

Sommario

Pagina Iniziale 2

Filmato Sistema Cappotto 3

*Isolamento esterno
delle pareti verticali a cappotto* 5

Manuale di applicazione 30

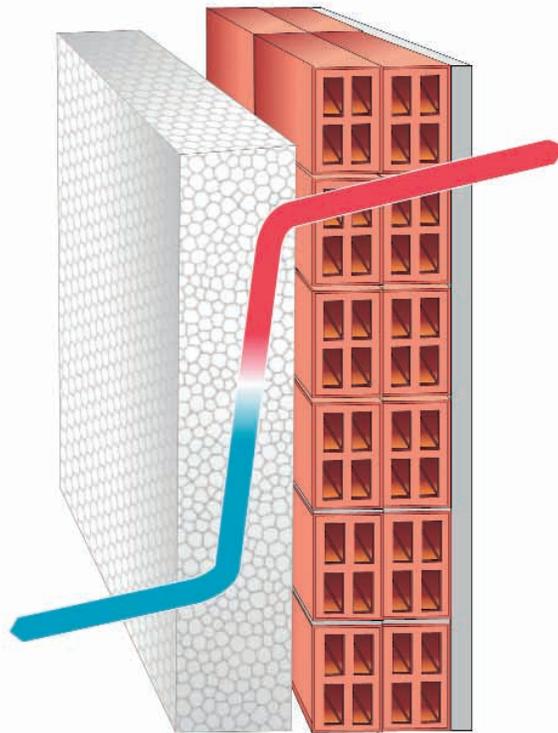
Capitolato prestazionale 56

Cos'è l'AIPE 58



il Sistema a Cappotto

***isolare dall'esterno
con il polistirene espanso sinterizzato***



**RICHIEDERE CD-ROM ALL'AIPE
RELATIVO AL SISTEMA A CAPPOTTO**

ISOLAMENTO ESTERNO A "CAPPOTTO"

serie: I libri di Aipe

- 1° titolo: Le condense interne e superficiali
- 2° titolo: Isolare le fondazioni con l'EPS
- 3° titolo: Sistemi innovativi in EPS
- 4° titolo: Il polistirene e l'impatto ambientale
- 5° titolo: Rispettare l'ambiente EPS e bioedilizia
- 6° titolo: *Isolamento esterno "a cappotto"*
- 7° titolo: Costruire con EPS edifici silenziosi

Coordinamento del libro:

Marco Piana

Isolamento esterno delle pareti verticali a “cappotto”



1. Che cosa è il cappotto

Denominazione e identificazione

Il “cappotto”, più precisamente denominato “isolamento termico dall’esterno, per pareti verticali, con intonaco sottile su isolante” è il sistema oggi e da oltre 30 anni più utilizzato in Europa per la coibentazione degli edifici civili, industriali, di servizio, nuovi o preesistenti.

Il sistema a “cappotto” è un insieme inscindibile costituito da elementi diversi, ma tra loro compatibili e sinergici:

- **Lastre isolanti** in polistirene EPS (noto anche come polistirolo) sinterizzato, a ritardata propagazione alla fiamma, dimensioni 1000x500 mm, con spessori tra 30 e 120 mm, squadrate a spigolo vivo, con massa volumica di 15 o 20 (o 25) Kg/m³, di qualità controllata e certificata dall’**Istituto Italiano dei Plastici “IIP”**. La timbratura ha colori diversi secondo la massa volumica delle lastre isolanti e deve essere accompagnata dalla striscia rossa, che identifica la qualità a ritardata propagazione di fiamma.
- **Collante-rasante** per l’incollaggio delle lastre isolanti al supporto e per la formazione del primo strato di intonaco (armato) sopra le lastre stesse;
- **Rete di armatura**, tessuta in fibra di vetro, per il rinforzo del primo strato di intonaco;
- **Eventuale primer**, quale prima protezione dell’intonaco rinforzato;
- **Finitura con rivestimento continuo sottile**, di protezione dell’intero sistema agli agenti atmosferici;
- **Sagome** in lega leggera per i profili verticali e orizzontali;
- Ove necessari, **tasselli** di fissaggio profondo delle lastre isolanti;

Dopo l’installazione del sistema sono necessarie **sigillature** di tenuta ai contorni con le altre strutture.

L’installazione del sistema è semplice, richiede però attenzione alle chiare istruzioni della sequenza di montaggio, con il rispetto di grammature, tempi e modi.

Le attrezzature necessarie sono quelle usualmente richieste per l’applicazione degli intonaci tradizionali.

2. Funzioni e campi di impiego del sistema a “cappotto”

Le funzioni tipiche e insostituibili del “cappotto” sono:

- **Isolare senza discontinuità** dal freddo e dal caldo,
- **Utilizzare il volano termico** costituito dalle pareti isolate,
- **Proteggere** le facciate dagli agenti atmosferici,
- **Fornire** interessanti e sensibili risparmi,
- **Porre in condizioni stazionarie termo-igrometriche** l’involucro e la struttura degli edifici,
- Rendere ottimali, confortevoli e igieniche le condizioni degli spazi abitativi, di attività, servizio, ecc.,
- Contribuire sensibilmente alla riduzione delle immissioni inquinanti nell’atmosfera.

Campi di impiego:

- Qualunque parete esterna anche orizzontale, di fabbricati per ogni tipo di destinazione, civili, sanitari, tecnici, industriali, ecc. sia nuovi, sia da ripristinare, aumentandone il valore.

Il sistema a “cappotto” serve per isolare in modo sicuro e continuo pareti costituite anche da materiali diversi. La diversità può riguardare il comportamento alle sollecitazioni termiche, le caratteristiche meccaniche, la conformazione superficiale. Queste diversità sono molto frequenti nelle costruzioni edili (tipico esempio: cemento armato e laterizio) e sono causa di diverse deformazioni alle sollecitazioni termiche, con possibile formazione di crepe, distacchi, infiltrazioni; formano ponti termici attraverso i quali parte del calore viene dispersa; provocano deturpamento e disgregazione dei materiali. Con l’installazione del sistema a “cappotto” tutti questi fenomeni vengono annullati o comunque fortemente attenuati: tutta l’apparecchiatura muraria viene posta in condizioni termiche e igrometriche stazionarie, nonostante grandi differenze di temperatura e/o umidità tra l’esterno e l’interno abitativo. Il sistema a “cappotto” è utilizzato con **successo in tutta Europa da oltre 30 anni e risponde pienamente alle attese**. Infatti con la sua installazione si ottengono immediatamente formidabili vantaggi di risparmio energetico, quindi economico ed ecologico, di rivalutazione dell’edificio e di prolungamento della sua funzionalità e vita.

In progettazione, per costruzioni nuove, l’installazione del sistema a “cappotto” procura i seguenti vantaggi:

- **Riduzione dello spessore delle pareti perimetrali**, quindi genera maggiori aree abitative, con indiscutibile aumento della remunerazione di tutto il fabbricato;
- **Semplificazione progettuale**, in particolare per rispondere razionalmente e semplicemente alle prescrizioni sul risparmio energetico attinente il riscaldamento degli edifici, senza dover ricorrere a soluzioni complesse;
- **Possibilità d’impiego di materiali tradizionali ed economici per la costruzione della struttura e dei tamponamenti**, senza artifici per eliminare i ponti termici;
- **Conseguente maggior facilità operativa in cantiere**, con riduzione sensibile dei tempi e quindi dei costi;
- **Snellimento della tipologia dei capitoli** per i materiali e l’esecuzione, quindi maggiori possibilità di controllo;
- **Il sistema a “cappotto” fornisce con il suo inscindibile pacchetto l’isolamento e la finitura.**

Per il recupero e la manutenzione straordinaria di edifici esistenti, **l’installazione del sistema a “cappotto” genera i seguenti vantaggi:**

- **Immediato ottenimento di forte risparmio energetico, quindi di costi;**
- **Immediato raggiungimento di condizioni interne confortevoli**
- **Eliminazione della causa dei difetti generati dai ponti termici, quali crepe, infiltrazioni, muffe, fastidiosi moti convettivi interni ai locali;**
- **Sostituzione, con tutti gli altri vantaggi citati, di interventi manutentivi pesanti, quali abbattimenti e rifacimenti di intonaci, interventi su spacchi, crepe e muffe, infiltrazioni, ecc.**

Dopo l’installazione del sistema a “cappotto” le pareti esterne degli edifici, nuovi o recuperati, vengono poste in condizioni di inerzia: le sollecitazioni provocate dagli sbalzi termici e igro-

metrici non le possono più raggiungere. Le stesse murature, non dissipando più il calore all'esterno, svolgono la importante funzione di volano termico. Ciò corrisponde a disporre di una massa calda, che attraverso le sue superfici interne, scambia calore con i locali, negli intervalli e interruzioni di riscaldamento. Anche in pieno inverno il sano ricambio d'aria può essere svolto senza poi dover intensificare il riscaldamento: il calore accumulato dalla massa muraria rigenera rapidamente e omogeneamente le condizioni più confortevoli. Gli involucri e le strutture sottostanti il "cappotto", non ricevendo più sollecitazioni termomeccaniche intense e subitane, si conservano inalterati. Anche in presenza pregressa di crepe non si verificano più le continue dilatazioni (caldo) e contrazioni (freddo), evitando il peggioramento statico degli intonaci e nel caso del calcestruzzo anche parzialmente dinamico.

