

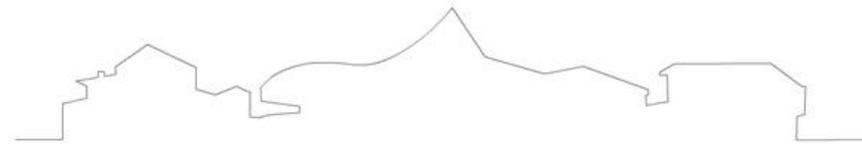
# FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



Milano, 25 Maggio 2011

Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**

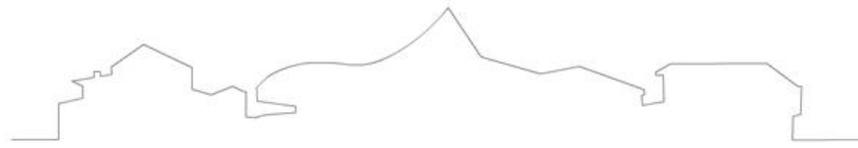


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

- La conquista di nuovi livelli di sostenibilità ambientale e risparmio energetico per il contesto urbano è in prevalenza costituito, per ragioni di estensione quantitativa e fattibilità, dalla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente:



l'affermazione indica la propensione pragmatica che sta alla base della proposta delle **Facciate Ventilata** quale alternativa tecnologica molto competitiva per un involucro edilizio energeticamente efficiente.



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

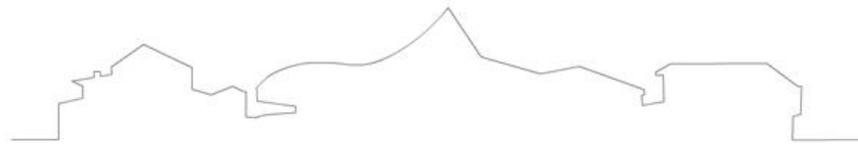
La riqualificazione del patrimonio edilizio esistente per mezzo di interventi ad alto grado di fattibilità economica e tecnico-costruttiva, a relativamente bassa complessità di processo per il rinnovo dei tessuti urbani e di ristrutturazione edilizia: infatti richiede interventi marginali di adeguamento del quadro di vincoli urbanistici e tecnico- normativi vigenti.

Il modello di perseguimento della sostenibilità energetica con la riqualificazione degli involucri, fa preferire l'intervento di riqualificazione urbana con le facciate ventilate ad altri, di maggiore integralità ma minore efficacia immediata.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

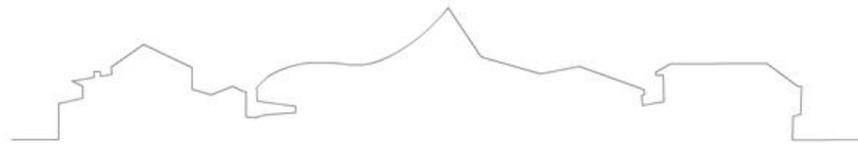
Uno dei pregi essenziali che favorisce l'assunzione del procedimento costruttivo delle facciate ventilate tra le altre alternative tecnologiche, è la sua applicabilità ad un amplissimo dominio di costruzioni esistenti, ovviamente oltre che alle nuove, con probabilmente l'unico limite dell'applicabilità alle costruzioni di interesse storico, artistico ed ancor più, monumentale.

Offre anche ad una estesissima quantità di costruzione non vincolate una rilevante opportunità di miglioramento delle caratteristiche architettoniche, in quanto costituisce una nuova pelle per un edificio,



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



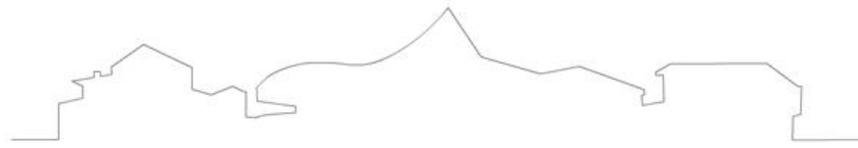
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Un ulteriore vantaggio per l'adozione delle facciate ventilate è costituito da basso grado di coinvolgimento dei principi e delle soluzioni strutturali per gli edifici esistenti, può essere praticata di una quantità più estesa di soggetti imprenditoriali, quindi con un alto tasso di partecipazione di piccole e medie imprese, cui corrisponde una grande diffusione sul territorio e adattabilità alla pratica efficace nei singoli contesti, maggiori potenzialità di efficacia e diffusione, densità di interventi paralleli nel tempo, quindi maggiore velocità nell'attuare gli obiettivi di risparmio energetico e di connesso incremento di sostenibilità.



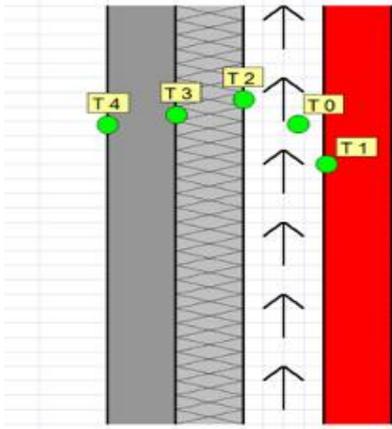
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**

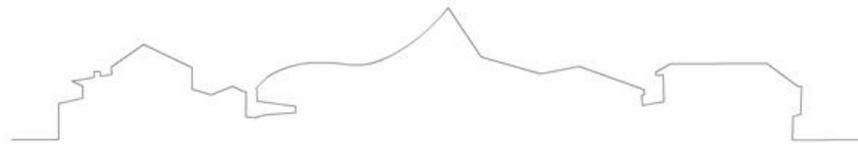


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

I vantaggi più rilevanti che favoriscono l'adozione delle facciate ventilate nella riqualificazione di edifici esistenti, sono intrinseci ai suoi principi costitutivi, geometrici e funzionali, attinenti al suo modello di stratificazione. L'intercapedine d'aria libera che viene a essere formata tra il paramento esterno e la superficie dell'isolamento termico che vi si affaccia, costituisce una barriera alla trasmissione diretta del calore generato dall'irraggiamento solare che colpisce la superficie esposta dell'involucro.



Lo strato d'aria agisce svolge un'azione molteplice sui modi di trasmissione del calore irraggiato sulla superficie esterna:



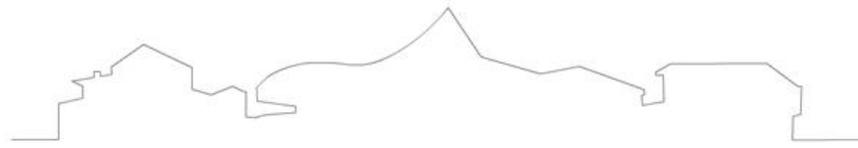
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

- **Per conduzione:** la conduzione diretta attraverso un mezzo solido viene praticamente eliminata, poiché l'interposizione dello strato d'aria la interrompe sostanzialmente, sostituendovi l'elemento gassoso - dotato di bassissima inerzia termica, poco assorbente - che vi svolge quindi una funzione isolante.



