



COLLEGIO INGEGNERI VENEZIA
www.collegioingegnerivenezia.it



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI VENEZIA



Seminario Formativo

Mercoledì 15 novembre 2017 - ore 15.30 – 18.30

Via B. Maderna 7 – Mestre (VE)

**FACCIAE VENTILATE IN FIBROCEMENTO
ECOLOGICO AD ALTE PRESTAZIONI:
*TECNOLOGIE E APPLICAZIONI DI CANTIERE***

**INGEGNERIZZAZIONE DELLE
FACCIAE**

Intervento di:

Ing. Alessandro Maggio

- **TIPOLOGIA DI MATERIALI, FORMA, DIMENSIONI**
- **LE FUNZIONI DEL RIVESTIMENTO**
- **RIFERIMENTI NORMATIVI**
- **I SISTEMI COSTRUTTIVI**
- **GRANDI E PICCOLE PROGETTAZIONI**
- **ESEMPI DA SEGUIRE E ... DA DIMENTICARE**



TIPOLOGIA DI MATERIALI, FORMA, DIMENSIONI

Litico



Ceramica



Vetro



Cotto



HPL, Fibrocemento



Legno

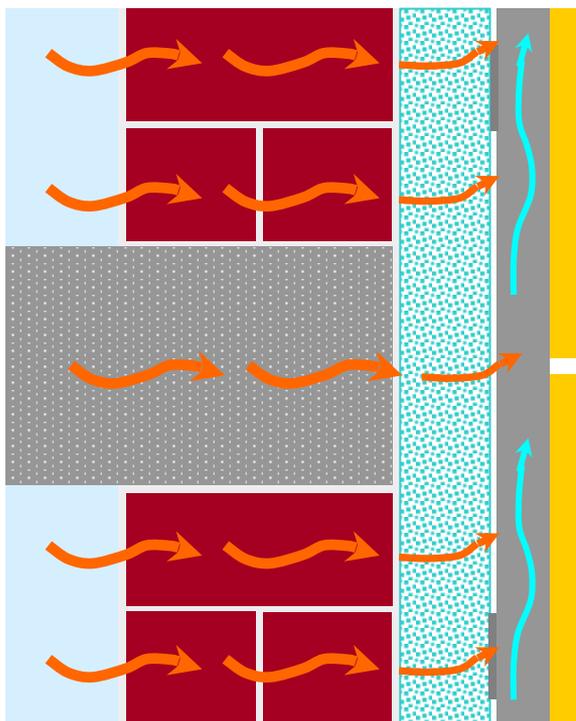


LE FUNZIONI DEL RIVESTIMENTO 1

Protezione dall'umidità

L'isolamento, attraverso i suoi due componenti deve garantire l'impermeabilità esterna senza però fare da barriera all'eventuale vapore che fuoriesce dall'interno.

La circolazione d'aria dietro al rivestimento può favorire la fuoriuscita del vapore acqueo in eccesso prodotto negli ambienti interni, oltre che, nella fase immediatamente successiva alla costruzione dell'edificio, l'evaporazione dell'acqua di costruzione in eccesso.



L'isolamento deve essere progettato in modo da impedire infiltrazioni d'acqua dall'esterno ma senza fare da barriera alla fuoriuscita del vapore acqueo prodotto negli ambienti interni

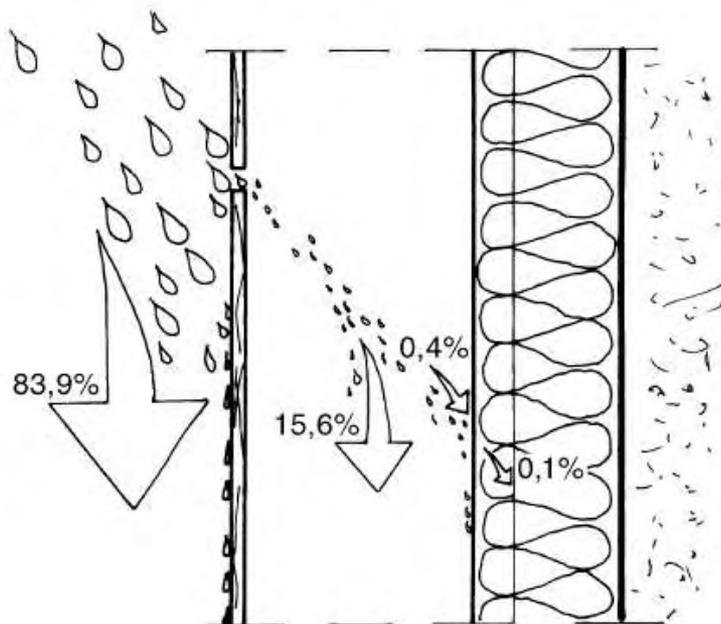
TENUTA ALL'ACQUA

Con giunti aperti di normale larghezza, la superficie del rivestimento che rimane aperta all'ingresso dell'acqua meteorica è non più del 2-3% della superficie totale.

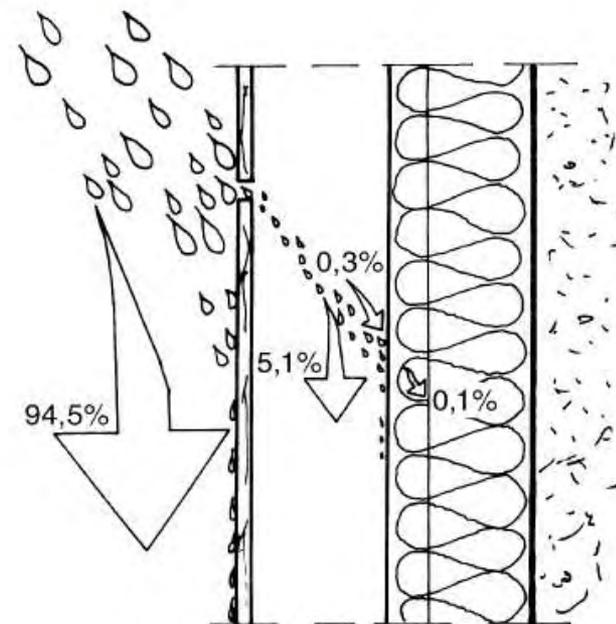
Penetrazione di acqua meteorica nell'intercapedine d'aria 5-15% rispetto al totale che batte sul rivestimento.

L'acqua che arriva a bagnare la coibentazione dello 0.1% per di più questa interessa solo i primi 15 mm del coibente

Superficie aperta pari al 2,6% del totale



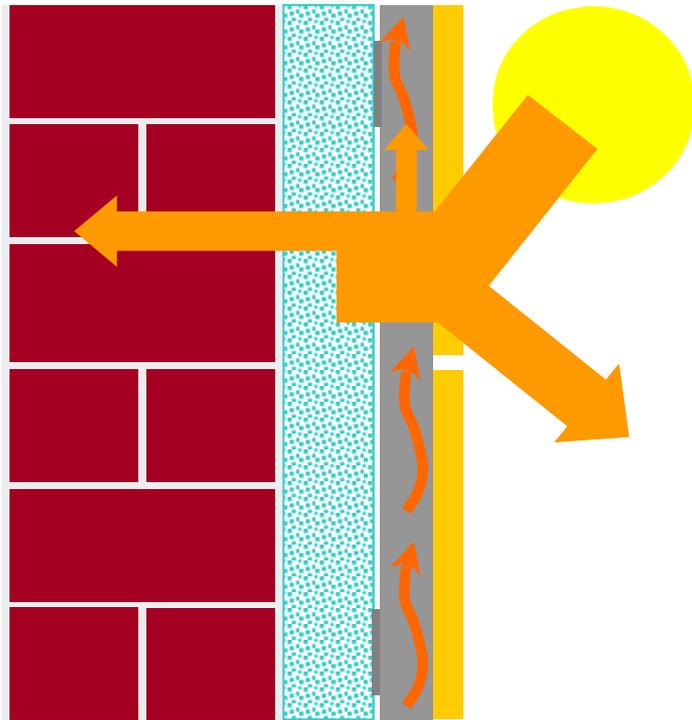
Superficie aperta pari all'1,3% del totale



Fughe aperte orizzontali e verticali 8 mm su pannelli 600x600x10 mm, superficie aperta pari al 2.6 % del totale di facciata, lama d'aria di 100 mm, pannello isolante con superficie idrorepellente.

LE FUNZIONI DEL RIVESTIMENTO 2

Isolamento termico



L'effetto di convezione che si crea nell'intercapedine in maniera naturale ("effetto camino") genera **meccanismo di scambio** termico tra ambiente esterno, parete e ambiente interno.

Le pareti ventilate hanno un **fattore di ripartizione della radiazione solare assorbita** tanto minore quanto maggiore è la portata d'aria nell'intercapedine

Dimensionando lo spessore dell'isolante – e di conseguenza lo spessore dell'intercapedine – le temperature più elevate che si registrano **nella stagione calda determinano la crescita del flusso d'aria, che si traduce in un migliore isolamento.**

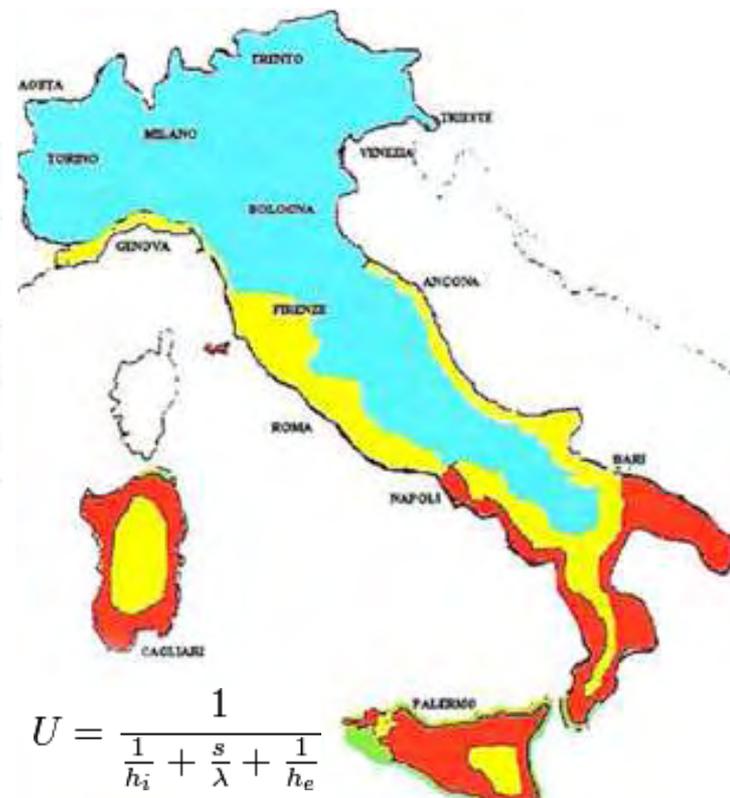
Gli effetti combinati della riflessione superficiale e della ventilazione nell'intercapedine riducono il carico termico estivo dovuto all'irraggiamento solare