Vantaggio non ultimo: il forte risparmio di combustibile destinato al riscaldamento, liquido, solido o gassoso corrisponde a una altrettanto cospicua diminuzione delle immissioni nell'atmosfera di CO₂, SO₂ e ossidi di Azoto. Il sistema a "cappotto" contribuisce validamente alla soluzione dei problemi di inquinamento e smog.

Per tutte queste caratteristiche vantaggiose il sistema a "cappotto" trova applicazione nelle diverse tipologie d'uso degli edifici: residenziali, commerciali, ospedalieri, scolastici, militari, produttivi, di stoccaggio; nel settore industriale è utilizzato per l'isolamento di serbatoi, silos, generatori di bio-gas; poiché l'isolamento termico vale anche verso il caldo trova impiego anche nel settore del freddo e conserviero.

3. Caratteristiche del sistema a "cappotto"

Seguendo l'elenco delle funzioni fondamentali del sistema, vengono a seguito descritte le caratteristiche tecnologiche e qualitative dei materiali costituenti, **come inscindibile pacchetto**, il sistema a "cappotto".

Isola senza discontinuità

L'installazione delle lastre isolanti in EPS avviene all'esterno dell'involucro dell'edificio, formando superfici continue. Sono annullati i ponti termici, tipici degli edifici non isolati, dovuti alla differente conducibilità termica dei diversi materiali da costruzione: valga per tutti la differenza tra una struttura in cemento armato e le chiusure vicinali in laterizio. L'isolamento è generato dalle lastre in polistirene espanso sinterizzato, a ritardata propagazione di fiamma. Altri materiali non hanno dimostrato una pari efficacia e sicurezza di utilizzo. Vengono qui richiamati i concetti essenziali per la comprensione qualitativa del sistema a "cappotto".

- A. conduttività termica λ (lambda)**, espressa in **W/m °K** è il parametro che identifica il comportamento dei vari materiali nella trasmissione del calore
- B. conduttanza termica unitaria C** espressa in **W/m² °K** si ottiene dividendo lambda per lo spessore (in metri) del materiale in oggetto della trasmissione di calore.
- C. L'inverso della conduttanza termica unitaria $1/C$** si indica come **resistenza termica unitaria interna del materiale R** espressa in **m² K/W**. Attraverso le resistenze termiche dei vari materiali costituenti la parete, essendo valida la relazione: **$R_{totale} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$** si possono facilmente individuare sia la R_{totale} , sia le temperature a ogni interfaccia dei vari materiali costituenti la parete. A questa sommatoria vengono aggiunte le resistenze termiche liminari, interna ed esterna, della parete.
- D. La trasmittanza totale K** si ottiene infine calcolando l'inverso della resistenza termica totale: **$K = 1/R$** ed è espressa in **W/m² °K**. Le lastre in EPS presentano una conduttività termica molto bassa, che è poco influenzata dalla temperatura e dalla massa volumica:

	conduttività	
	a + 10°C	In W/m °K A +23 °C
Massa vol. 15 Kg/m³	0,037	0,040
Massa vol. 20 Kg/m³	0,035	0,037

la conduttanza e quindi la resistenza termica dipendono invece fortemente dallo spessore delle lastre isolanti.

Resistenza termica R m² °K/W a + 10°C

Massa volumica	15 Kg/m ³	20 Kg/m ³
Spessore lastra 4 cm	1,082	1,143
Spessore lastra 5 cm	1,351	1,429
Spessore lastra 6 cm	1,622	1,714

Da cui la trasmittanza **K** espressa in W/m² °K risulta:

Spessore lastra 4 cm	0,924	0,875
Spessore lastra 5 cm	0,740	0,700
Spessore lastra 6 cm	0,616	0,583

Questi valori si riferiscono all'isolamento fornito dalle **sole lastre**. Considerando una parete cieca, costituita da: 2 cm d'intonaco interno, 12 cm di laterizio forato per i tamponamenti e 13 cm di calcestruzzo per la struttura e attribuendo una resistenza liminare (valori d'uso) di 0,123 m² °K/W per l'interno e di 0,043 m² °K/W per l'esterno si ottengono i seguenti valori di trasmittanza K:

Spess. lastre		15 Kg/m ³		20 Kg/m ³	
		laterizio	calcest.	laterizio	calcestr.
4 cm	K =	0,560	0,718	0,542	0,688
5 cm	K =	0,487	0,602	0,469	0,575
6 cm	K =	0,430	0,517	0,414	0,494
Senza cappotto:		1,422	3,215	1,422	3,215

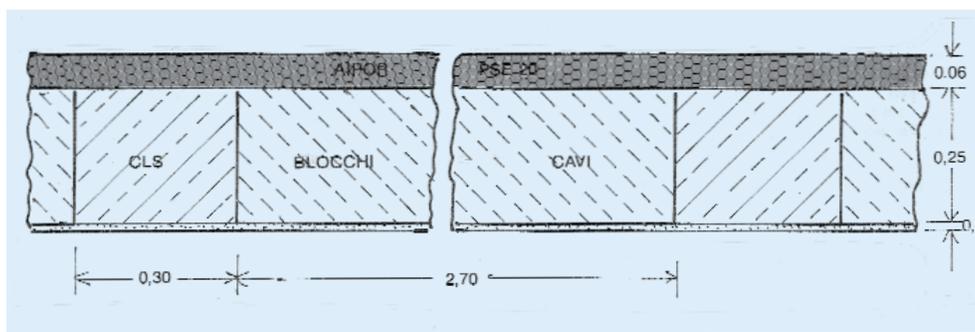
4. Trasmittanza media di pareti con eterogeneità semplici

Le relazioni fin qui trovate si riferiscono a pareti piane illimitate e servono a definire il flusso termico che ne attraversa 1 m², in condizioni da salto termico stazionario. Il flusso in questo caso è in ogni punto perpendicolare alla superficie della parete e si dice **flusso unidirezionale**. Tali relazioni si usano però anche per le pareti effettive, che hanno dimensioni limitate; ciò è accettabile finché la parete è delimitata da superfici perpendicolari alle facce e l'insieme è tale che non esistono flussi di calore importanti tra le parti eterogenee. In questo caso si dice che la parete ha **eterogeneità semplice** e la sua trasmittanza media K_m è la media ponderale (rispetto alle aree S delle singole parti omogenee) delle trasmittanze K delle parti omogenee:

$$K_m = \frac{\sum(KS)}{\sum S} \quad (\text{W/m}^2\cdot\text{K})$$

L'esempio mostra un'applicazione di queste relazioni.

Esempio: Determinare la trasmittanza media della parete costituita da un tamponamento in blocchi cavi di cls a pareti sottili da 250 mm, compreso fra pilastri di cls da 250 x 300 mm con interasse di 3 m. Il tutto è rivestito esternamente "a cappotto" con EPS 20 per 60 mm e internamente con intonaco a gesso da 10 mm. Si trascura il contributo della finitura esterna del cappotto.