- Per una efficace azione che interrompa la trasmissione del calore per conduzione, diventa essenziale il controllo dei ponti termici, che possono essere pericolosi in presenza di una cattiva progettazione degli strati isolanti se sono interferiti dalla sottostruttura metallica che fa da ossatura al sistema, oppure da un scorretta posa in opera degli elementi di ancoraggio al supporto murario esistente.

Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –



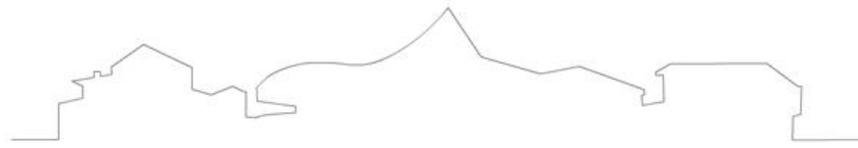
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Il regime di mobilità dello strato d'aria compreso nell'intercapedine può variare secondo la convenienza: può essere libero di scorrere e sottrarre calore al sistema quando sottoposto ad una forte azione di irraggiamento esterno da smaltire in atmosfera, oppure essere reso immobile con la chiusura delle griglie taglia-flusso, qualora si voglia trattenervi il calore proveniente dall' interno dell'edificio nella stagione invernale, costituendo così un ulteriore strato isolante di mediazione prima del paramento esterno, oggetto di forti dispersioni verso l'esterno ed il cielo notturno.



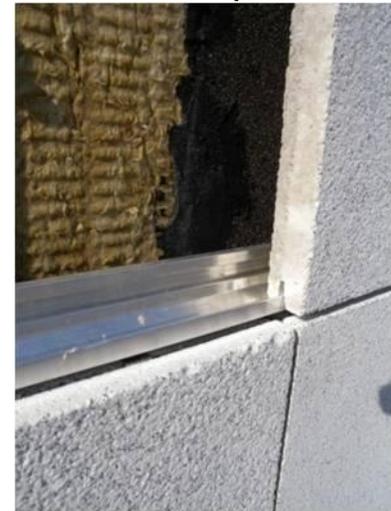
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

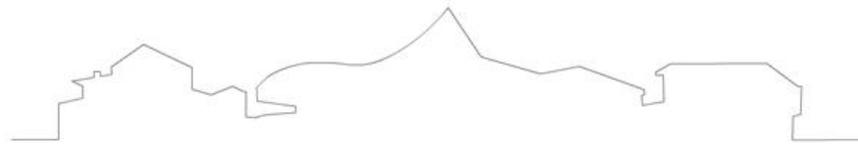
**Progettazione Tecnologica Assistita**



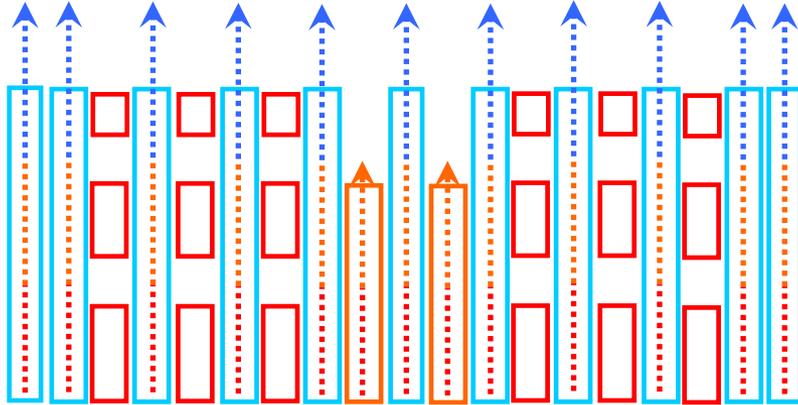
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

**Per convezione: “l’effetto camino”** che si instaura all’interno dell’intercapedine aperta tra la superficie dell’isolante termico ed il paramento esterno, costituisce la ragion d’essere dell’involucro a “facciata ventilata”. E’ infatti l’effetto di convezione verso l’alto del flusso d’aria che si crea naturalmente, senza intervento di alcun provvedimento artificioso, a causa del riscaldamento indotto dall’irraggiamento sul paramento esterno – la ‘pelle’ dell’involucro - tale aumento di temperatura del paramento si trasmette, per contatto e per irraggiamento allo strato d’aria compreso nell’intercapedine, che si espande e diventa più leggero.



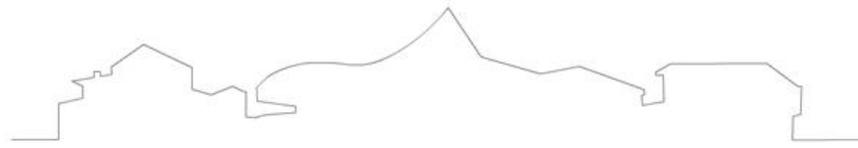


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



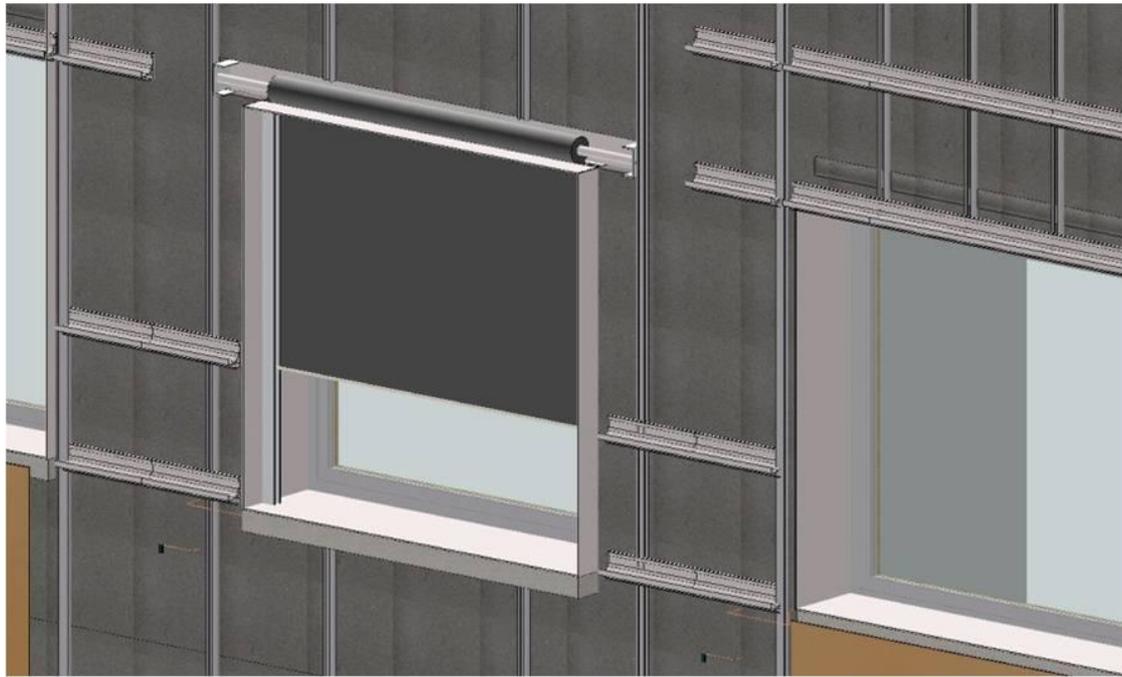
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



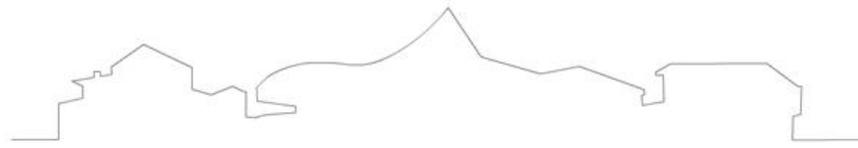
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Ma compreso com'è nello spazio confinato dell'intercapedine, è costretto all'unico movimento che gli è possibile: fluire verso l'alto per uscire dalla griglia di espulsione aperta: Intanto si crea una limitata depressione alla base dell'intercapedine stessa, in cui strati più freddi e pesanti d'aria atmosferica si inseriranno, prendendo il 'posto lasciato libero' dagli strati ascendenti.