TRASMITTANZA TERMICA STAZIONARIA U (W/MQ K)

Definisce la capacità isolante di un elemento

Secondo DLgs 311/06

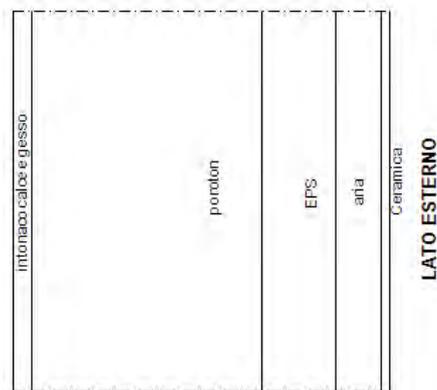
Valori di trasmittanza U da verificare dal 1/01/2010 (in W/m ² K) Limiti per accedere alle detrazioni 55%				
Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti*	
A	0.56	0.34	0.59	3.9
B	0.43	0.34	0.44	2.6
C	0.36	0.34	0.38	2.1
D	0.30	0.28	0.30	2.0
E	0.28	0.24	0.27	1.6
F	0.27	0.23	0.26	1.4



$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

Hi e He [W/m² K] sono i coefficienti di adduzione interna ed esterna;
s [m] lo spessore del materiale;
λ [W/m K] la conducibilità termica interna del materiale

Lastra in pietra su parete ventilata



U = 0.27 W/m² K

Lastra in pietra incollata



U = 0.68 W/m² K

UNI 11018 – Norma italiana

Rivestimenti e sistemi di ancoraggio per facciate ventilate a montaggio meccanico (a secco).
Rivestimenti lapidei e ceramici.

Istruzioni per la progettazione , l'esecuzione e la manutenzione.

Calcolo della lama d'aria (intercapedine)

		Tipo di disposizione	
		Pareti verticali o inclinate più di 60° sull'orizzontale s'/L [m ² /m]	Pareti orizzontali o inclinate meno di 60° sull'orizzontale s/A [m ² /m ²]
Tipo di ventilazione	Pareti debolmente ventilate	<0,002	<0,0003
	Pareti mediamente ventilate	0,002 ~ 0,05	0,0003 ~ 0,003
	Pareti fortemente ventilate	≥0,05	≥0,003

La ventilazione della lama d'aria è il rapporto fra le aperture di ventilazione in alto e in basso s' (misurata in m²) per ogni metro di larghezza della parete e la lunghezza della Parete L

Esempio pratico:

- si sceglie $s'/L = 0,003$ che rientra nei limiti 0,002 ~ 0,05;

- data $L = 20$ m, si ottiene $s' = 0,003 \times 20 = 0,06$ m²;

dato che questa è la sezione totale delle aperture in alto ed in basso per ogni metro di larghezza della parete, nell'ipotesi di avere aperture uguali in alto ed in basso ognuna sarà con sezione 0,03 m² per metro di larghezza; quindi si dovrà avere uno spessore della lama d'aria pari a 3 cm.

SOTTOSTRUTTURA

Le deformazioni ammesse sono le seguenti:

- a) per i montanti frecce massime ammesse pari ad 1/200 della luce verticale tra due fissaggi consecutivi (vento);
- b) per i traversi frecce massime ammesse pari a 1/300 della luce netta per le inflessioni verticali (peso) e pari a 1/100 della stessa luce per le inflessioni nel piano orizzontale (vento).

prospetto 17

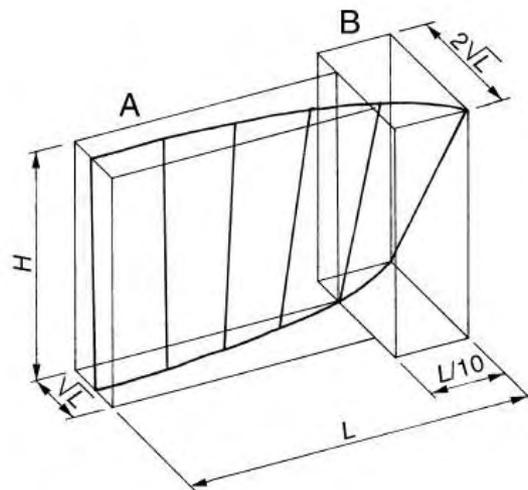
Ampiezza minima dei giunti di dilatazione

ΔT [°C]	Giunto alluminio [mm/m]	Giunto acciaio [mm/m]
60	1,8	0,9
50	1,4	0,7
40	1	0,5
30	0,6	0,3

è necessario garantire una dilatazione controllata, attraverso la realizzazione di fissaggi "fissi" ed altri di semplice trattenuta, nei quali sia possibile lo scorrimento relativo con il supporto edilizio retrostante.

TOLLERANZE DIMENSIONALI

Esempio di fuori piombo ammissibile A) Totale, B) Locale nell'ipotesi di $L < H$



D [m] è la dimensione minima della superficie di parete in esame;

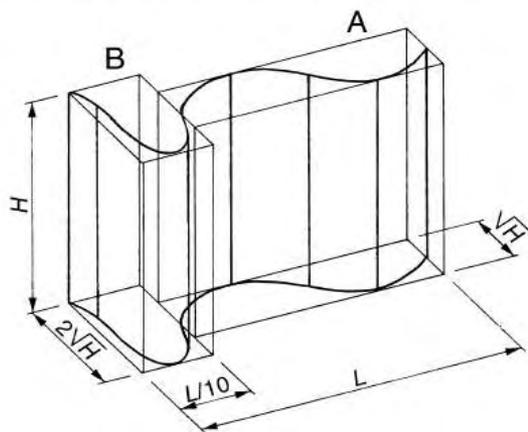
$$T_T \text{ [cm]} = \sqrt{D}$$

TT [cm] = tolleranza totale:

scostamento dalla verticalità (fuori-piombo), scostamento dall'orizzontalità (fuori-livello) e non-planarità riferiti a tutta l'estensione della parete da rivestire

ad esempio, per una parete alta 4,5 m e larga 8,7 m si ha e $TT = \text{radq } 4,5 = 2,12 \text{ cm}$ e $TL = 2 \times \text{radq } 4,5 = 4,24 \text{ cm}$

Esempio di fuori complanarità ammissibile A) Totale, B) Locale nell'ipotesi di $H < L$



$$T_L \text{ [cm]} = 2\sqrt{D}$$

TL [cm] = tolleranza locale:

scostamento dalla verticalità (fuori-piombo), scostamento dall'orizzontalità (fuori-livello) e non-planarità calcolati su zone di area inferiore a 1/10 della superficie definita come totale

Tolleranze di installazione

Scostamento dalla verticalità (fuori piombo)

- a) 5 mm per ogni interpiano successivo;
- b) 1/1000 per ogni interpiano successivo.

L'indicazione equivale a richiedere uno scostamento massimo dalla verticalità pari a 5 mm per interpiani alti fino a 5 m e scostamenti pari ad un millesimo dell'interpiano stesso per altezze maggiori di 5 m

Scostamento dall'orizzontalità

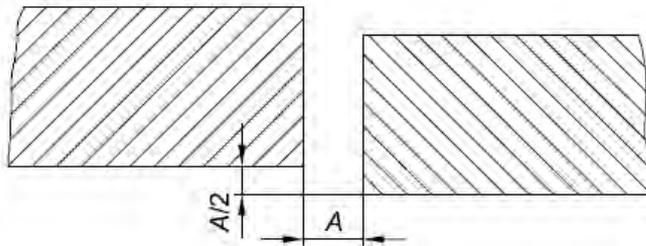
È normale uno scostamento totale dall'orizzontalità per le fughe delle lastre di rivestimento (fuori livello) pari al maggiore dei due seguenti valori:

- a) 5 mm per pareti larghe fino a 10 m;
- b) 1/2000 della larghezza del prospetto.

L'indicazione equivale a richiedere uno scostamento massimo dall'orizzontalità pari a 5 mm per prospetti larghi fino a 10 m e scostamenti pari ad un duemillesimo della larghezza della facciata per larghezze della stessa maggiori di 10 m.

Lippage

È ammissibile uno scostamento dalla complanarità per lastre adiacenti (lippage) pari a non più di 1/2 della larghezza (A) del giunto nominale di separazione tra le due lastre interessate dalla misurazione.



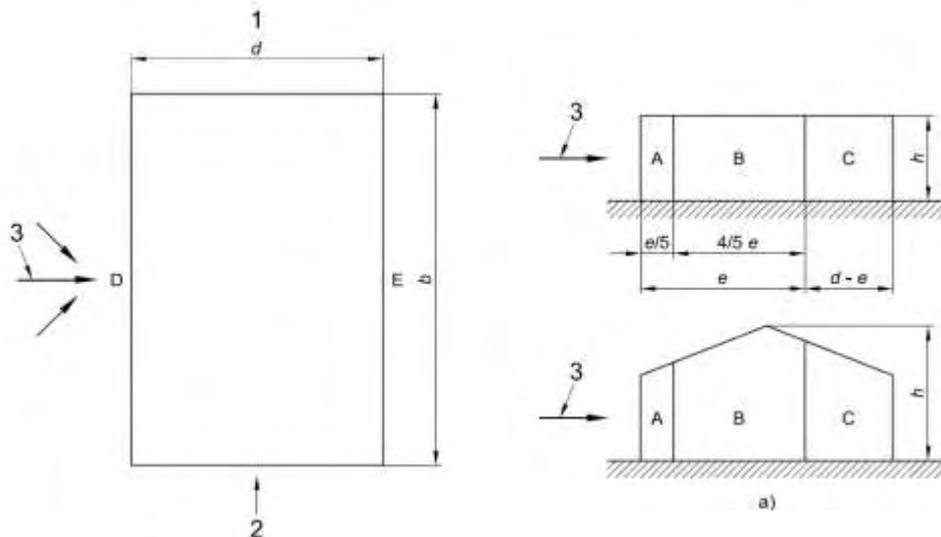
VERIFICA STRUTTURALE

Attenzione al dimensionamento dei carichi che agiscono sul rivestimento



Pressione del vento, Sisma...