Resistenza del tamponamento:

	Spessore (m)	Conduttività (W/m.K)	Resistenza (m ² .K/W)
Resistenza superficiale interna 1/h:			0,123
Intonaco di gesso	0,01	0,35	0,029
Blocchi cavi in cls	0,25		0,340
EPS 20	0,06	0,041	1,463
Resistenza superficiale esterna 1/h:			0,043
			R_t = 1,998

Trasmittanza del tamponamento $K_1 = 1/1,998 = 0,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Resistenza dei pilastri:

Resistenza superficiale interna 1/h:			0,123
Intonaco di gesso	0,01	0,35	0,029
Cls da 2200 Kg/m ³	0,25	1,48	0,169
EPS 20	0,06	0,041	1,463
Resistenza superficiale esterna 1/h:			0,043
			R₂ = 1,827

Trasmittanza dei pilastri $K_2 = 1/1,827 = 0,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Per un'altezza di 1 mm di parete si ha $S_1 = 2,7 \text{ m}^2$; $S_2 = 0,3 \text{ m}^2$, quindi la trasmittanza media è:

$$K_m = \frac{2,7 \cdot 0,50 + 0,3 \cdot 0,55}{3} = 0,505 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

5. Utilizza il volano termico delle pareti isolate

E' noto che i vari materiali rilasciano il calore acquisito più o meno rapidamente secondo la loro **inerzia termica**. La quantità di calore trasmessa è inoltre funzione della superficie di scambio (nel caso di pareti a "cappotto" è quella tra la faccia interna della parete verso il locale abitativo) e della differenza di temperatura tra i due mezzi oggetto della trasmissione di calore. La **capacità di accumulo di calore "S"** espressa in $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ dipende dalla massa volumica, dal calore specifico e dalla conduttività termica del materiale. **Il prodotto tra la "S" e la resistenza "R" è l'inerzia termica "D"** (adimensionale). Quando le pareti perimetrali sono termicamente isolate dall'esterno, il valore "R" è alto, a parità di materiale costitutivo della struttura murale e quindi di "S" aumenta l'inerzia termica "D".

Quando la temperatura interna del locale si abbassa (interruzione, temporizzazione del riscaldamento, apertura di finestre, ...) è la parete a fornire calore al locale.

Si può inoltre sviluppare l'interessante calcolo che dimostra come il volano termico delle pareti isolate con il **"cappotto" agisce attenuando proprio la tipica fluttuazione di temperatura notte-giorno della temperatura esterna**. In pratica l'inerzia della parete sviluppa il massimo apporto di calore ai minimi della temperatura esterna. Assimilando le oscillazioni di temperatura a sinusoidi, l'onda di ritorno di calore, per inerzia termica della parete isolata, risulta sfasata (ritardata) rispetto a quella della temperatura esterna: **all'interno la temperatura rimane omogenea**.

6. Protegge le facciate dagli agenti atmosferici

Il rivestimento plastico continuo di finitura del sistema a "cappotto" costituisce una valida difesa verso gli eventi atmosferici. Sono caratteristiche essenziali e vincolanti la sua quantità la **contemporanea idrorepellenza**, identificata come basso assorbimento capillare di acqua ("A") e la **diffusività**, identificata come bassa resistenza alla diffusione del vapor d'acqua (Sd). Il valore di "A" deve essere inferiore a $0,5 \text{ Kg/m}^2 \text{ h}^{0,5}$; il valore "Sd" inferiore a 2 m e, entro questi limiti, il prodotto A. Sd deve essere uguale o inferiore a $0,1 \text{ Kg/m h}^{0,5}$.

I **pigmenti** utilizzati per le coloriture del rivestimento continuo sono **resistenti alla luce e all'irraggiamento solare**. Essendo lo spessore del rivestimento sottile e, verso la parete, isolato dalle lastre in EPS, è soggetto a rapido e intenso surriscaldamento dall'irraggiamento solare e ad altrettanto rapidi e intensi raffreddamenti in mancanza di sole o per precipitazioni. La sua qualità deve quindi essere tale da rispondere a grandi e rapide sollecitazioni di variazione termica, senza manifestare difetti. Proprio il fenomeno del **surriscaldamento** per azione solare impone un **limite ai toni scuri** delle coloriture: è ben noto che i colori chiari riflettono meglio luce e calore, mentre i più scuri li assorbono.

Per evitare il raggiungimento di temperature superficiali pericolose (oltre $+ 60^\circ C$) sia per contatto, sia per la stabilità del materiale isolante stesso, vengono applicate **tinte con un grado di riflessione della luce (albedo) superiore al 20%**, in pratica questa limitazione esclude l'utilizzo solo di coloriture particolarmente scure o intense e lascia quindi una vastissima scelta di tinte. Il rivestimento continuo di finitura, risponde inoltre a precise e severe norme di **resistenza** a cicli misti di **surriscaldamento- bagnatura-gelo, di resistenze meccaniche e allo strappo**.

7. Corrisponde ad interessanti e immediati risparmi

Da quanto già indicato precedentemente si evince che la quantità di **calore dissipata all'esterno** nei periodi di riscaldamento **viene, con l'installazione del sistema a "cappotto" drasticamente ridotta**. Dati pratici consuntivi su una formidabile casistica di anni e di tipologia edile, permettono di indicare con certezza che il **"cappotto" comporta una riduzione tra il 25% e**

il 35% del consumo di combustibile necessari per il riscaldamento.

Si riporta la formula generale di calcolo, che esplicita la quantità di combustibile risparmiata in funzione della trasmittanza al calore “K” prima e dopo l’installazione dell’isolamento termico.

$$G = \frac{24 S (K_0 - K) D_i}{H_n} \quad \text{essendo:}$$

G la quantità di combustibile risparmiata, in Kg/anno o, per combustibili gassosi, in Nm³/anno

S l’area delle pareti in m²

K₀ e K le trasmittanze della parete prima e dopo l’isolamento, espresse in W/m² °K

D_i i gradi-giorno corretti per l’esposizione della parete

I il coefficiente di intermittenza del riscaldamento

H il potere calorifico inferiore del combustibile espresso in W h/Kg o in W h/Nm³

N il rendimento globale dell’impianto

Se poniamo costanti i vari parametri relativi all’area, ai gradi, all’impianto, la formula si riduce a:

$$G = \text{cost} (K_0 - K)$$

Come indicato nel calcolo schematico la differenza **K₀ – K** è ben significativa, essendo compresa tra **1,2 e 1,4** per le pareti di tamponamento in laterizio e compresa tra **2,6 e 2,8** su cemento armato. **E’ pertanto evidente il forte risparmio ottenuto da subito e permanentemente con il sistema a “cappotto”.**

8. Pone in condizioni stazionarie termoigrometriche l’involucro esterno e la struttura dell’edificio

Questa stabilizzazione è molto importante ai fini del mantenimento nel tempo dei materiali costruttivi, al di sotto del sistema a “cappotto”. Particolarmente significativi sono i risultati ottenuti nel ripristino e nel recupero di edifici esistenti. Gli effetti dinamici causati dagli sbalzi termici su materiali diversi, sono spesso dirompenti. Si formano crepe e spacchi profondi, che interessano spessori anche molto alti dei materiali. In pratica queste fenditure e lesioni lavorano come giunti di dilatazione aperti e convogliano le acque meteoriche nel tessuto profondo delle pareti. Poiché con l’abbassamento della temperatura i materiali edili si contraggono, **le crepe risultano più aperte proprio in occasione delle più avverse condizioni meteorologiche.** Le infiltrazioni comportano i ben noti (e ampiamente visibili) fenomeni di disgregazione, di macchie, di muffe e l’impregnazione della massa muraria: questa per poter asciugare ha bisogno, per tempi lunghi, di forti quantità di calore, che vengono sottratte (ma pagate) al riscaldamento dei locali. A volte non si pone la necessaria attenzione su questa fonte di spesa infruttifera: **per ogni aumento del 10% di umidità contenuta nelle pareti, il loro potere isolante intrinseco (leggasi la loro “R”) diminuisce del 50% circa.** Come esempio schematico viene qui considerato un apparato murario senza e con isolamento a “cappotto”: si determinano le temperature alle interfacce dei vari strati, in diverse condizioni climatiche.