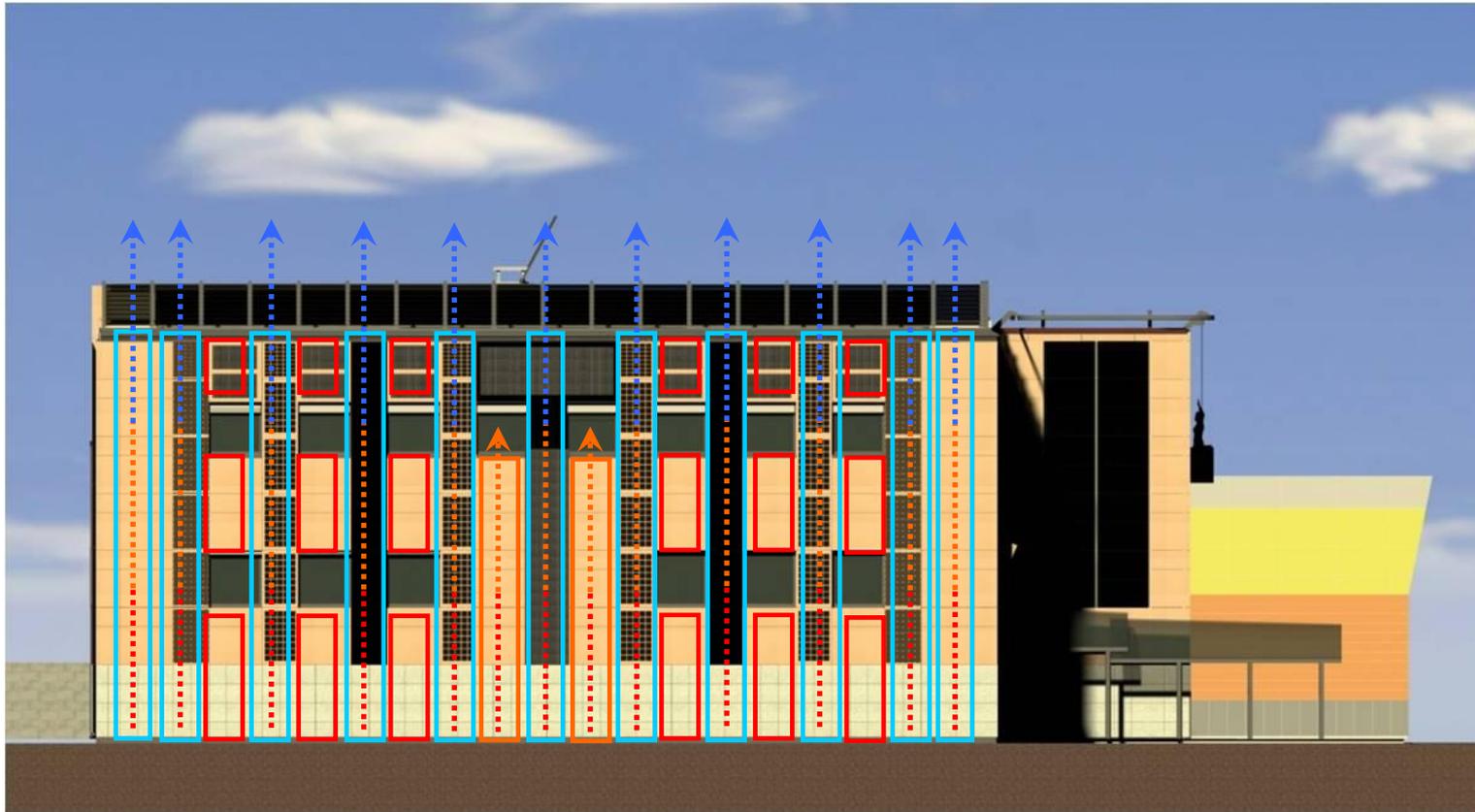


Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

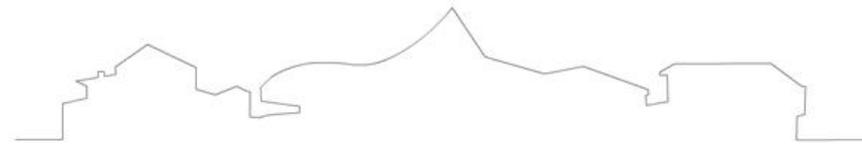
**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



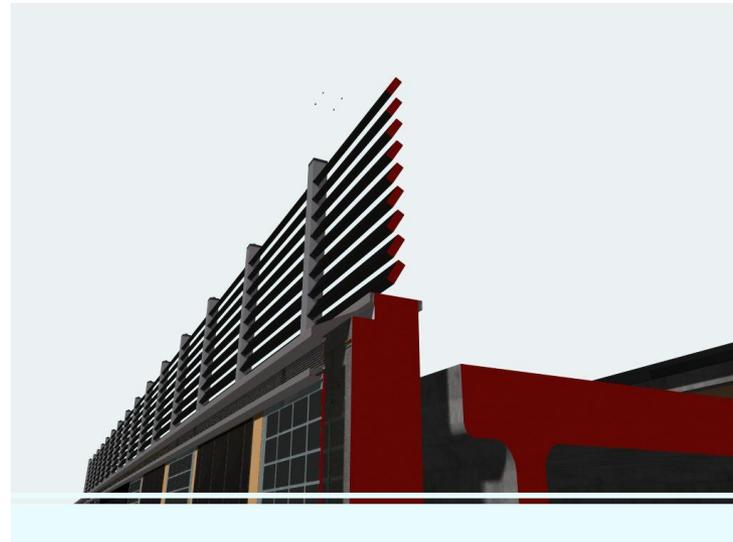
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –  
**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

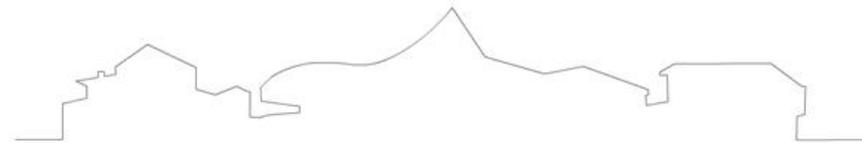
La sottrazione di calore trasmesso per convezione aumenta con la velocità di flusso dell'aria. Si instaura così un flusso continuo, che cresce spontaneamente al crescere dell'intensità di irraggiamento e si riduce al diminuire dello stesso; il tutto generato dal motore energetico della quantità di calore che viene assorbito dalla 'pelle esposta' del sistema.