D.M. 14-01-2008 Circ. 617/09 – Norma italiana
Dal 1 luglio 2009 sostituisce il D.M.'96 e D.M. 2005



$$P = Q_{ref} * C_e * C_p * c_d$$

P = carico del vento

Q_{ref} = carico cinetico del vento (V_{ref}² / 1,6) (periodo di ritorno 50 anni)

C_e = coefficiente di esposizione (zona, rugosità del terreno)

C_p = coefficiente aerodinamico del sito (forma geometrica, direzione del vento)

C_d = coefficiente dinamico (vibrazioni della struttura)



IL COMPORTAMENTO DEI SISTEMI DI FACCIATA IN CASO DI SISMA

Testo Unico - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Par. 5.7.5 CONSIDERAZIONE DI ELEMENTI SECONDARI NON STRUTTURALI

“Gli elementi costruttivi secondari senza funzione strutturale, il cui danneggiamento può provocare danni a persone, dovranno in generale essere verificati all’azione sismica, insieme alle loro connessioni alla struttura.”



COMPORTAMENTO DELLE STRUTTURE IN CASO DI AZIONI SISMICHE



LA NUOVA GUIDA TECNICA NAZIONALE PER LA DETERMINAZIONE DEI “REQUISITI DI SICUREZZA ANTINCENDIO DELLE FACCIAE NEGLI EDIFICI CIVILI”

LETTERA CIRCOLARE n. 5043 DEL 15 APRILE 2013

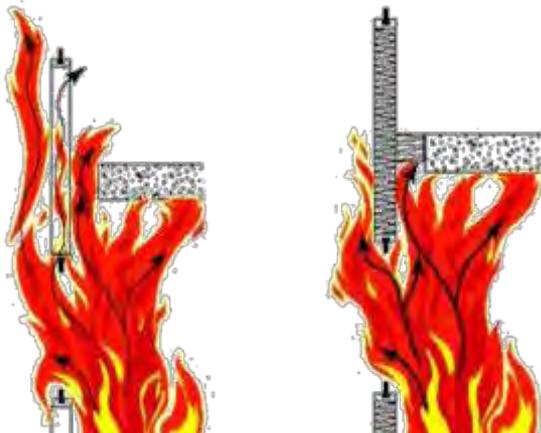
1 OBIETTIVI

La presente guida tecnica ha i seguenti obiettivi:

- a. **limitare la probabilità di propagazione di un incendio originato all'interno dell'edificio**, a causa di fiamme o fumi caldi che fuoriescono da vani, aperture, cavità verticali della facciata, interstizi eventualmente presenti tra la testa del solaio e la facciata o tra la testa di una parete di separazione antincendio e la facciata, con conseguente coinvolgimento di altri compartimenti sia che essi si sviluppino in senso orizzontale **che verticale, all'interno della costruzione e inizialmente non interessati dall'incendio;**
- b. **limitare la probabilità di incendio di una facciata e la sua successiva propagazione**, a causa di un **fuoco avente origine esterna** (incendio in edificio adiacente oppure incendio a **livello stradale o alla base dell'edificio);**
- c. **evitare o limitare, in caso d'incendio, la caduta di parti di facciata** (frammenti di vetri o di altre parti comunque **disgregate o incendiate) che possono compromettere l'esodo in sicurezza degli occupanti l'edificio e l'intervento in sicurezza delle squadre di soccorso.**



COMPORAMENTO AL FUOCO & SCELTA DEL FISSAGGIO STRUTTURALE



RIFERIMENTI NORMATIVI

Commissione Europea ha redatto le linee guida e i documenti per fornire degli strumenti armonizzati idonei

Per le strutture metalliche si può far riferimento a:

EC3 - strutture in acciaio

EC9 - strutture in lega di alluminio

EC1 - al punto 2.2 per le azioni su strutture sottoposte ad incendio

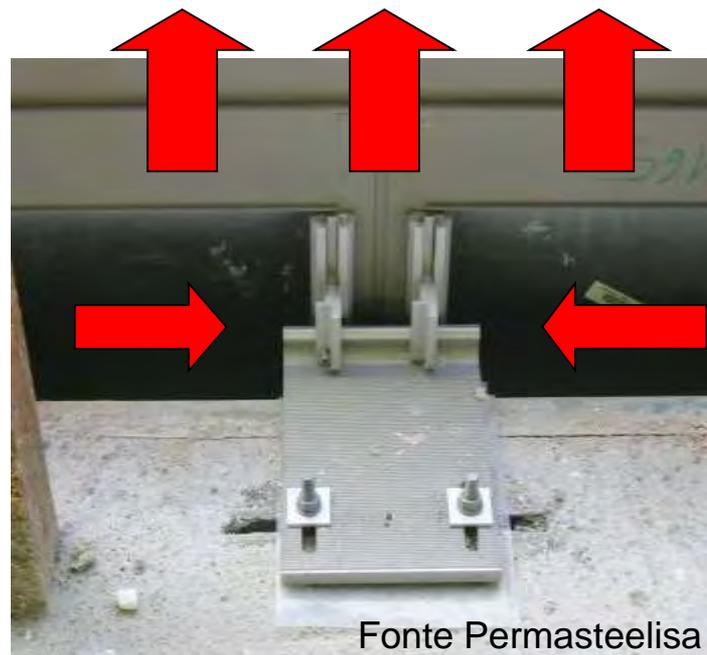
IL DECRETO 16 Febbraio 2007

(S.O. n. 87 alla G.U. n. 74 del 29.03.2007)

“Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”

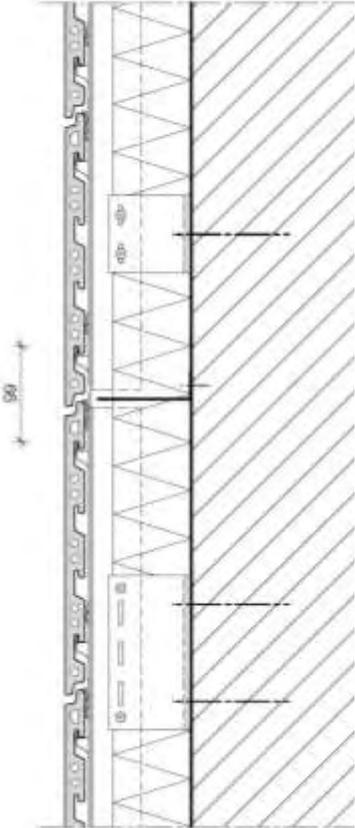
Compartimentazione dello strato di ventilazione

utilizzare se possibile i profilati della sottostruttura del sistema di ancoraggio, inserendo altrimenti opportune **scossaline = barriera fisica** alla diffusione di fiamme o prodotti di combustione derivati da un eventuale incendio