Costituzione della parete tipo	Spessore m	λ W/m °K	R m ² °K/W	n [-]	res. dif. vap. m
Strato liminare i.			0,123		
Intonaco interno	0,025	0,35	0,071	30	0,75
Laterizio doppio	0,160	0,25	0,640	15	2,40
Intonaco esterno	0,035	0,35	0,100	40	1,40
Strato liminare e.			0,043		
Totale non isolato	0,220	-	0,977	-	4,55
+ il "cappotto"	0,05	0,04	1,250	35	1,75
totale a "cappotto"	0,270	-	2,227	-	6,30

Da cui: **Ko senza isolamento = 1,024**
K con "cappotto" = 0,449

1° CASO: giornata invernale di bel tempo
condizioni interne: + 20 °C con 80% U.R.
condizioni esterne: - 10 °C CON 30% U.R.

Le temperature alle varie interfacce degli elementi costitutivi la parete sono:

superfici e interfacce della parete	Senza isolam. °C	Con "cappotto" °C
Aria interna del locale	+ 20	+ 20
Superficie intonaco interno	+ 16,2	+ 18,4
Interfaccia intonaco-lateriz.	+14,0	+ 17,4
Interfaccia lateriz.-inton.est.	- 5,7	+ 8,8
Interfaccia inton. est. EPS	—	+ 7,5
Superficie intonaco esterno	- 8,7	—
Superficie del "cappotto"	—	- 9,4
Aria esterna	- 10	- 10

Si evidenziano due fatti notevoli ai fini della conservazione dei materiali: **senza isolamento** il laterizio subisce uno **sbalzo termico tra le sue facce di quasi 20 °C**, subisce quindi notevoli tensioni di deformazione; inoltre tra la metà, verso l'esterno, del laterizio e nell'intonaco esterno vi è una **larga fascia di condensa**. Poiché in questa fascia le temperature sono ben al di sotto dello zero, si ha formazione di ghiaccio all'interno del corpo di parete. L'aumento di volume provoca danni dirompenti, quali fessurazioni e distacchi per sfaldamento.

Con l'isolamento a "cappotto" non esistono differenze termiche preoccupanti tra le facce dei vari materiali, quindi non vi sono tensioni anomale; inoltre non esiste alcuna condizione di condensa nel corpo della parete, isolamento termico a "cappotto" compreso.

2° CASO: giornata autunnale con nebbia
condizioni interne: + 20 °C con 90% U.R.
condizioni esterne: + 5 °C con 100% U.R.

Le temperature alle varie superfici e interfacce sono:

superfici e interfacce della parete	Senza isolam. °C	Con "cappotto" °C
Aria interna del locale	+ 20	+ 20
Superficie intonaco interno	+ 18,1	+ 19,2
Interfaccia intonaco-lateriz.	+17,0	+ 18,7
Interfaccia lateriz.-inton.est.	+ 7,2	+ 14,4
Interfaccia inton. est. EPS	—	+ 13,7
Superficie intonaco esterno	+ 5,7	—
Superficie del "cappotto"	—	+ 5,3
Aria esterna	+ 5	+ 5

Anche in queste condizioni climatiche, **con minor escursione termica**, si nota come **l'assenza di isolamento causi comunque significative differenze di temperature sulle facce dei vari costituenti la parete; sono inoltre ancora presenti le condense** tra la metà più esterna del laterizio e l'intonaco esterno. **Con il "cappotto" non si verificano né tensioni, né condense.**

Gli sforzi provocati dalle escursioni termo-igrometriche sul pacchetto del sistema a "cappotto" sono da questo assorbiti grazie alle sue caratteristiche di qualità isolante e meccanica. In particolare sia il potere di adesione del collante, che vincola le lastre di EPS al supporto, sia lo strato d'intonaco armato con la rete in fibra di vetro, soprastante le lastre isolanti, svolgono le funzioni specifiche di resistenza meccanica.

Le caratteristiche di adesione del collante sono normalmente tali da provocare la rottura coesiva del supporto (se laterizio) o dell'isolante (su cemento armato) con carichi di rottura sempre superiori a 1 Mpa.

La rete di armatura in fibra di vetro presenta maglie regolari (~4x4 mm), una massa areica superiore a 150 g/m² e una resistenza allo strappo, sia per trazione secondo trama, che secondo ordito, superiore a 140 daN. Ciò vale sia in condizione di prove a secco, che dopo invecchiamento in soluzioni alcaline. La deformazione della rete, come allungamento % alla rottura è attorno al 2% - 2,5% (minimo).

Lo strato completo dell'intonaco armato presenta normalmente resistenze alla trazione superiori a 170 daN, con allungamento alla rottura attorno al 2,5%-3% (medio).

Anche dopo prolungate immersioni in acqua, le caratteristiche di resistenza rimangono congrue. Alla rottura non si verificano comunque fenomeni di distacco tra l'intonaco e la rete di armatura.

Pertanto su edifici già progettati con il sistema a "cappotto" o per i recuperi funzionali di edifici esistenti, il sistema fornisce oltre agli indubbi vantaggi economici diretti sul risparmio di combustibile e di condizioni estremamente confortevoli, anche quelli della conservazione durevole dell'involucro e della struttura stessa degli edifici, che risultano quindi ben rivalutati.

9. Realizza condizioni ottimali, confortevoli e igieniche nei locali interni

Secondo noti studi sulle condizioni del microclima ambientale più confortevole, si dimostra che un gradiente termico, tra l'aria interna di un locale e la superficie del suo intonaco, superiore a 2 °C genera già disagio. Questa pur piccola differenza di temperatura innesca già moti convettivi fastidiosi, nell'aria interna del locale.

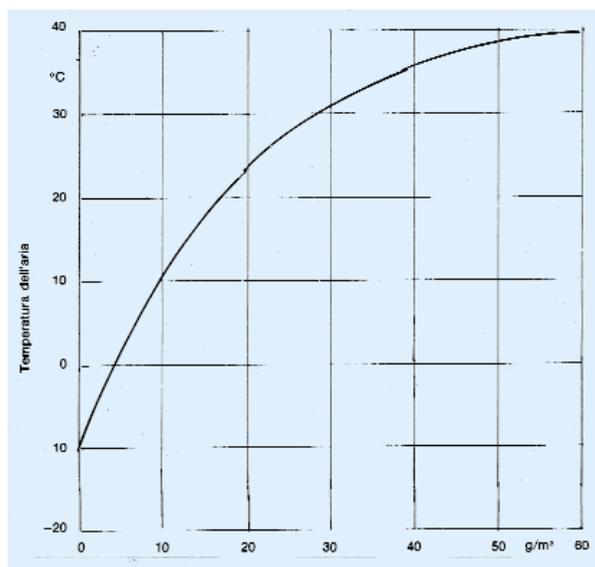
In condizioni di elevata umidità dell'aria interna (es. 90%) tipiche di bagni e cucine, dove inoltre la temperatura dell'aria è più alta (es. + 25 °C) una differenza di temperatura di 2 °C tra l'aria e la superficie delle pareti provoca già condensa. Gli intonaci interni risultano impregnati d'acqua e ciò favorisce l'attecchimento e l'infestazione di muffe, microfunghi e batteri. E' tipico di edifici non isolati il fenomeno dell'annerimento da muffe delle fasce delle fasce sotto le solette superiori, in particolare dei locali d'angolo; il ponte termico, oltre alla grande dissipazione di calore, si manifesta con la bruttura delle muffe.

Con il sistema a "cappotto" queste situazioni negative per le condizioni confortevoli e igieniche non si possono verificare, neppure con formidabili sbalzi termici e igrometrici tra l'aria interna dei locali e l'esterno.

10. Isolamento termico e umidità

L'isolamento termico degli edifici è negativamente influenzato dall'umidità. Questa può provenire sia dall'esterno (pioggia, neve, aria umida, suolo), sia dall'interno (umidità propria delle nuove costruzioni, perdite di condotti vari e soprattutto produzione da parte degli occupanti e in relazione alla loro attività di cucina e pulizia: si valuta che per ogni persona si producono 2-4 Kg/giorno di vapore d'acqua).

