su un edificio storico presenta sfide uniche. In particolare, l'installazione ha dovuto ottenere l'autorizzazione della Soprintendenza locale, una fase che comporta una rigorosa valutazione dell'impatto estetico, culturale e architettonico del progetto sull'edificio stesso e sull'ambiente circostante. Questo processo richiede una pianificazione meticolosa e spesso l'adozione di tecnologie avanzate che si armonizzano con le caratteristiche storiche e artistiche della struttura.

Il successo ottenuto da questa applicazione rappresenta una tappa significativa, non solo dal punto di vista tecnico, ma anche da quello normativo e culturale. Dimostra come l'innovazione tecnologica possa essere armoniosamente combinata con la conservazione del patrimonio storico. Questo risultato può servire da modello per future installazioni in contesti simili, promuovendo un approccio sostenibile e rispettoso della valorizzazione dei beni culturali.

L'installazione dell'impianto fotovoltaico contribuirà alla produzione di energia pulita, riducendo la dipendenza dai combustibili fossili tradizionali e promuovendo i più ampi obiettivi di sostenibilità dell'università. Questo progetto mette in evidenza l'importante ruolo che le istituzioni accademiche svolgono nel proporre soluzioni pionieristiche per un futuro più verde, dando l'esempio ad altre organizzazioni.

DATI EDIFICIO

Tipologia progetto	riqualificazione
Destinazione d'uso	educazione
Vincolo	edificio vincolato
Indirizzo edificio	Via Celoria, Milano, Italia

Sistemi BIPV

DATI SISTEMA BIPV

Sistema architettonico	tetto opaco
Anno integrazione BIPV	2024
Active material	silicio monocristallino
Trasparenza modulo	opaco
Tecnologia modulo	vetro-vetro, FV non riconoscibile, modulo standard
Potenza sistema [kWp]	12,8
Area sistema [m²]	110
Dimensioni modulo [mm]	1384 x 352
Orientamento moduli	sud
Inclinazione moduli [°]	26
Produzione FV annuale [kWh]	14300

COSTI SISTEMA BIPV

Stakeholders

Progettista sistema BIPV

ZH Srl

Installatore sistema BIPV

Gianni Benvenuto Spa
Viale Giacomo Matteotti 39, 22012 Cernobbio (CO), Italia
giannibenvenuto@giannibenvenuto.it +39 031 511070
<https://www.giannibenvenuto.it/>

Produttore componenti BIPV

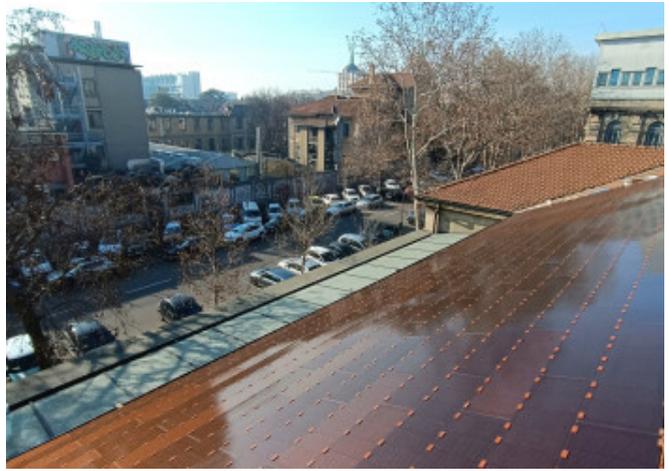
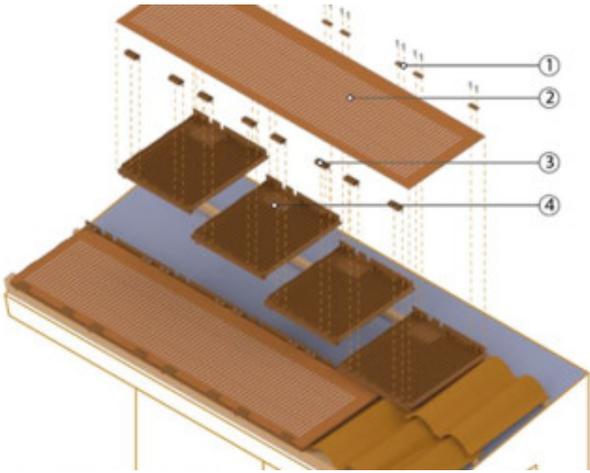
SOTTILE Solar Srl
Via Bergamo 19/21, 20045 Lainate (MI), Italia
info@sottile.solar
<https://www.sottile.solar/>

Consulenti

Niccolò Aste, Claudio Del Pero, Fabrizio Leonforte, Filippo Bovera, Area Tecnico Edilizia – Politecnico di Milano

Direttore lavori

Area Tecnico Edilizia – Politecnico di Milano



Autore caso studio:

Fabrizio Leonforte