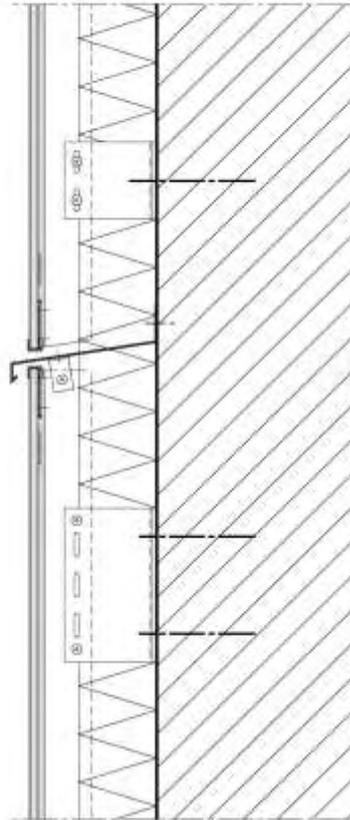


Fonte Permasteelisa

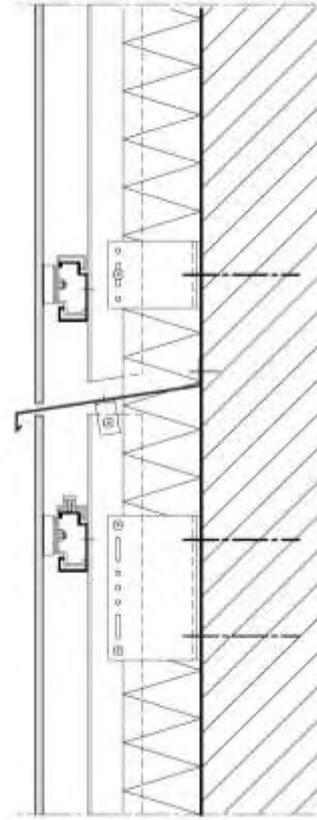
Brandsperre
Fire break
Pare-feu



Brandsperre
Fire break
Blocage d' incendie



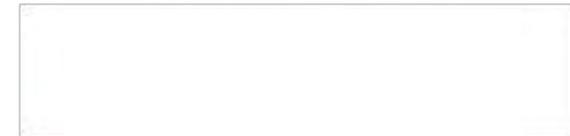
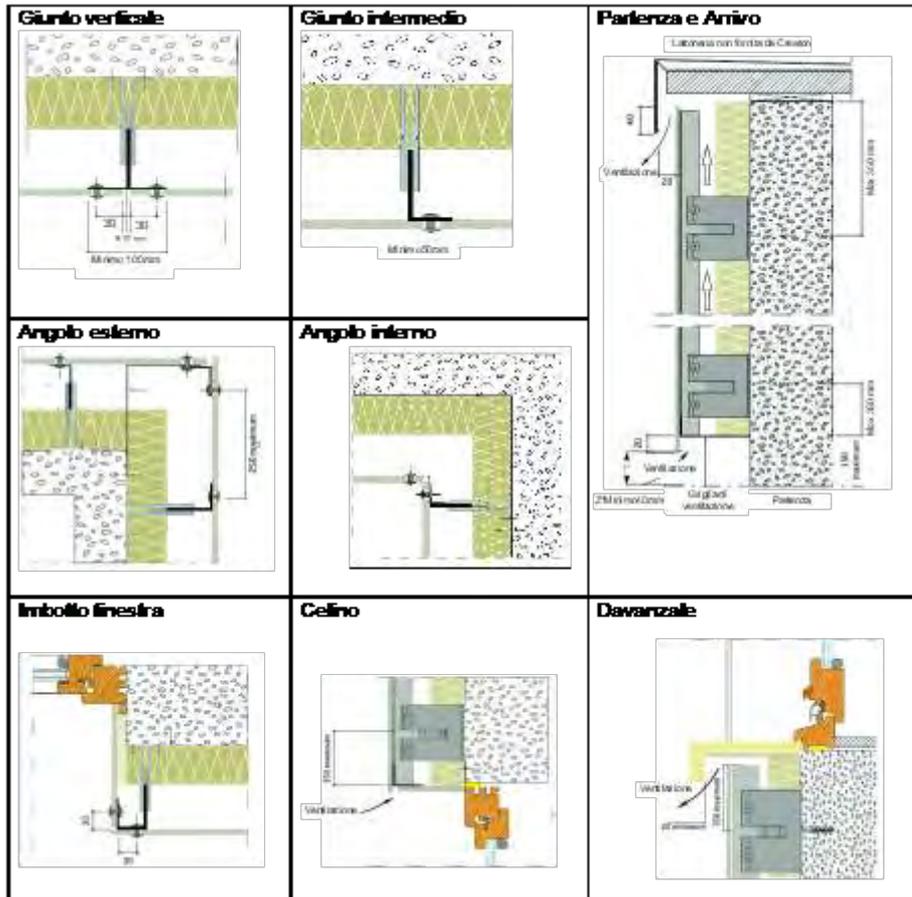
Brandsperre
Fire break
Blocage d' incendie



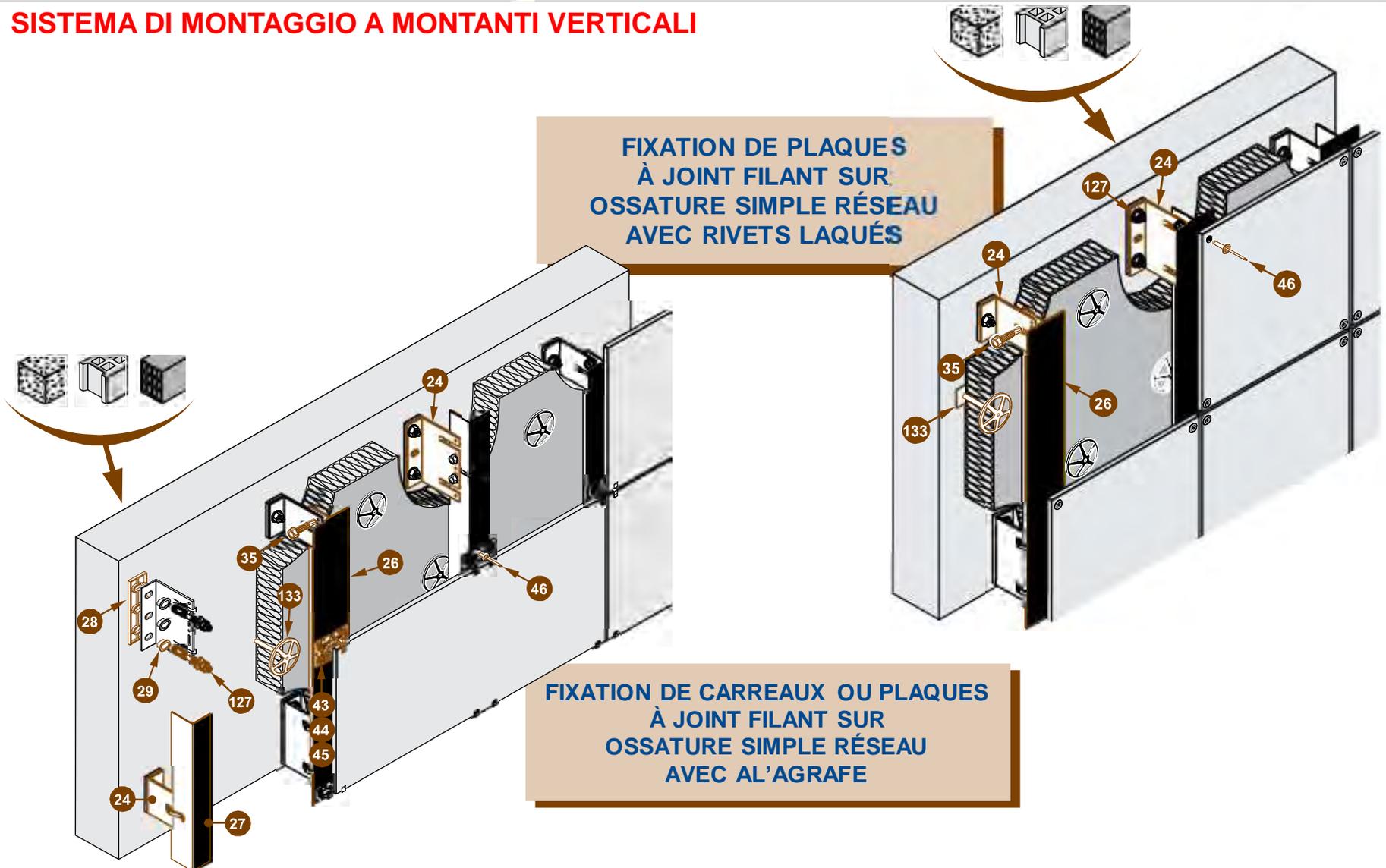
SISTEMA CONTINUO - SOTTOSTRUTTURA

VANTAGGI DEL SISTEMA CONTINUO

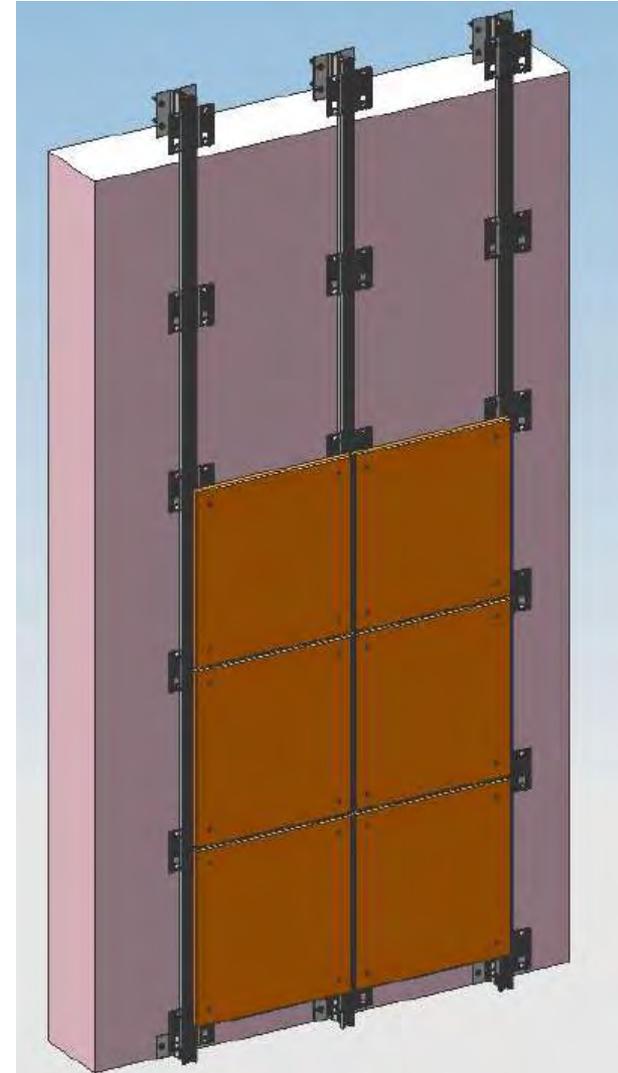
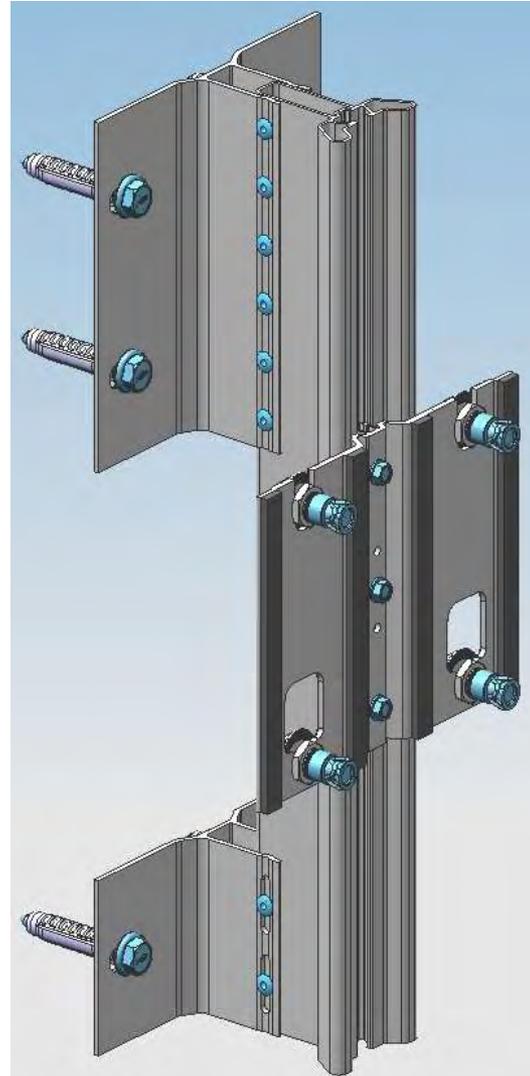
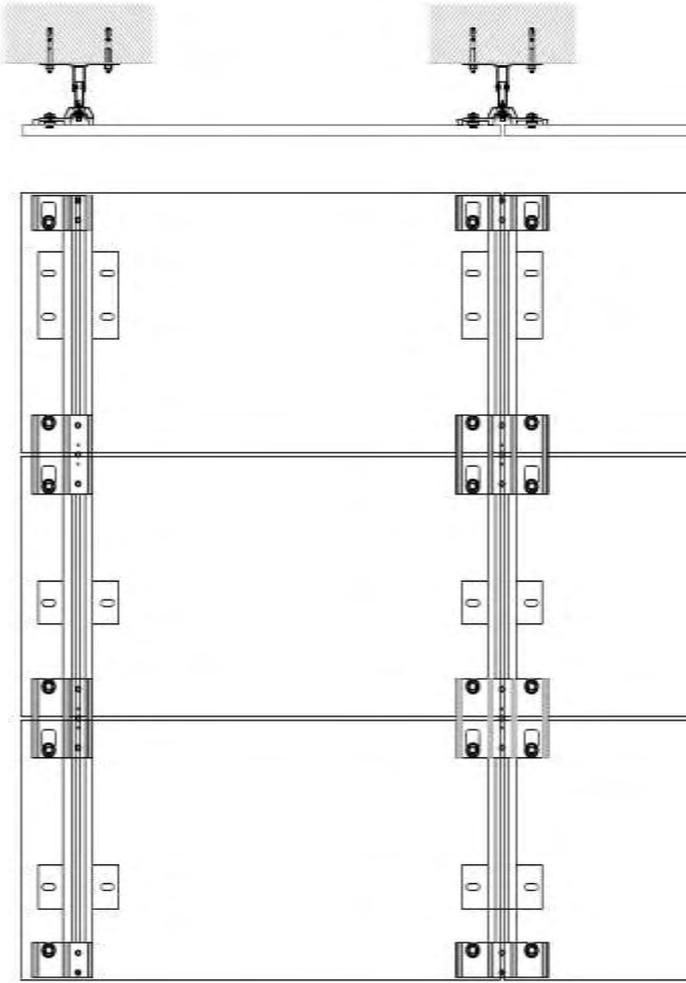
- **Risparmio di tempo e manodopera:** si effettuano molti meno fori sul muro (in particolare se si hanno lastre di piccole dimensioni)
- **Risoluzione di problematiche particolari:** spesso non è possibile utilizzare il sistema puntuale F10 per (es. fuori squadra elevati, ... o Tipologia del materiale)
- **Regolazione delle fughe** più precisa e veloce
- **Gestione del cantiere** alternanza nel montaggio di strutture e rivestimenti
- **Facile manutenzione/ ispezione:** è possibile smontare la singola lastra una senza smontare intere file
- **Posso usare i montanti tra interpiani:** installazione anche su murature non portanti = risparmio di muri perimetrali (solo di trattenimento). Importante nei recuperi edilizi