La maggior parte dei materiali da costruzione ha grande affinità per l'acqua, che può penetrarvi sia come liquido per capillarità, sia come vapore per effetto di differenze di pressione di vapore. La presenza dell'acqua può alterare prestazioni importanti delle pareti, come la durata, la resistenza strutturale, il grado di isolamento, le finiture superficiali. Fra i materiali isolanti specifici l'EPS è a questo riguardo in una posizione fra le migliori, per la sua bassissima capacità di assorbimento d'acqua, ed è perciò particolarmente consigliabile in ogni situazione; tuttavia è sempre necessario studiare il comportamento della parete nel suo complesso nei confronti dell'umidità. Per quanto riguarda l'effetto diretto sull'isolamento, la presenza di acqua liquida aumenta la propria conduttività apparente, per la conduzione vera e propria dell'acqua (25 volte quella dell'aria) e per convezione, oltre che per diffusione del vapore con evaporazioni e condensazioni successive. Il fenomeno è quindi molto complesso e in pratica se ne tiene conto maggiorando la conduttività dei materiali. Il fenomeno più pericoloso è quello della condensazione interna (ancor più pericoloso se seguito da gelo) o superficiale; il suo studio richiede alcune conoscenze sulle caratteristiche dell'aria umida. L'aria contiene sempre vapore d'acqua; la quantità di questo, espressa in g per Kg (o per m³) di aria secca, si dice **umidità assoluta**. Questa quantità ha un limite, tanto più elevato, quanto più alta è la temperatura. Quando tale limite viene raggiunto, l'aria si dice **saturo** di vapore. La figura seguente mostra l'andamento della quantità di vapore di saturazione al variare della temperatura.



Umidità assoluta a saturazione

In queste condizioni al vapore contenuto nell'aria compete una ben definita porzione P_s (P_s) della pressione atmosferica, detta **pressione parziale di saturazione**. Di seguito si riportano i valori.

Normalmente però l'umidità assoluta contenuta nell'aria è soltanto una frazione di quella a saturazione e quindi anche la pressione parziale p del vapore è una frazione di quella di saturazione:

$$p = \varphi P_s \quad (P_s)$$

La frazione viene solitamente espressa in % e chiamata **umidità relativa** (U.R.) dell'aria. Se la temperatura dell'aria non satura viene abbassata, si giunge ad una temperatura t_s detta **temperatura di saturazione** o **temperatura di rugiada**, alla quale il contenuto, e quindi la pressione di vapore dell'aria, corrisponde al limite di saturazione. L'esempio seguente chiarisce questo fenomeno.

ESEMPIO: Si abbia aria a 20 °C e 70 % U.R. Si desidera conoscere la temperatura di rugiada relativa .

Da app. 7 si ha:

- Per 20 °C $p_s = 2340 P_a$
- Per 70% U.R.: $p = 2340 \cdot 0,7 = 1638 P_a$

a cui corrisponde una temperatura di rugiada $t_s = 14,4$ °C

L'esempio mostra che l'aria interna a 20°C e 70 U.R. (condizione che viene presa di solito come termine di riferimento in edilizia) comincia a formare condensa superficiale su pareti con temperature superficiali di 14,4 °C.

Il grafico seguente può a quantizzare l'entità del fenomeno.

La determinazione delle condizioni in cui possono avvenire la condensazione superficiale sulla parete e la condensazione interna, sono i due problemi da esaminare, con considerazioni diverse per i due casi.

II. Condensazione superficiale

La verifica delle condizioni di condensazione superficiale sono da ricondurre alla determinazione della temperatura t_p della superficie interna della parete.

Per la parete piana indefinita si potrà scrivere:

$$h_i (t_i - t_p) = K (t_i - t_e)$$

e quindi:

$$t_p = t_i - \frac{K}{h_i} (t_i - t_e) \quad (^\circ\text{C})$$

In ogni caso la condizione di condensazione si verificherà ogni volta che la temperatura di saturazione t_s è superiore a quella superficiale t_p :

$$t_s > t_p \quad (^\circ\text{C})$$

In linea di massima le condizioni cui ci si riferisce sono quelle riportate nell'esempio, ma per alcuni locali (bagni, cucine, lavanderie, ecc.), può essere opportuno considerare condizioni diverse, specialmente di umidità relativa, e quindi di temperatura di saturazione. In presenza di modeste quantità di condensazione, questa può non essere percepita come tale se la finitura interna, come gli intonaci ordinari o le tappezzerie di carta, è porosa e quindi assorbente. Tuttavia tale condensa è sufficiente a fissare sulla superficie la polvere, che con tempo farà apparire il disegno di tutte le zone più fredde (angoli, contorni di finestre, travetti dei solai a pignatte, ecc.). Nei casi più consistenti, su questo substrato si formano muffe, che, oltre ad aggravare il degrado estetico, iniziano quello fisico della superficie (sfarinature, distacchi, decomposizione di tappezzerie, ecc.) e compromettono sia l'igiene che il benessere ambientale.

12. Condensazione interna

La condensazione interna ad una parete dipende dalle leggi che governano il processo di diffusione del vapore attraverso la parete. In una trattazione semplificata si ammette che la quantità di vapore i che nell'unità di tempo attraversa l'unità di superficie di una parete, espressa quindi in $\text{Kg/m}^2\text{s}$ è proporzionale alla differenza (in Pa) della pressione di vapore $p_i - p_e$ fra le due facce della parete e ad un coefficiente δ caratteristico del materiale, detto **permeabilità**, espresso in Kg. M/N.s , e inversamente proporzionale allo spessore s (m) della parete.

$$i = \frac{\delta}{s} (p_i - p_e) \quad (\text{Kg/m}^2 \text{ s})$$

Esempio:

- Clima esterno $t_e = 0^\circ\text{C}$, 70% U.R.,; $p = 428 \text{ Pa}$; $4,84 \text{ g vap./m}^3$
- Clima interno $t_i = 20^\circ\text{C}$, 60% U.R.; $p = 1404 \text{ Pa}$; $17,29 \text{ g vap./m}^3$
- Fenditura profonda 100 mm e lunga 1 m

Quantità di vapore d'acqua in g/h trasportata attraverso la fenditura in funzione della differenza di pressione Δp dell'aria fra interno ed esterno.

Larghezza fenditura mm	Δp (Pa)			
	2	5	10	20
1	33,5	54,5	79,6	115,3
5	202,6	321	454	664

La differenza di pressione Δp di 2 Pa può essere provocata da un debole vento di 1 m/s. Per confronto la quantità di vapore che passerebbe per diffusione in aria ferma per effetto della differenza di pressione parziale del vapore (976 Pa) è di 0,006 g/h per la fenditura da 1 mm e di 0,03 g/h per quella da 5 mm.

La relazione è quindi formalmente analoga a quella che governa la trasmissione del calore per conduzione attraverso una lastra piana. Chiamata allora "resistenza alla diffusione del vapore" la quantità $\rho = s/\delta$, si può scrivere:

$$i = (p_i - p_e) / \rho \quad (\text{Kg/m}^2\text{s})$$

e, per una parete a più strati:

$$i = (p_i - p_e) / \sum \rho \quad (\text{Kg/m}^2\text{s})$$

$\mu = \delta_{\text{aria}} / \delta$ (adimensionale) fra la permeabilità dell'aria e quella del materiale.

La permeabilità dell'aria è funzione della temperatura, ma per temperature medie della parete intorno a 10°C si può assumere passando da secondo a ore come unità di tempo:

$$1/\delta_{\text{aria}} = 1,5 \cdot 10^6 \quad \text{Pa.m.h/Kg}$$

Si potrà quindi scrivere:

$$\rho = s/\delta = s \cdot \frac{\delta_{\text{aria}}}{\delta} \cdot \frac{1}{\delta_{\text{aria}}} = \mu s \cdot \frac{1}{\delta_{\text{aria}}} = 1,5 \cdot 10^6 \mu s$$

$$\sum \rho = 1,5 \cdot 10^6 \sum (\mu s)$$

Il prodotto s può quindi essere visto come lo spessore d'aria equivalente, ai fini del passaggio di vapore, alla resistenza offerta dalla parete o dal singolo strato. Dette p_1, p_2, \dots , i valori di pressione parziale esistenti alle interfacce fra i vari strati, si potrà scrivere, in modo formalmente analogo a quello usato per trovare le temperature alle interfacce:

$$\circ \quad 1,5 \cdot 10^6 \cdot i = \frac{p_i - p_e}{\sum(\mu \cdot s)} = \frac{p_i - p_1}{\mu_1 \cdot s_1} = \frac{p_1 - p_2}{\mu_2 \cdot s_2} = \dots = \frac{p_{n-1} - p_e}{\mu_n \cdot s_n}$$

Ciò permette di tracciare l'andamento della pressione di vapore nella parete con lo stesso procedimento grafico usato per le temperature; nel grafico le ascisse sono ora proporzionali alle resistenze s anziché alle resistenze termiche e nelle ordinate vi sono le pressioni parziali, anziché le temperature.