Quest'ultimo afferma le sue ragioni di vantaggio termo-energetico e le rende impiegabili grazie alle capacità di governare il sistema attraverso semplici manovre agenti sul flusso d'aria, come la chiusura e apertura delle griglie di afflusso d'aria secondo le condizioni dettate dal quadro climatico e meteorologico.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

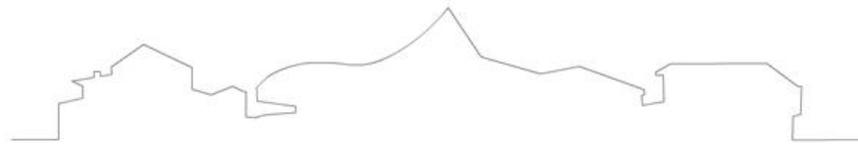
Un aspetto importante per la definizione delle dimensioni e forma dell'intercapedine è la necessità di evitare il costituirsi di fenomeni di “turbolenza” nel flusso naturale dell'aria, affinché non si inducano interferenze nell'instaurarsi ed agire del flusso: è necessario impedire turbolenze dovute al variare significativo dello spessore della camera d'aria in direzione verticale oppure orizzontale. Per prevenire quest'ultima interferenza negativa sarà opportuno preveder nel progetto di involucro ventilato la compartimentazione verticale dell'intera area di intervento, al fine di formare tanti paralleli “camini verticali” indipendenti e singolarmente ottimizzati:

questo renderà anche possibile la verifica del comportamento in opera di singole sezioni verticali che adottano alternative tecnologiche per il pacchetto di involucro ventilato: diverse per materiali e stratificazione.



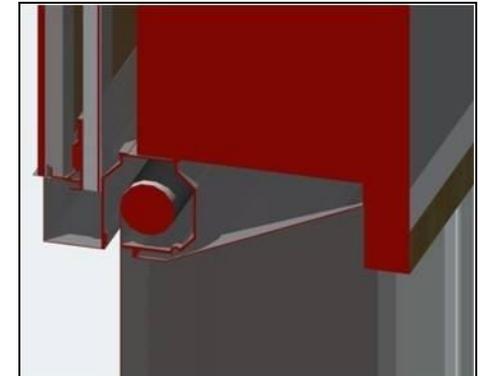
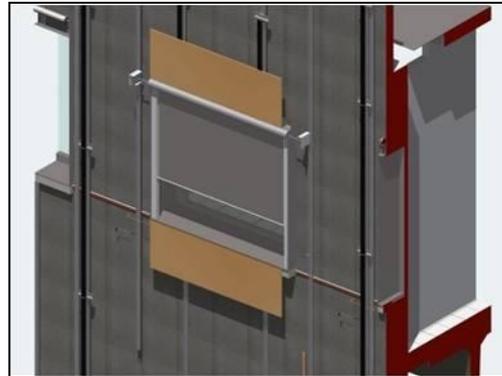
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**

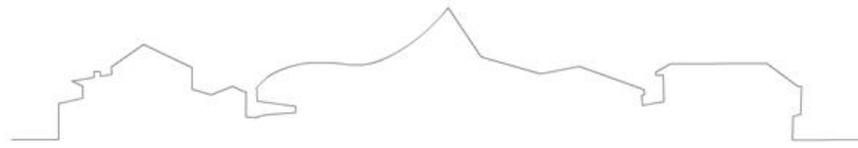


## FACCIE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Un altro aspetto determinante è costituito dal controllo dello spessore dell'intercapedine: questo deve essere tale da instaurare l'equilibrio più favorevole tra libertà del flusso verticale dell'aria e la necessità di impedire il prodursi dell'indesiderata turbolenza tra le superficie affacciate nell'intercapedine: la faccia interna del paramento esterno e la faccia esterna dello strato di isolamento termico.



Il modello di comportamento sopra esposto è quello tipico delle condizioni di bel tempo stabile e con pressione alta, tipico della stagione estiva: il periodo dell'anno, per altro, in cui l'alternativa tecnologica delle “facciate ventilate” è la più efficace a contrastare l'indesiderato aumento delle temperature interne agli ambienti, quindi producendo il maggiore vantaggio di comfort e di risparmio energetico, riducendo molto il ricorso alla climatizzazione artificiale.



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

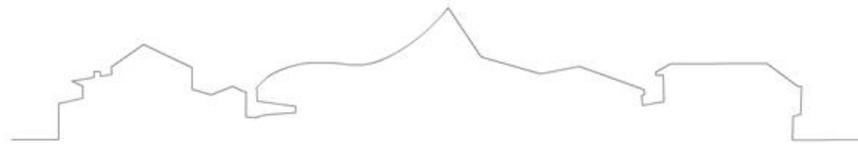
**Per Irraggiamento:** Il fenomeno dell'irraggiamento solare che incide sulla superficie esterna della 'pelle' permane anche nelle facciate ventilate e continua ad esercitare un forte influenza nel trasmettere energia agli strati più interni, anche al di là della intercapedine d'aria, che risulta trasparente all'azione irraggiante del dorso del paramento interno, colpendo quindi la superficie esposta dello strato di isolamento termico.



Tuttavia la composizione stessa dell'involucro ventilato offre opportunità e vantaggi per il controllo anche di questa forma di trasmissione del calore: infatti l'interposizione dell'intercapedine costituisce uno spazio "vuoto" (in realtà pieno solo d'aria) su cui è possibile operare aggiungendo elementi tesi a limitare il più possibile l'intensità della radiazione indesiderata dal paramento esterno (anche sottili superfici coibenti proprio l'irraggiamento).

Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Da sottolineare la differenza rilevante rispetto ad un normale involucro del tipo “Intonaco isolante a cappotto”: con questa soluzione la trasmissione del guadagno solare indesiderato (nella stagione estiva, ovviamente) non è regolabile, una volta messo in opera il pacchetto, vista la compattezza degli strati, tutti in aderenza reciproca: tutti gli strati sono comunque “esposti al sole”. Nelle facciate ventilate invece notiamo che la superficie dell’isolante termico affacciata nell’ intercapedine, è sempre “in ombra”; in più è separata dal contatto diretto dall’elemento irraggiante dallo strato d’aria, che può assumere ulteriori funzioni di filtro alle radiazione con provvedimenti qui non illustrati, oggetto di ricerca.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**

## FACCIATE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

### INVOLUCRI VENTILATI AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA: UN' APPLICAZIONE SPERIMENTALE.

La ricerca è condotta dall'Unità di Ricerca ProTeA del Politecnico di Milano BEST in collaborazione organica con un piccolo consorzio di industrie guidate da ADERMA Locatelli.