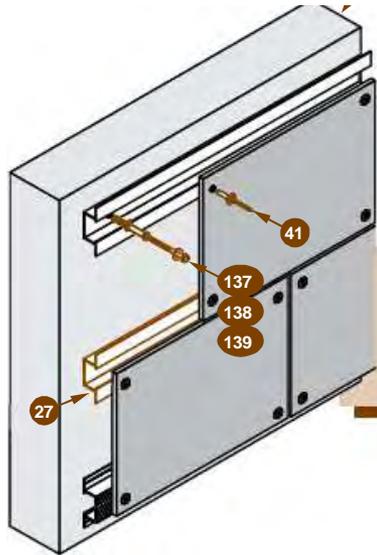
SISTEMA DI MONTAGGIO A MONTANTI VERTICALI



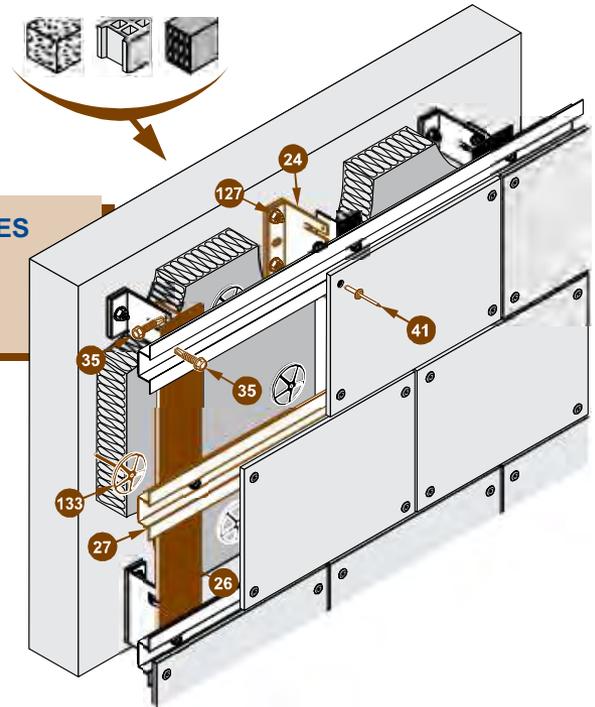
SISTEMA CONTINUO SOTTOSTRUTTURA A MONTANTI



SISTEMA DI MONTAGGIO A TRAVERSI



FIXATION DE PLAQUES
À JOINT DECALÉ
SUR OSSATURE
SIMPLE RÉSEAU

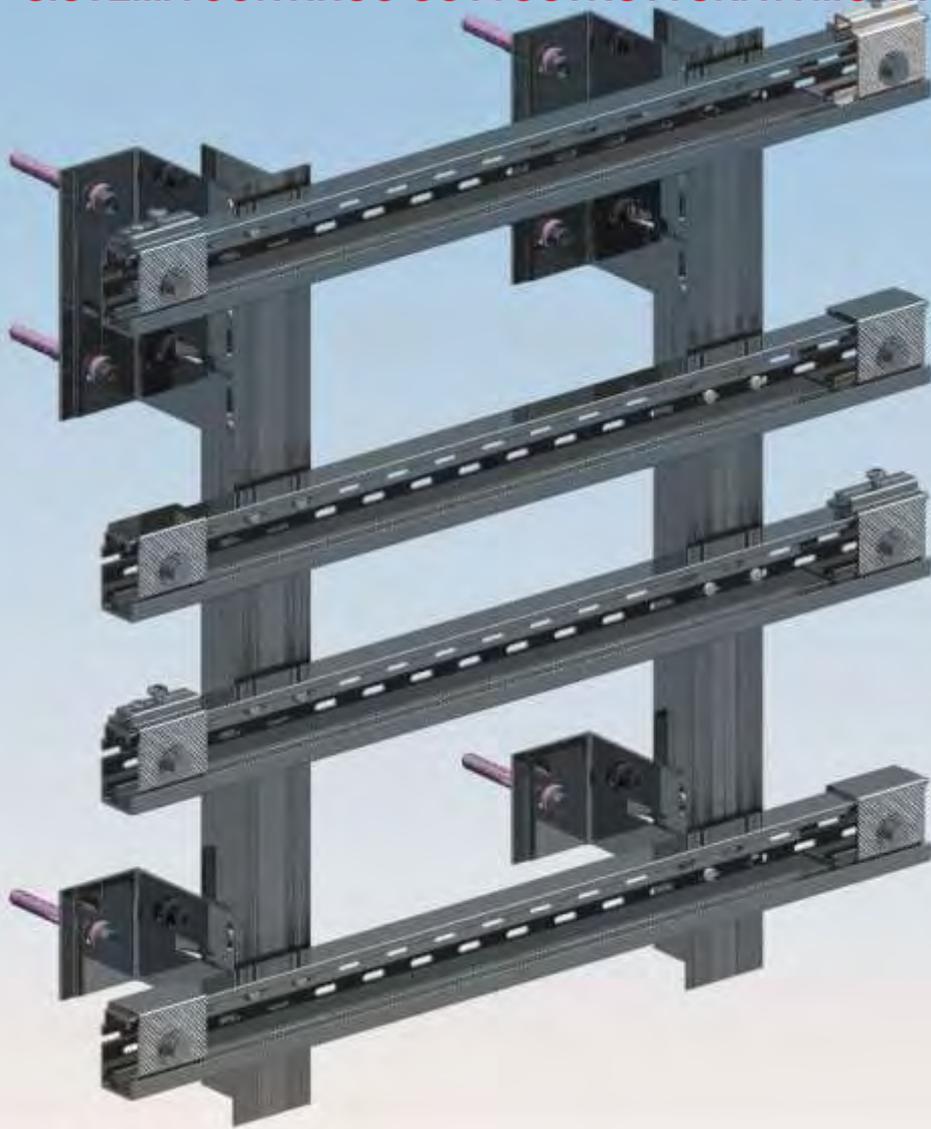


FIXATION DE PLAQUES
À JOINT DECALÉ
SUR OSSATURE
DOUBLE RÉSEAU

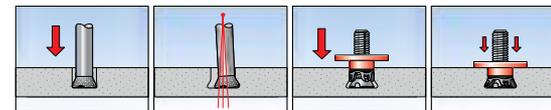
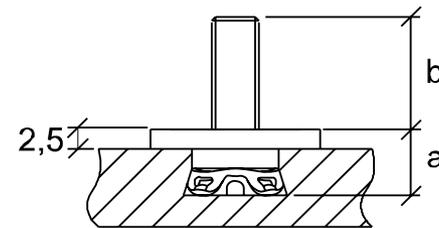