In corrispondenza delle interfacce fra gli strati si riportano anche le pressioni di saturazione corrispondenti alle rispettive temperature. La retta che congiunge i valori delle pressioni parziali p_i e p_e sulle superfici della parete, è il diagramma delle pressioni di vapore all'interno della parete, se questa retta non interseca la linea che congiunge i punti segnati della pressione di saturazione. In caso contrario si tracciano, invece della congiungente $p_i - p_e$, le tangenti, da p_i e da p_e alla linea della pressione di saturazione; nel punto o nella zona di tangenza si ha condensazione. Questa costruzione è nota come “**diagramma di Glaser**”.

i_i, i_e, i_c : flusso di vapore relativo rispettivamente alle superfici interna, esterna e alla zona fra due piani di condensazione, positivi se diretti dall'ambiente interno a quello esterno ($\text{Kg/m}^2 \text{ h}$).

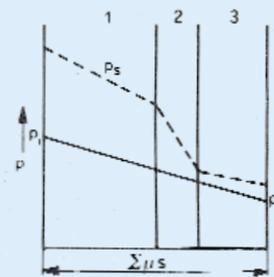
p_i, p_e, p_c, p_s : Pressioni parziali del vapore rispettivamente sulle superfici interna ed esterna e in corrispondenza dei piani di condensazione e pressione di saturazione (Pa).

$\Sigma\mu s, (\Sigma\mu s)_i, (\Sigma\mu s)_e, (\Sigma\mu s)_c$: spessori equivalenti, rispettivamente della parete, degli strati tra la superficie interna e il piano di condensazione, fra piano di condensazione e superficie esterna e fra due piani di condensazione (m).

H: durata della stagione (ore)

W: quantità di acqua condensata o evaporata in una stagione (kg/m^2).

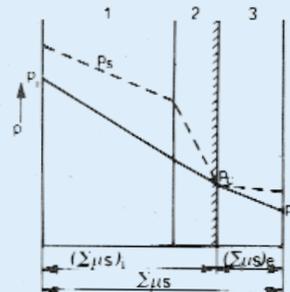
CASO A - La pressione parziale nella parete è in ogni punto inferiore alla pressione di saturazione p_s . Non si ha condensazione invernale, quindi non è necessario verificare l'evaporazione estiva.



CASO B - Condensazione in un piano (fra gli strati 2 e 3)

$$i_i = \frac{p_i - p_c}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_i} \quad i_e = \frac{p_c - p_e}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_e}$$

Le relazioni valgono anche per la fase di evaporazione, in cui i_i risulta generalmente negativo.

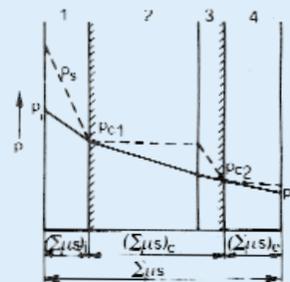


CASO C - Condensazione in due piani (fra gli strati 1 e 2 e fra gli strati 3 e 4)

$$i_i = \frac{p_i - p_{c1}}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_i} \quad i_c = \frac{p_{c1} - p_{c2}}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_c} \quad i_e = \frac{p_{c2} - p_e}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_e}$$

Condensazione nei due piani:
 $W_{1-2} = H (i_i - i_c) \quad W_{3-4} = H (i_c - i_e)$

Le relazioni valgono anche per la fase di evaporazione.



CASO D - Condensazione in una zona

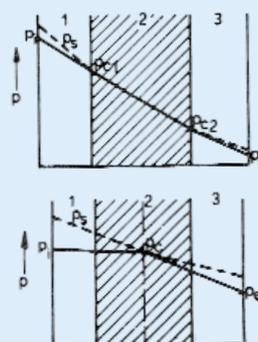
$$i_i = \frac{p_i - p_{c1}}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_i} \quad i_e = \frac{p_{c2} - p_e}{1,5 \cdot 10^6 (\Sigma\mu s)_e}$$

$$W = H (i_i - i_e)$$

Evaporazione di una zona

$$i_i = \frac{p_i - p_c}{1,5 \cdot 10^6 [(\Sigma\mu s)_i + 0,5 (\Sigma\mu s)_c]} \quad i_e = \frac{p_c - p_e}{1,5 \cdot 10^6 [0,5 (\Sigma\mu s)_c + (\Sigma\mu s)_e]}$$

$$W = H (i_i - i_e)$$

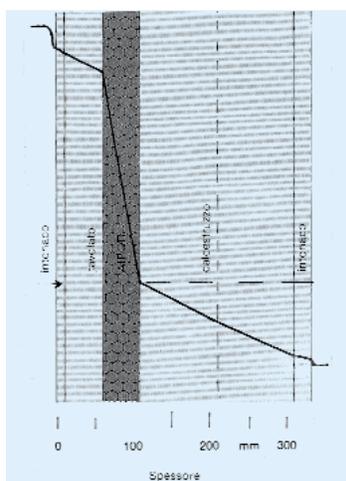


La condensazione è tollerabile se la quantità di acqua che si ferma nella parete in una stagione invernale può diffondersi di nuovo all'esterno nella successiva stagione estiva. Per verificare ciò si calcola il flusso di vapore **per le condizioni medie stagionali** e lo si moltiplica per il numero H di ore della stagione. Sono considerati positivi i flussi diretti dell'interno verso l'esterno; in estate quindi si hanno anche flussi negativi (della parete verso l'interno); parimenti sono considerate positive le differenze di pressione in cui quella interna è maggiore.

Esempio – Determinare l'andamento delle pressioni di vapore nella parete in sezione, per le condizioni seguenti (medie della Pianura Padana):

- inverno (90 giorni): 20°C, 70%U.R. interno; 2°C, 80%U.R. esterno
- estate (90 giorni): 22°C, 70%U.R. interno ed esterno

Si prendono, prudenzialmente, i valori più bassi di μ per gli strati interni e i più alti per quelli esterni. Il prospetto seguente riporta tutti i dati, in base ai quali si costruisce il diagramma di Glaser.



	spessore S m	λ W/mk	R m ² K/W	μ -	μ_s m	Inverno				Estate		
						Δt °C	t °C	Press. Vap. (Pa)		t °C	Press. Vap. (Pa)	
								Sat.	Parz.		Sat.	Parz.
Condizioni interne							20,00	2340	1638	22	2645	1852
Res. superficiale inter.			0,123			1,2	18,8	2171				
Intonaco	0,01	0,35	0,029	10	0,1	0,3	18,5	2132				
Forati	0,05		0,100	5	0,25	1,35	17,5	2001				
EPS 15	0,05	0,045	1,111	20	1,0	11,1	6,4	961				
Calcestruzzo	0,10	0,50	0,200	150	15	1,9				22	2645	2645
					15	1,9	737					
Intonaco di calce e cemento	0,02	0,90	0,022	35	0,7	0,2	2,4	727				
Res. superficiale ester.			0,043			0,4	0,4	705	564	22	2645	1852
Condizioni esterne	0,35	1,810		32,05		0,4	2					

L'andamento invernale delle pressioni di vapore deve passare per il punto in cui la linea di saturazione traversa l'interfaccia. Si ha quindi condensazione.