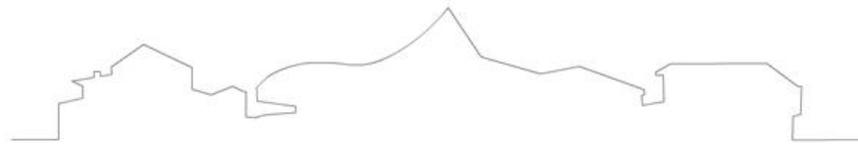


Il principale scopo è quello di sperimentare e misurare col monitoraggio la qualità delle prestazioni termo – energetiche di una “facciata ventilata ibrida orientata all’alta efficienza energetica”, la cui concezione è ispirata alla verifica del grado di efficacia di un involucro edilizio che possa invertire la tradizionale dipendenza dalle fonti energetiche fossili (agendo al massimo quale limitatore delle perdite) per tentare la scommessa di diventare un produttore di energia, nei limiti del possibile con le tecnologie esistenti e le condizioni di contesto operanti.

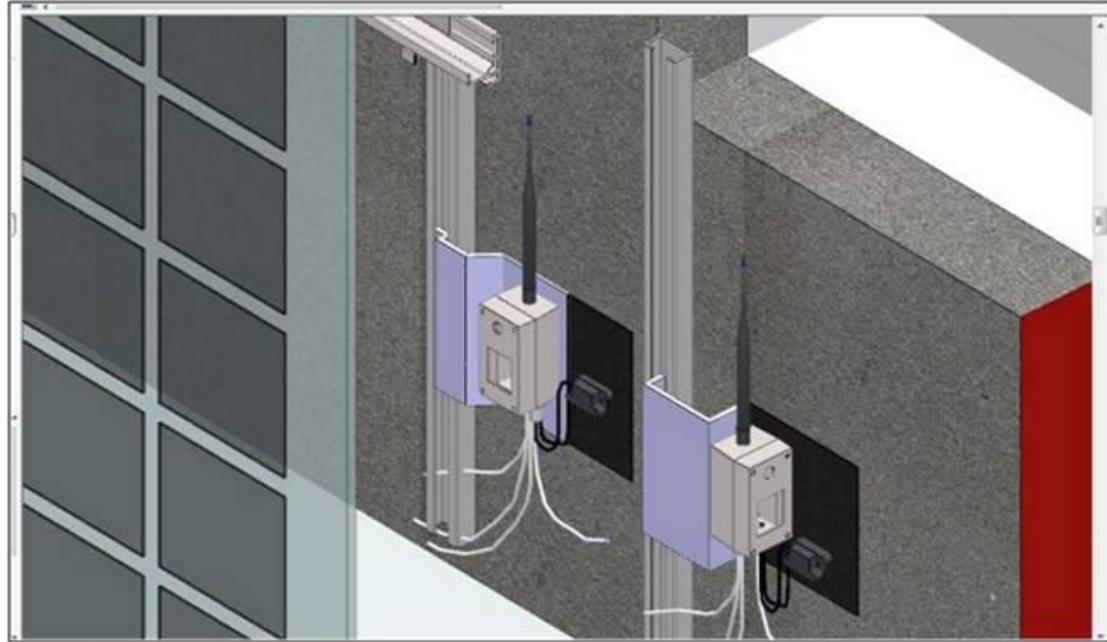
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**





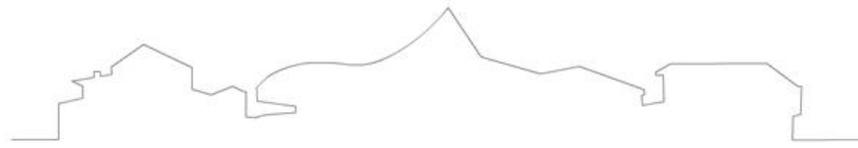
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



La presenza dei pannelli solari fotovoltaici nella partitura verticale della facciata ventilata comporta un insieme complesso di interazioni energetiche significative, mediate dal dorso dei pannelli stessi affacciati nell'intercapedine ventilata, sia con lo strato d'aria che con le contigue superfici dei pannelli opachi del paramento esterno, sia con la superficie esposta dello strato isolante termico esposto verso l'intercapedine

Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



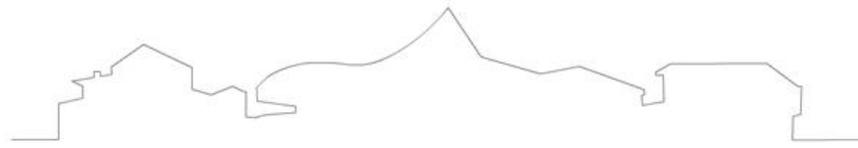
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Queste interazioni variano sostanzialmente in rapporto alle condizioni di irraggiamento diurno, oppure alla sua assenza notturna, cambiano il verso del trasferimento del flusso di calore secondo le stagioni e le condizioni meteorologiche dell'atmosfera. Anche nella stagione invernale la facciata ventilata sembra offrire qualche vantaggio rispetto ad un normale involucro esterno a cappotto aggiunto all'esistente, ovviamente a condizione che il deflusso dell'aria riscaldata dall'intercapedine sia impedito dalla chiusura delle griglie di regolazione.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



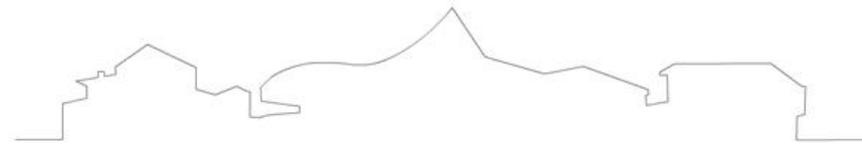
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Durante le poche ore di luce il riscaldamento del paramento esterno è comunque sensibile, in quanto la sua giacitura verticale compone un angolo di incidenza quasi ottimale con i raggi solari: il guadagno solare viene trasmesso all'aria dell'intercapedine, alla sottostruttura metallica che ne forma l'ossatura e gli elementi di separazione delle sezioni verticali di facciata, quindi alla superficie dello strato isolante termico.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



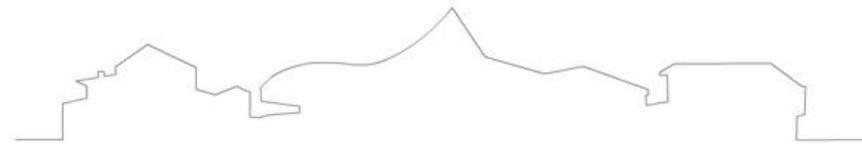
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



Malgrado l'inerzia termica di questi elementi del sistema sia minima, quindi non consentano accumulo termico, compiono una limitata azione di resistenza al raffreddamento notturno, interponendo comunque uno strato d'aria immobile tra paramento esterno e isolante, con vantaggio rispetto ad un contatto materiale che favorirebbe la trasmissione di calore verso l'esterno.

Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

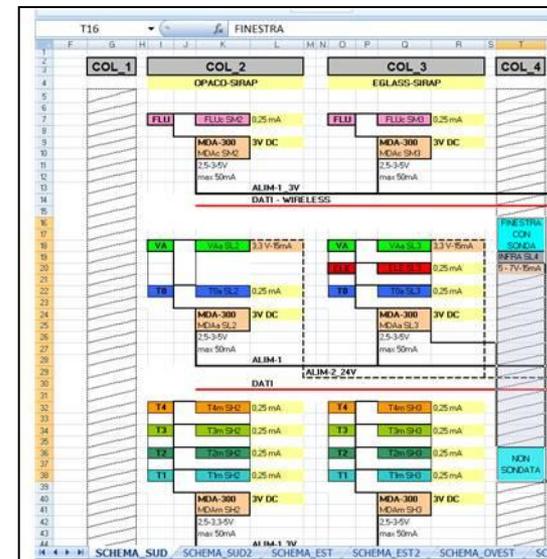
**Progettazione Tecnologica Assistita**

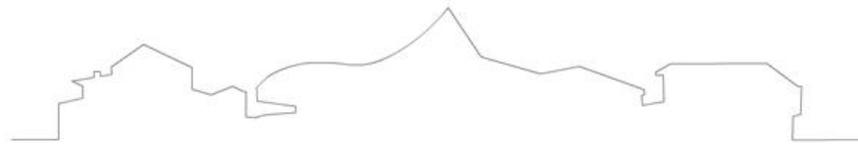


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

### • IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

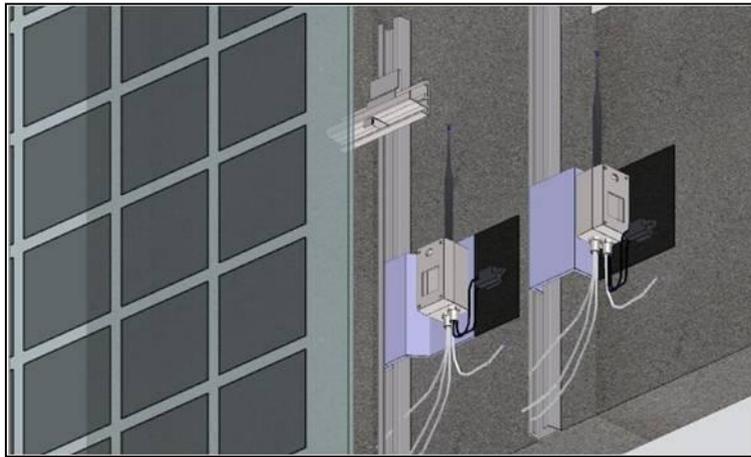
- *La ricerca persegue il Monitoraggio permanente del reale comportamento dell'edificio costruito*, per mezzo della rete di sensori termici e fluido-dinamici installati in corrispondenza dei nodi architettonici e tecnico-costruttivi, cioè delle porzioni di involucro significative ai fini dell'esposizione alle condizioni di contesto (es.: ai punti cardinali) in relazione ai pacchetti di involucro alternativi per stratificazione e materiali adottati.



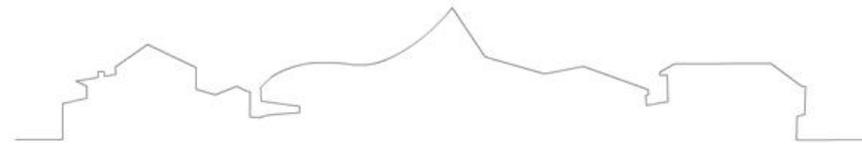


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Ogni sezione verticale di facciata ventilata è monitorata da un sistema di sensori attivo in permanenza, per misurarne sia il comportamento termico del pacchetto di materiali riuniti in strati - che ne definiscono la specificità come alternativa tecnologica – che la produzione di energia elettrica erogata dai pannelli fotovoltaici stessi.

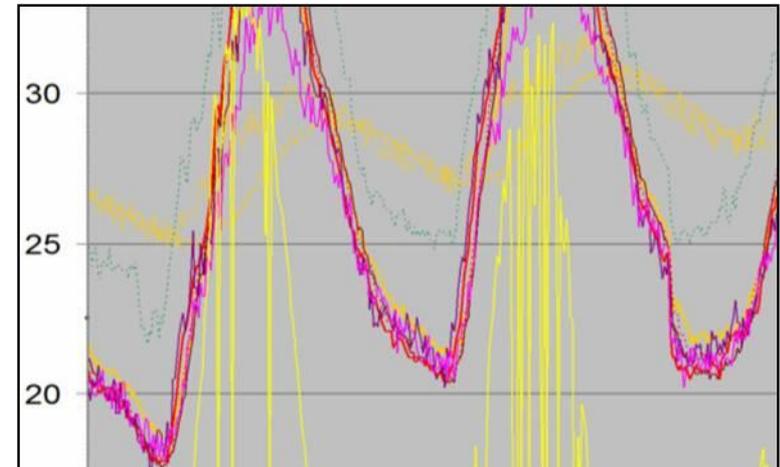
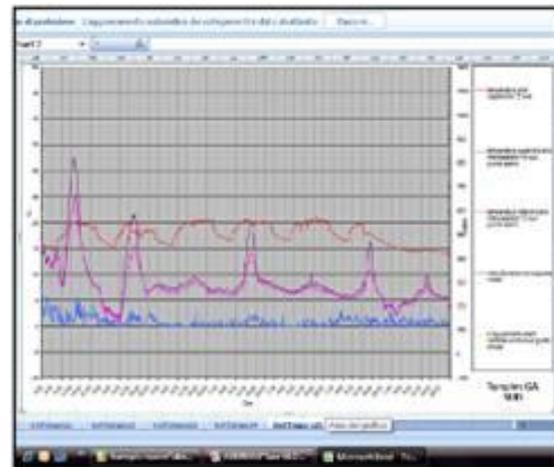
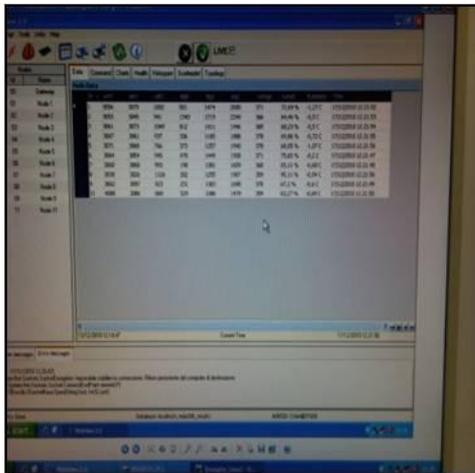


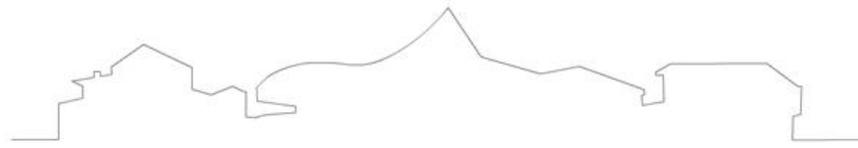
L'apparato di monitoraggio è modellato in ogni sua singola componente; così le centraline wireless che accolgono i circuiti di registrazione e trasmissione dati, allocate nell'intercapedine. Alimentate da due circuiti elettrici separati, comunicano i dati rilevati ad una sottorete gestita da EEEPC.



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

L'ambizione della sperimentazione applicativa è il poter misurare nel corso di quattro stagioni di esercizio in opera, i possibili effetti di interferenza generati dai cicli di riscaldamento e raffreddamento (sia giornalieri che nella dimensione stagionale) delle celle solari in rapporto con la retrostante facciata ventilata, per individuarne le potenzialità sinergica di induzione degli effetti incrociati tra il flusso termico dell'aria nell'intercapedine e la produzione di energia elettrica dei pannelli fotovoltaici.