FIXATION
INVISIBLE DE PRODUITS
PLANS

SISTEMA CONTINUO SOTTOSTRUTTURA A MONTANTI E TRAVERSI

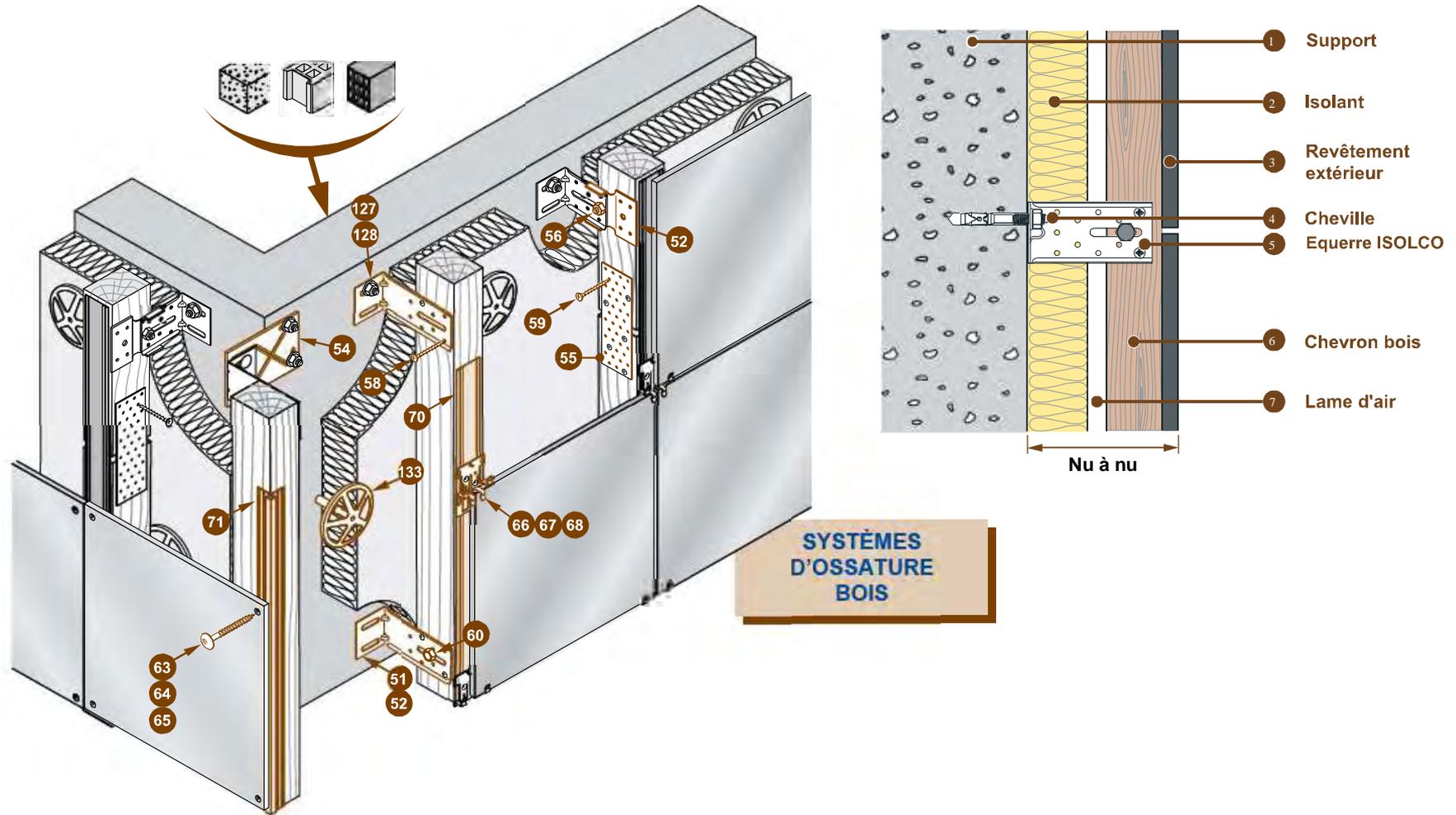


TERGO +
FISSAGGIO INVISIBILE
montaggio sottosquadro di
pannelli in fibrocemento

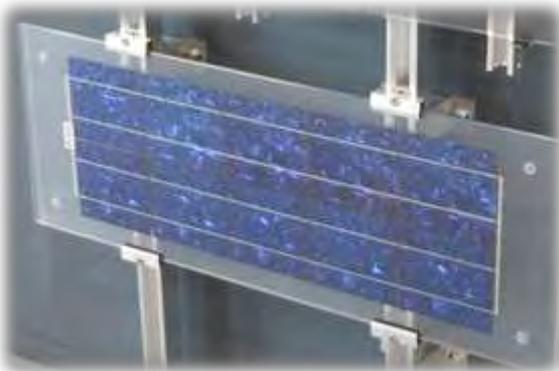


Fonte: Fischer + Creaton

SISTEMA DI MONTAGGIO A MONTANTI VERTICALI IN LEGNO CON VITE



SOTTOSTRUTTURA PER PANNELLI FOTOVOLTAICI IN FACCIAA



LIBERTÀ DI APPLICAZIONE



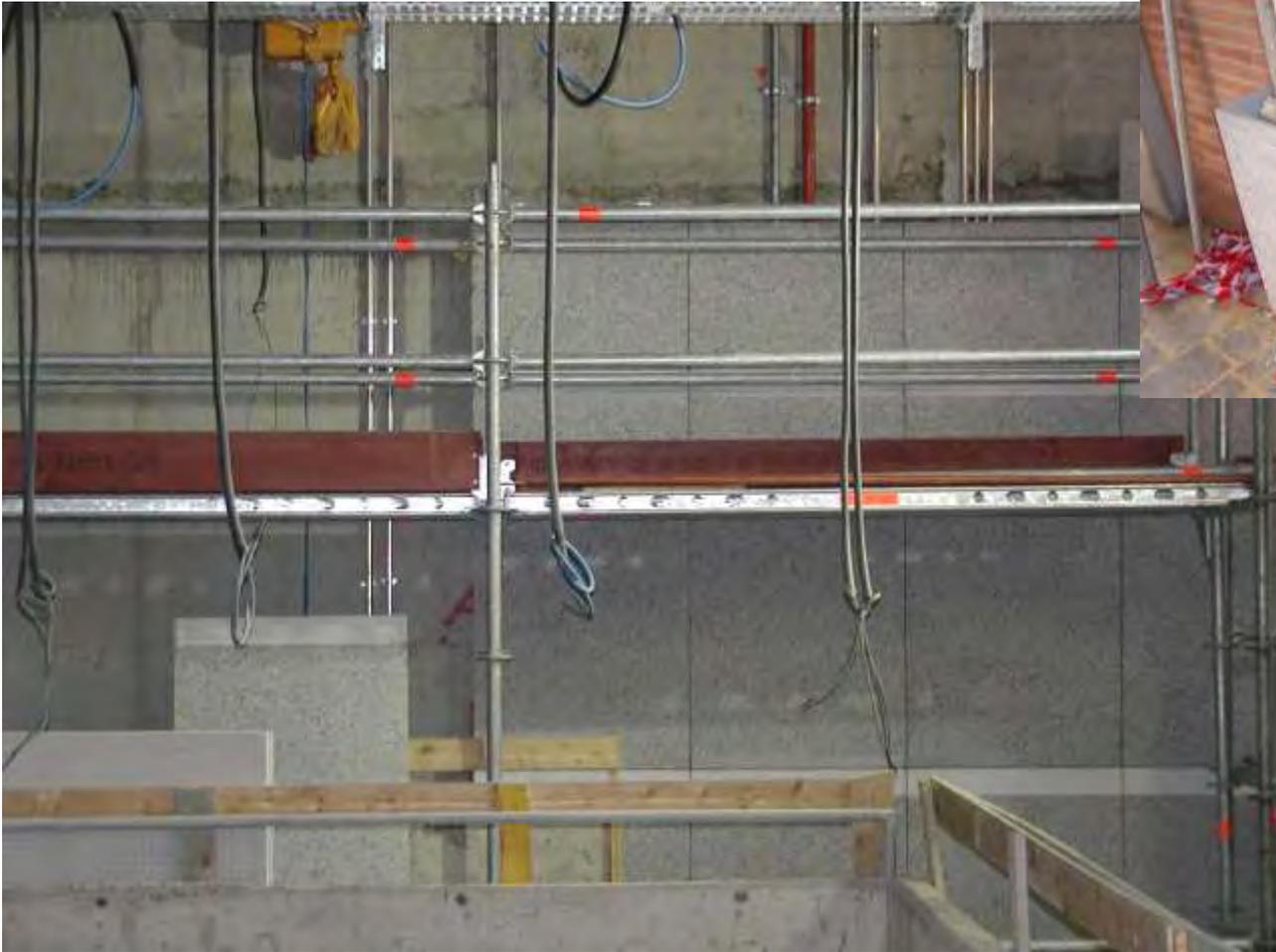
Frangisole



Finiture superficiali



LIBERTÀ DI APPLICAZIONE



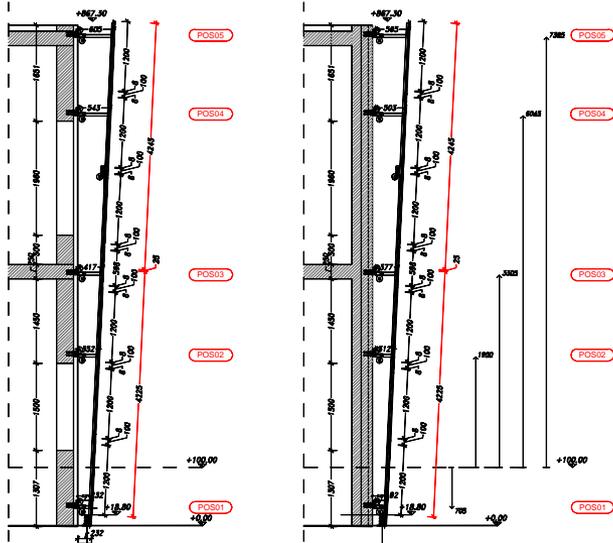
Impiantistica

CASE HISTORY – IL RECUPERO DI UN FABBRICATO



L'IDEA ARCHITETTONICA





SEZIONE PARETE EST
| IN CORRISPONDENZA AL MURO DI FONDO

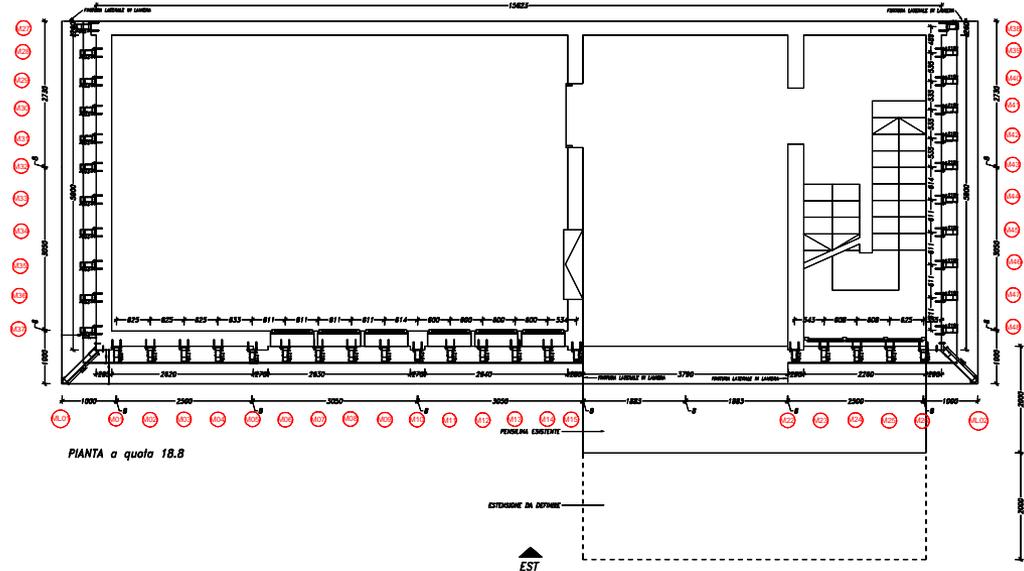
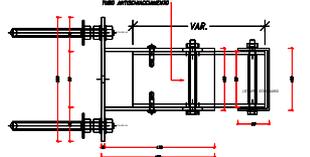
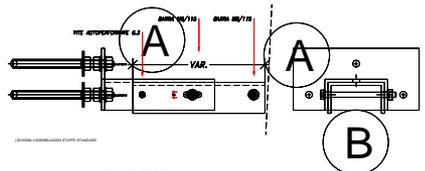
SEZIONE PARETE EST
| IN CORRISPONDENZA DELLE NERVATURE VERTICALI