Il flusso di vapore dall'interno al piano di condensazione è:

$$i_i = \frac{p_i - p_c}{1,5 \cdot 10^6 (\sum \mu s)_i} = \frac{1638 - 961}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,35} = 0,334 \text{ Kg/m}^2\text{h}$$

e quello dal piano di condensazione all'esterno:

$$i_e = \frac{p_c - p_e}{1,5 \cdot 10^6 (\sum \mu s)_e} = \frac{961 - 564}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 30,7} = 0,009 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^2\text{h}$$

Per una stagione invernale di $90,24 = 2160$ ore, si avrà in totale una condensazione nella parete:

$$W = 2160 (0,334 - 0,009) \cdot 10^{-3} = 0,702 \text{ Kg/m}^2$$

Nella stagione estiva, di pari durata, si avrà una evaporazione, sia verso l'esterno che verso l'interno:

$$i_i = \frac{1852 - 2645}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,35} = 0,392 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^2\text{h}$$

$$i_e = \frac{2645 - 1852}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 30,7} = 0,017 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^2\text{h}$$

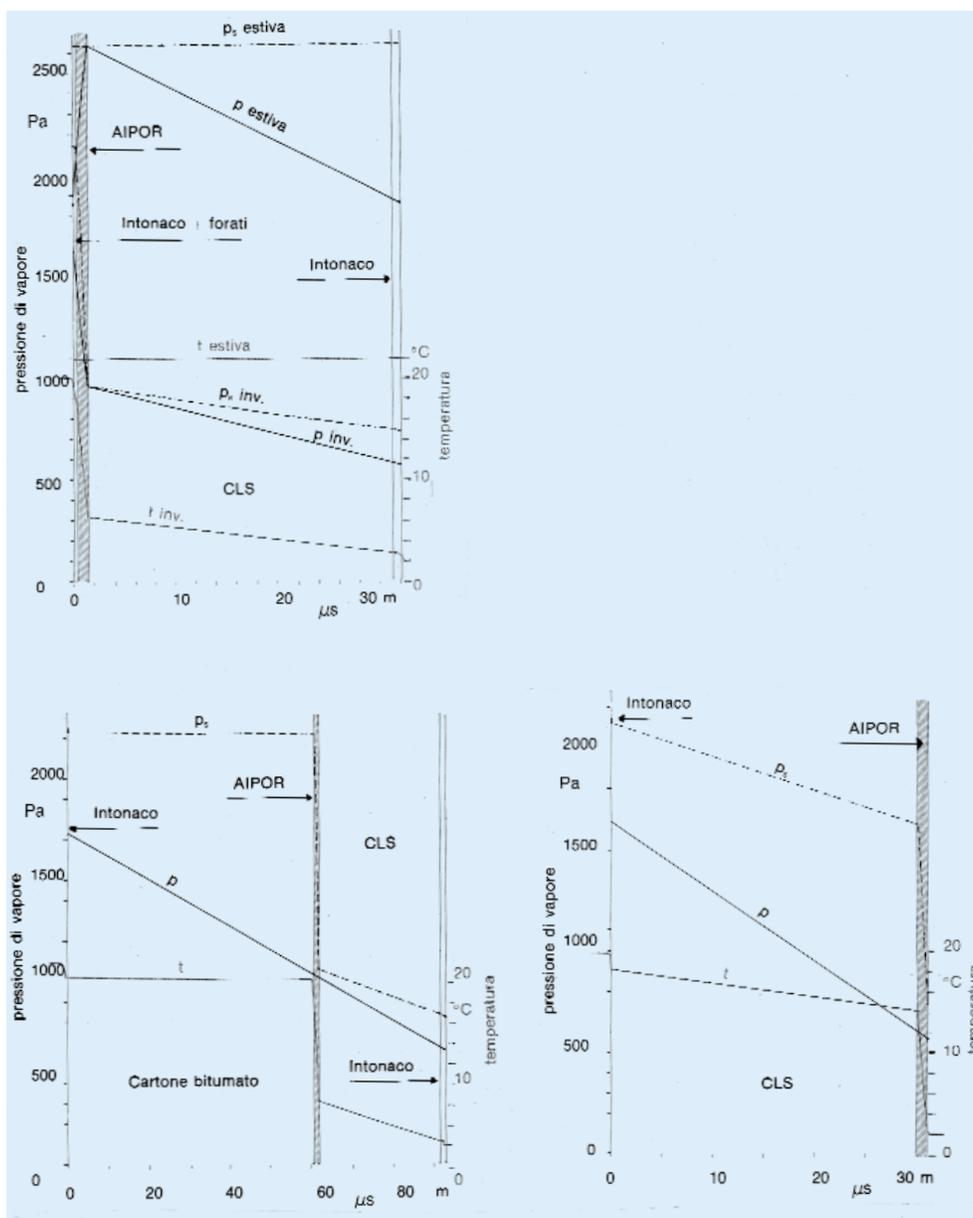
$$W = 2160 (-0,392 - 0,017) \cdot 10^{-3} = -0,883 \text{ Kg/m}^2\text{h}$$

Che è superiore alla condensazione invernale.

La situazione di condensazione invernale può essere eliminata inserendo fra intonaco interno e forati uno strato di elevata resistenza al vapore (barriera vapore), ma di resistenza termica trascurabile, per esempio un foglio di cartone bitumato da 3 mm di spessore ($\mu = 20.000$; $\mu_s = 60$ m).

Il grafico si modifica come in fig. (attenzione alla scala delle ascisse). Ora non esiste più il pericolo di condensazione.

Lo stesso risultato potrebbe essere ottenuto portando all'esterno lo strato di EPS (rivestimento "a cappotto"). Le temperature alle interfacce sono ora diverse, come mostra la figura (sono stati eliminati il tavolato e l'intonaco esterno); come conseguenza le pressioni di saturazione sono anche qui ovunque superiori a quelle effettive e non si ha condensazione interna.



Sono quindi necessarie le stesse operazioni di preparazione richieste per lavori tradizionali, come la rimozione di denti, coronature e sbavature di malta non coesive, tipiche di supporti nuovi o, per il restauro, la verifica di adesione e portanza di intonaci, pitture, rivestimenti preesistenti, allontanando comunque ogni parte non perfettamente solidale con il supporto strutturale e tutti i corpi/sostanze estranee.

Quando il sistema a “cappotto” rientra in progettazione, sono già predisposti i davanzali in larghezza tale da contenerlo, risultando alla fine comunque sporgenti di almeno 3 cm e muniti di gocciolatoio. Analogamente sono già predisposti in idonea lunghezza i cardini dei serramenti, i tiranti per pluviali, cablaggi, tubazioni, ecc.

Negli interventi di ristrutturazione e recupero queste operazioni devono essere svolte ex-novo prima dell’inizio dell’installazione del sistema. Il prolungamento degli elementi di sostegno e dei prigionieri deve essere pari allo spessore delle lastre aumentato di 10 mm.

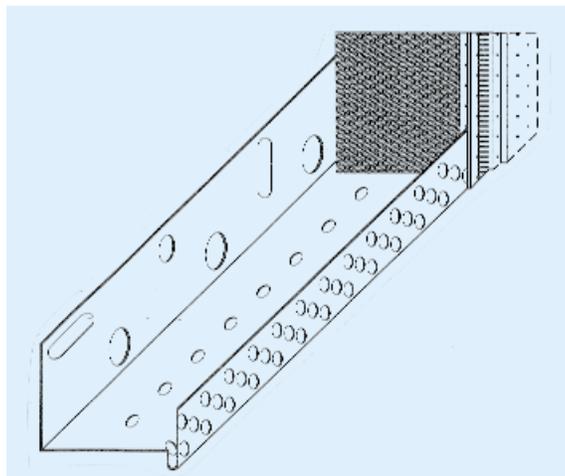
Se l’isolamento non termina sotto un cornicione o un sottotetto è necessario predisporre le scossaline di contenimento, munite di spluvio, in larghezza come sopra ricordata.

Secondo la natura e lo stato del supporto, la pulizia preliminare richiede metodi che vanno dalla spazzolatura al lavaggio o (idro) sabbiatura controllati.

Supporti nuovi in calcestruzzo o in pannelli richiedono, come di consueto, l’eliminazione di eventuali residui di prodotti disarmanti. In presenza di cavità, vespai, disuguaglianze di filo e planarità, superiori a 10 mm di spessore, eseguire i necessari riporti con malte addittivate con idonee resine in dispersione, per garantirne il perfetto ancoraggio, scegliendo l’inerte in granulometria adatta allo spessore da risarcire. Per spessori elevati è necessario inserire nelle malte una rete di armatura.