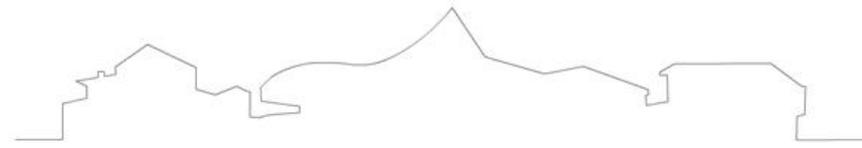




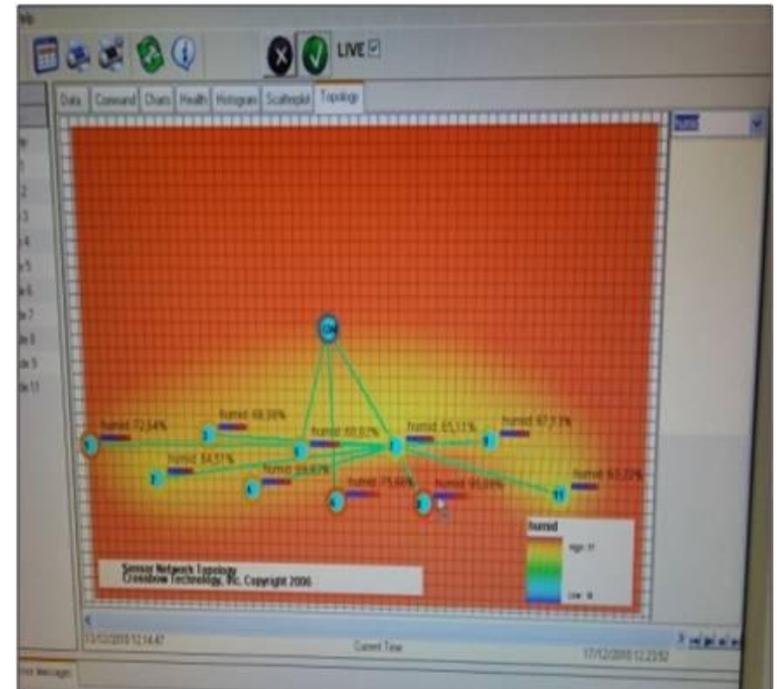
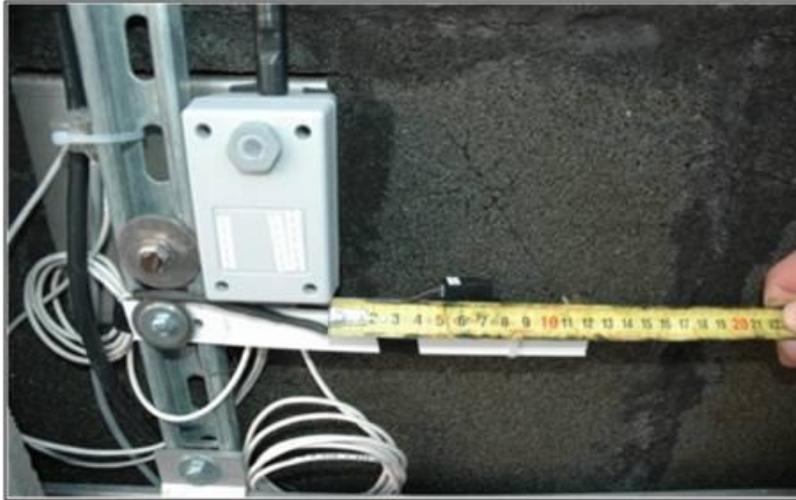
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

- **ProTeA Lab:**

- LABORATORIO SPERIMENTALE PERMANENTE di SOLUZIONI TECNICO - COSTRUTTIVE
- Scopo della costruzione sperimentale di questo involucro ventilato ad alta efficienza energetica è costituire un “**Laboratorio Permanente ProTeA - Aderma**” nel quale sottoporre a monitoraggio il comportamento energetico reale di diversi pacchetti alternativi per materiali e tecnologie di captazione, al fine di ottimizzarne il rendimento attraverso la combinazione dei fattori più favorevoli indicati dall’analisi dei dati di monitoraggio. **Compito del Laboratorio Sperimentale permanente è anche quello di osservare e misurare l’interazione tra il comportamento termico delle facciate ventilate e la dinamica dell’efficienza delle celle fotovoltaiche in funzione della variazione di temperatura.**
- **Inoltre si raccolgono dati atti a comprendere le opportunità di integrazione tra sistemi attivi e passivi nella produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché l’influenza sul comfort interno.**

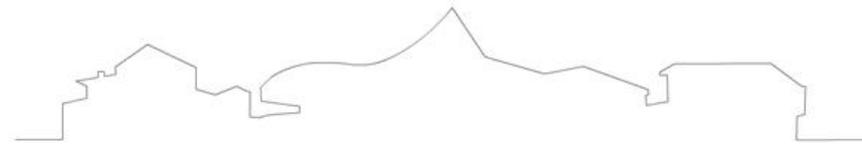


## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

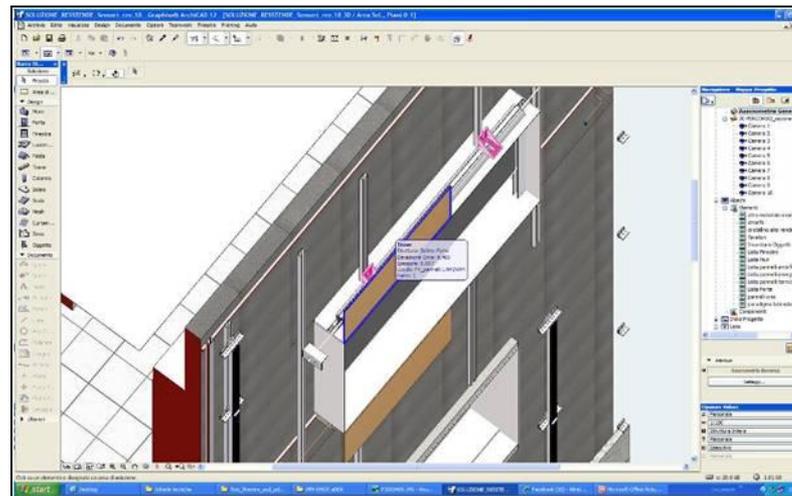
**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

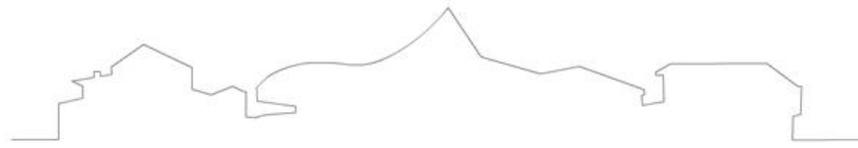
- **LA MODELLAZIONE ARCHITETTONICA FINO AI DETTAGLI TECNICO COSTRUTTIVI**

La ricerca fa ricorso all'impiego dei ambienti software di modellazione architettonica di ultima generazione già disponibili sul mercato: questi programmi software descrivono e strutturano gli interi organismi edilizi con tecnologie di *rappresentazione 3D, orientati a oggetti* (per specifiche e distinte “famiglie funzionali” che possono coincidere esattamente con le parti d’opera edilizie o loro elementi), *parametrici* (cioè le cui relazioni dimensionali sono variabili in rapporto ad una funzione esprimibile col linguaggio della geometria analitica).