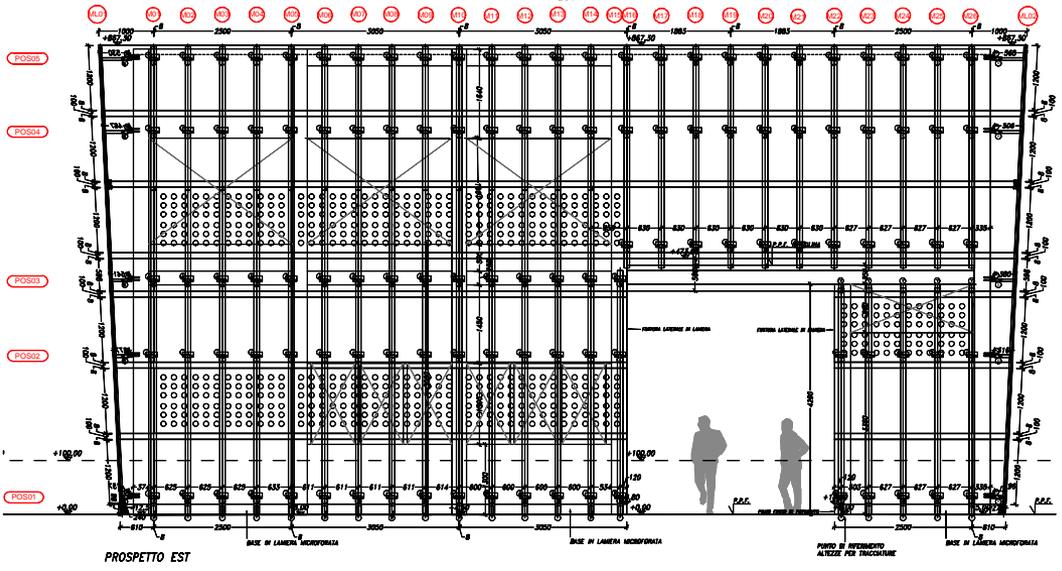
POSIZIONAMENTO MURO DI FONDO
| LUNGHEZZA PROLUNGHE



POSIZIONAMENTO NERVATURE
| LUNGHEZZA PROLUNGHE



PIANTA a quota 18.8



PROSPETTO EST

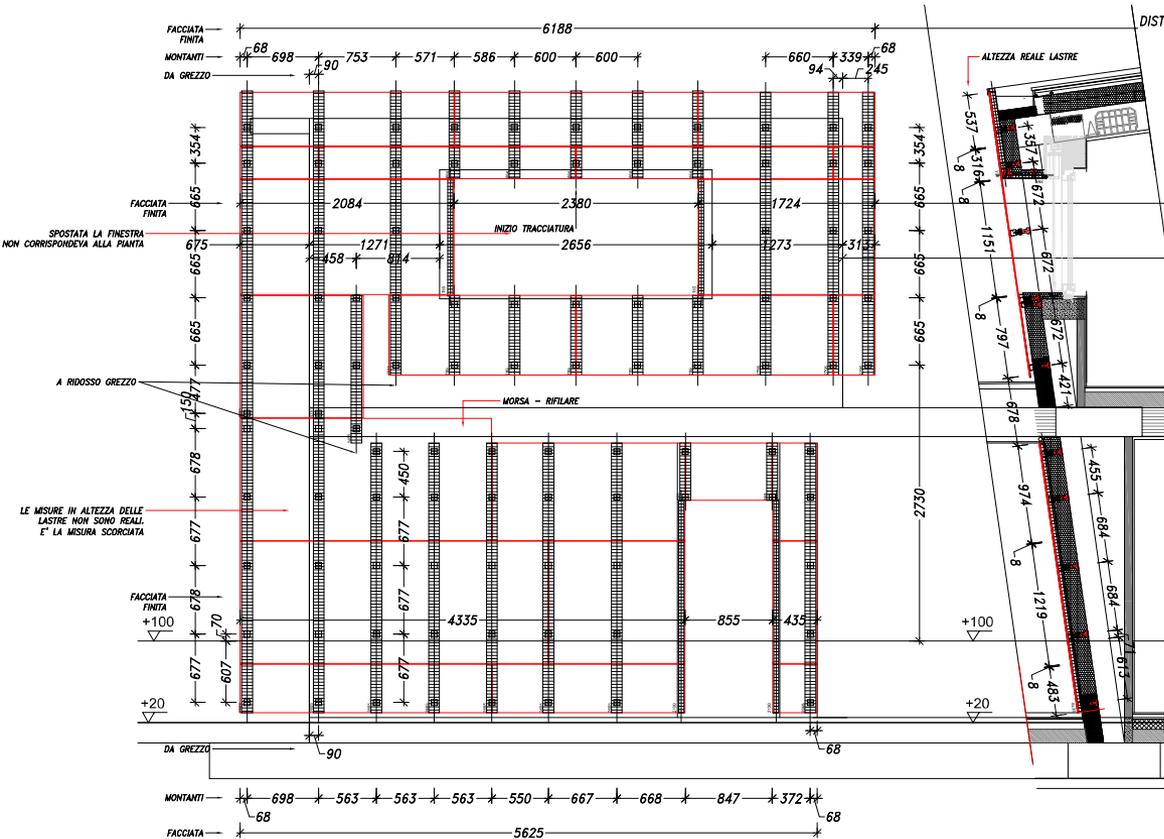
L'IDEA PRENDE FORMA





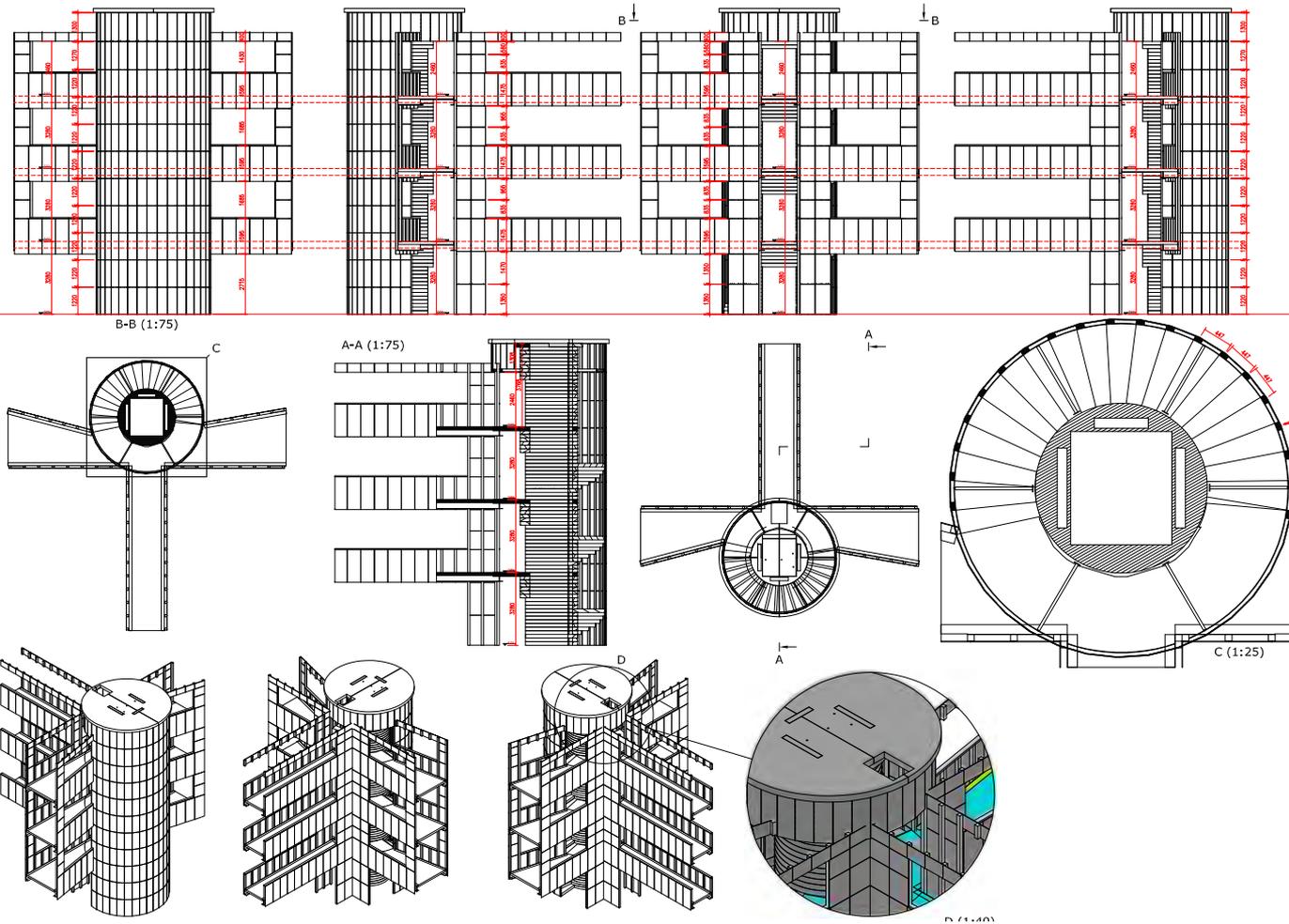


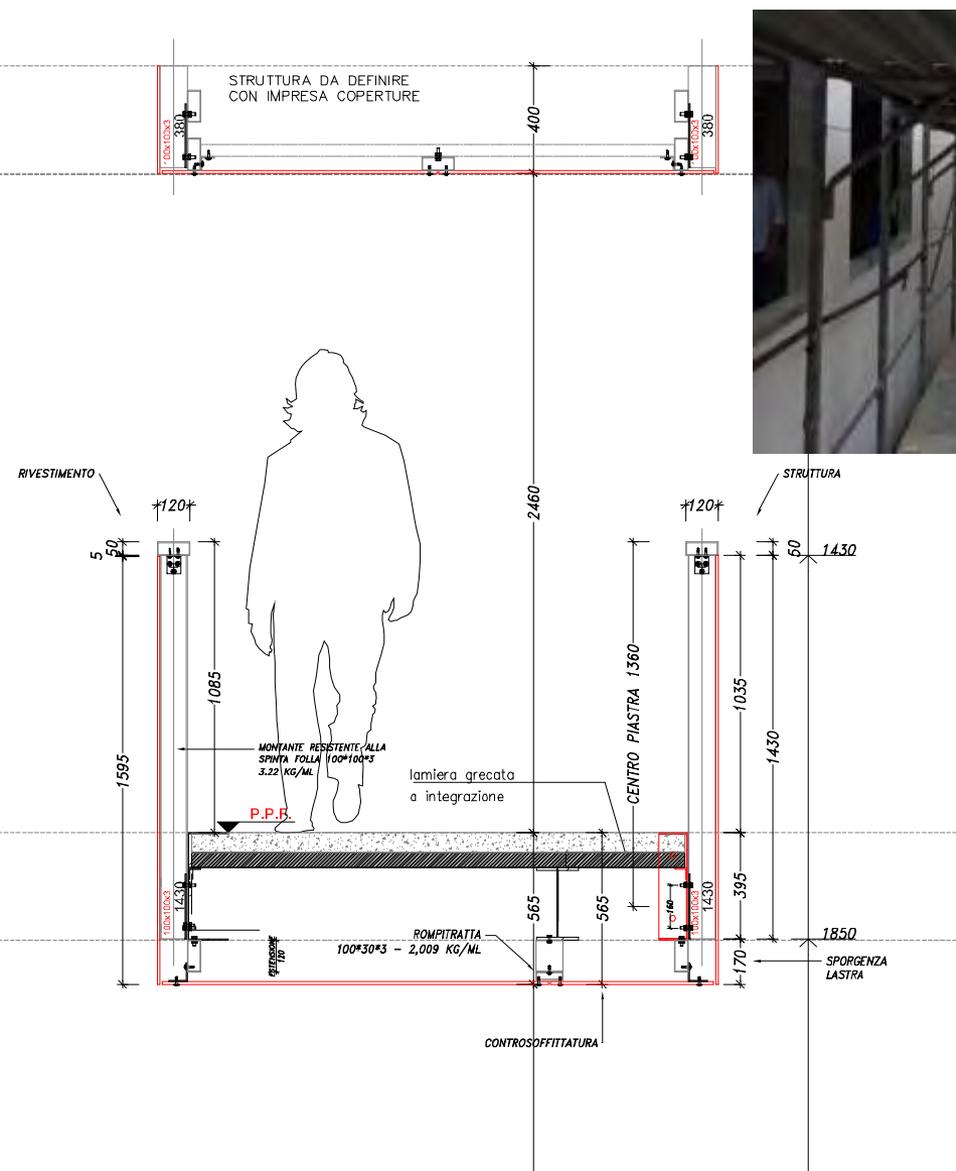












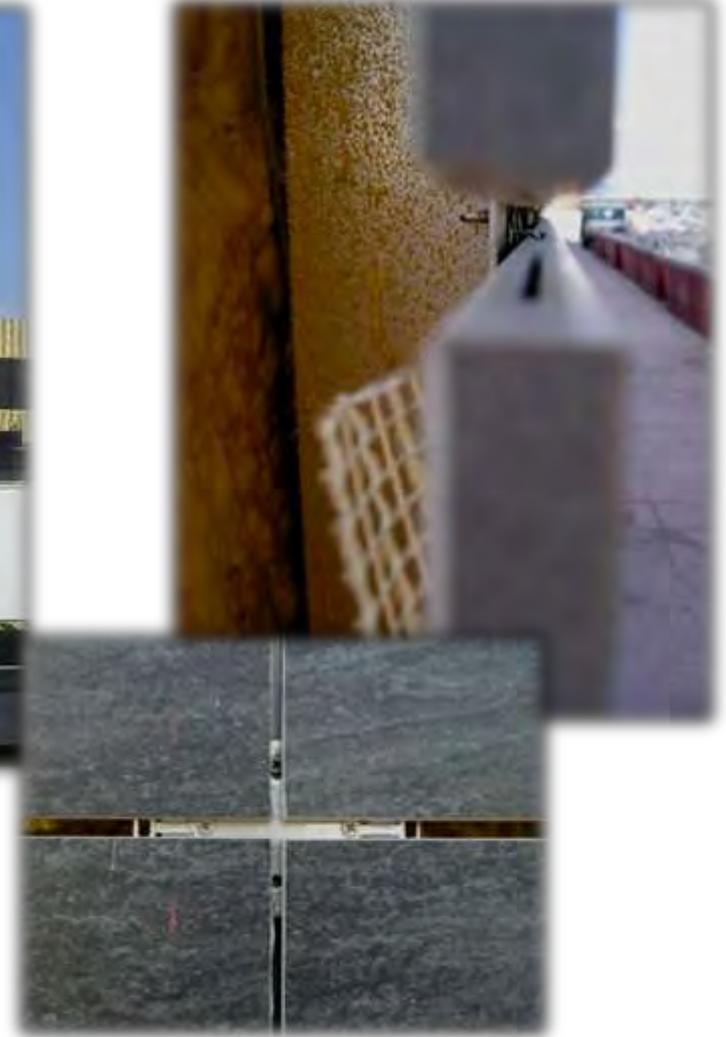
ESEMPI DA ...DIMENTICARE



ESEMPI DA ...DIMENTICARE



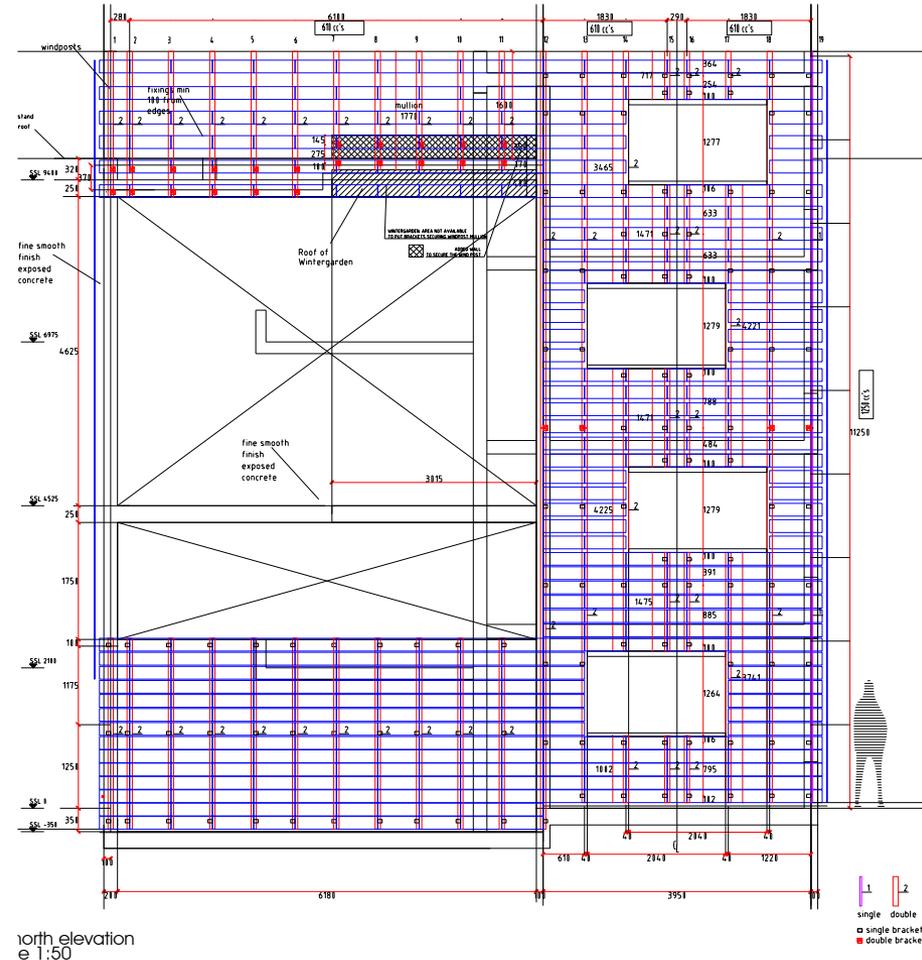
ESEMPI DA ...DIMENTICARE



PICCOLI PROGETTI DA IMITARE



Centaur Street – London Architect: Drmm



PICCOLI PROGETTI DA IMITARE

• Winner of:

- RIBA London Building of the Year 2003
- AJ First Building Award 2003
- Civil Trust Awards 2004
- AIA London, Design Excellence Awards 2004
- RIBA Housing Awards 2003
- CIBE Building for Life Award 2003
- RIBA regional award 2003

Shortlisted for:

- British Construction Industry Award 2003



Centaur Street – London
Architect: Drmm



GRAZIE PER L'ATTENZIONE