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



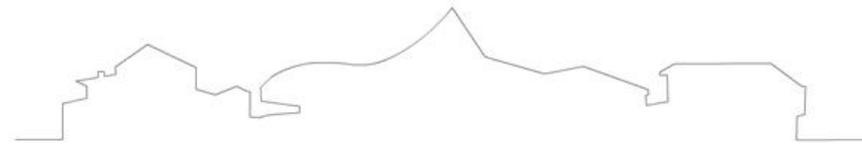
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

Profittare delle opportunità offerte dalla “modellazione ad oggetti “ per la definizione tecnico-costruttiva degli involucri sulle, *significa poter verificare in fase di progettazione la congruità ai criteri di sostenibilità lungo il ciclo di vita delle essenziali scelte di conformazione e identità materica.* La tecnologia di progetto basata sulla modellazione *consente di prefigurare la funzionalità energetica e di comfort delle soluzioni per forma e alternativa tecnologica.* *L'interoperabilità consente sia l'integrazione di competenze progettuali differenti che il trasferimento del modello di progetto tra gli ambienti software necessari alla sua definizione e verifica delle prestazioni.*



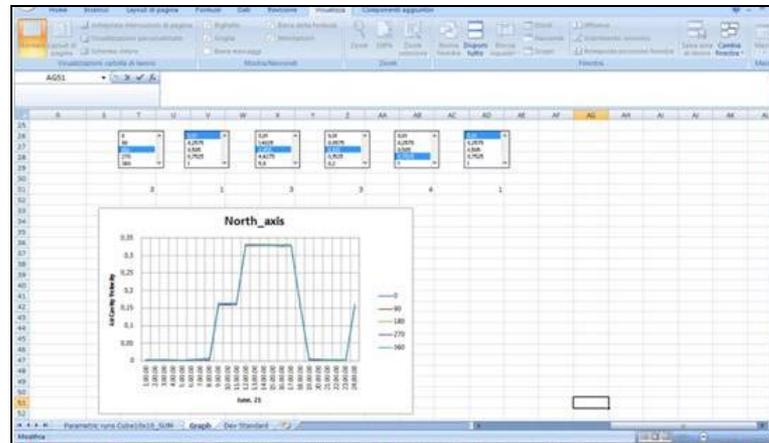
Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



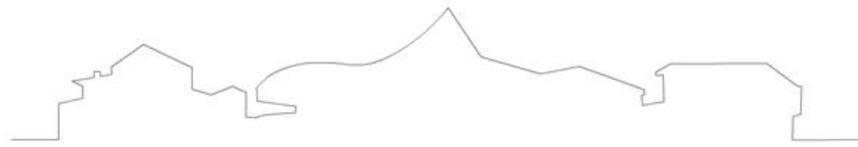
## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

- **LA SIMULAZIONE VIA SOFTWARE DEL COMPORTAMENTO IN OPERA**
- Gli algoritmi di calcolo per la simulazione delle facciate ventilate - basati sui molteplici modelli di settori facciata prodotti da ProTeA nell'ambito del contratto con l'Università, tra loro molto diversi per composizione e materiali - sono in corso di sviluppo, sperimentazione e stabilizzazione. Dalla sinergia delle due sperimentazioni parallele - il monitoraggio del comportamento reale con quello simulato via software, impiegando lo stesso modello digitale progettato per l'intervento - consegue la conferma della strategia della ricerca Aderma - Politecnico: l'ottimizzazione e la certificazione via simulazione software dei progetti di involucri ventilati.



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**



## FACCIAE VENTILATE: TECNOLOGIA D' INVOLUCRO PER EDIFICI DI NUOVA GENERAZIONE

**GRAZIE !**

per la Vostra  
Attenzione e...

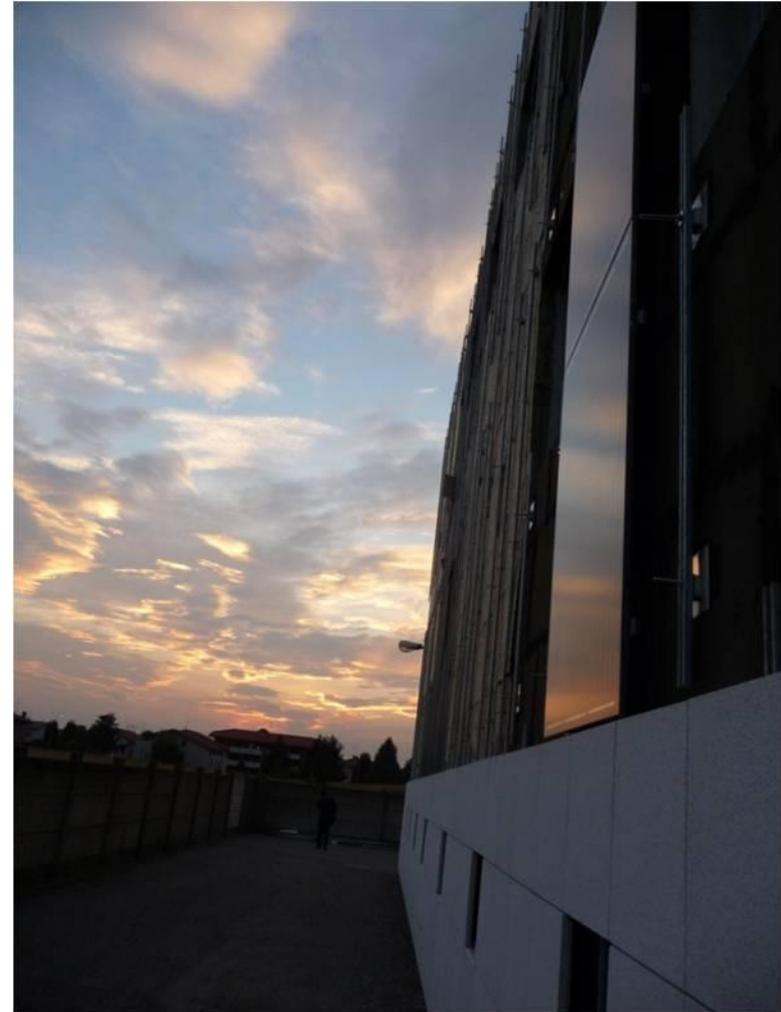
**Pazienza !**

- Prof. Arch. Ezio Arlati
- ProTeA – *Progettazione Tecnologica Assistita*  
BEST – Building & Environment Science and  
Technology  
Politecnico di Milano

Via Edoardo Bonardi 9, 20133 Milano

Tel: +39 02 2399 5180; Fax: +39 02 2399 5179

E.mail: [ezio.arlati@polimi.it](mailto:ezio.arlati@polimi.it)



Prof. Ezio Arlati – Politecnico di Milano - Dipartimento BEST Unità di Ricerca **ProTeA** –

**Progettazione Tecnologica Assistita**