Profili di partenza

Sono costituiti da specifiche sagome in lega leggera perforata, da posizionare in bolla mediante tasselli a espansione in acciaio. Eventuali vuoti di planarità vengono risarciti con malta di cemento a presa rapida. I profili di partenza sono muniti di gocciolatoio e vengono posizionati sotto la prima soletta interessata dall’isolamento. Nel caso di partenza da terra (marciapiede) il posizionamento è tale da lasciare ca 1 cm dal piano di calpestio.



Profilo di partenza

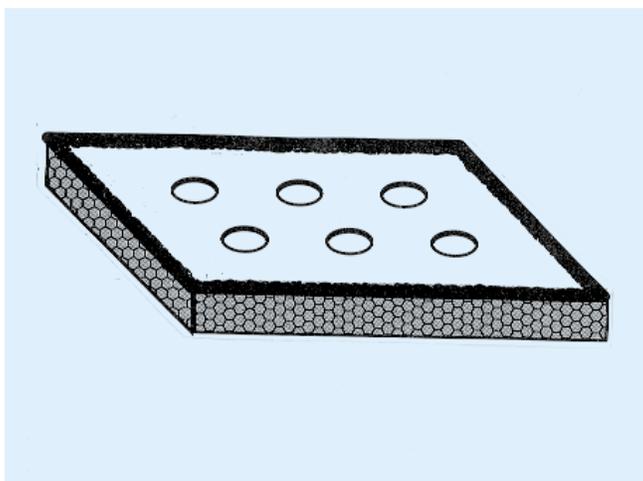
Massa di incollaggio (e di rasatura armata)

Preparazione

Aggiungere a ogni confezione di collante il quantitativo indicato dal produttore del sistema, di cemento in polvere tipo Portland 325/425, senza alcuna aggiunta di acqua. Miscelare meccanicamente in modo da ottenere una massa omogenea, senza formare grumi, né inglobare aria. Lasciare la massa preparata in riposo, secondo le indicazioni. L'utilizzo della miscela deve avvenire entro il tempo indicato (comunque congruo) dal produttore.

Incollaggio delle lastre in EPS

Spalmare in prossimità dei 4 bordi delle lastre un cordolo di massa collante largo almeno 3-5 cm e apporre alcune pastiglie (4-6) al centro delle lastre, larghe 7-8 cm. Il consumo di massa collante è specificato nella documentazione pubblicata dai produttori del sistema ed è ben esplicitato anche nelle certificazioni ufficiali. Il rispetto del consumo è vincolante per la funzionalità e resistenza di tutto il sistema. Per l'incollaggio delle lastre isolanti su superfici non minerali, quali lamiere (serbatoi), plastiche dure o rinforzate, legno, i produttori indicano il tipo di collante idoneo e le relative tecniche e metodi di fissaggio.



Posa delle lastre isolanti in EPS

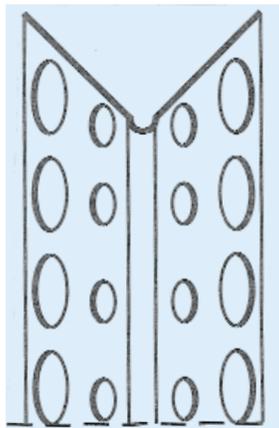
Applicare le lastre partendo dal basso verso l'alto, posizionando il lato più lungo in orizzontale, a giunti verticali sfalsati (come un normale muro in mattoni), lo sfalsamento viene eseguito anche in corrispondenza di spigoli e angoli. Comprimere con cura mediante frattazzo per far entrare in contatto continuo e completo il collante con il supporto. Tra lastra e lastra, sia in orizzontale, che in verticale, non devono esistere né vuoti, né rifluizioni di massa collante. Controllare assiduamente, mediante staggia, la planarità. In corrispondenza dei contorni di porte e finestre evitare di far corrispondere i fili dell'architrave e dei contorni verticali con quelli delle file delle lastre; attorno a questi contorni occorre inoltre lasciare una fuga di ca 1 cm da sigillare successivamente con mastice idoneo. I giunti di dilatazione strutturali devono essere rispettati e non possono essere ricoperti con il sistema. Questo viene fermato al bordo del giunto con appositi profilati, sui quali innestare, a fine lavoro, apposito copri-giunto. L'incollaggio delle lastre richiede una essiccazione di almeno 12 ore e comunque, secondo le condizioni climatiche e atmosferiche, tale da renderlo perfettamente esercibile.

Posa dei paraspigoli



Posizionare i profilati in lega perforata sugli spigoli verticali e orizzontali liberi, incollandoli su piccoli riporti di massa collante, preparata come descritto precedentemente.

Operando una piccola pressione far defluire dai fori il collante e livellarlo con cazzuola. Non impiegare fissaggi meccanici, che non sono compatibili con il sistema.



Eventuale fissaggio meccanico (tassellatura)

Questa operazione è necessaria quando il supporto presenta una superficie o strati sottostanti con scarsa resistenza meccanica. La tassellatura non serve a migliorare il potere adesivo del collante, ma evita eventuali sfaldamenti tra il supporto strutturale e gli strati sovrapposti pregressi (intonaci, rivestimenti, pitture), sfaldamenti provocati dal peso e dalle sollecitazioni del sistema isolante. Dopo almeno 24 ore dalla posa dello strato isolante, si procede con forature, in dima di profondità, con idoneo trapano. I tasselli devono essere almeno 5 cm più lunghi dello spessore delle lastre e comunque devono inserirsi nella muratura portante per un minimo di 3 cm. Inserire i tasselli ed espanderli con l'apposita anima. Secondo la tipologia e il grado di coesione degli strati preesistenti sopra il portante strutturale, il numero di tasselli varia tra 4 e 8 per m². I tasselli vengono inseriti a ogni intersezione di lastra (4/m²) e inoltre +1 (6/m²) oppure +2 (8/m²) tasselli centrali a ogni lastra isolante.

Applicazione dell'intonaco armato

Si prepara la massa rasante e la si applica con talosce in acciaio inox stendendo sulle lastre isolanti uno strato continuo e omogeneo, ottenendo uno spessore minimo di 1,5 mm. Su questa rasatura fresca viene stesa la rete di armatura, in fibra di vetro, allettandola completamente, eliminando sacche di aria ed evitando pieghe e rigonfiamenti. Durante la stesura non viene asportato materiale di rasatura, ma questo viene immediatamente ridistribuito sulla rete. Le estremità verticali e orizzontali della rete vengono sovrapposte con i teli vicini, in modo da non formare discontinuità della armatura. La sovrapposizione è di almeno 10 cm. Riportare massa di rasatura in modo uniforme, fino a scomparsa completa della rete. Ove prescritto, in corrispondenza degli angoli delle aperture applicare, in diagonale, una fascia di rete di rinforzo, con dimensioni ca. 10x30 cm, allettandola completamente nella rasatura. Sugli spigoli verticali e orizzontali la rete deve rivestire non solo completamente il paraspigolo, ma deve essere estesa per almeno 30 cm oltre lo spigolo stesso. Sui bordi terminali del sistema (ad esempio imbottiti di finestre non

interessate dall'isolamento) la rete deve essere ben risoltata e incollata al supporto minerale. Sul profilo di partenza inferiore la rete viene invece tagliata, senza farle formare risvolti. Accertarsi che ogni traccia di rete non sia più né visibile, né intuibile: risarcire con la massa di rasatura eventuali zone di scopertura anche parziale, applicando sempre sulla precedente rasatura fresca. Il consumo globale di massa rasante e lo spessore secco della rasatura armata ottenuta devono corrispondere ai dati ufficiali pubblicati e certificati dal produttore del sistema. Consumi o spessori inferiori compromettono le caratteristiche di resistenza dell'intero sistema. In zone con particolare sollecitazione meccanica (logge, atri, corridoi, ecc.) è consigliato l'utilizzo di una specifica rete rinforzata o l'applicazione di un doppio strato di rete normale, ognuno ben allettato nella massa rasante. La rasatura armata richiede l'essiccazione (in condizioni meteo normali) di almeno 24 ore.

Eventuale applicazione del primer

Questa operazione, qualora prescritta, viene eseguita con i normali attrezzi (pennelli, rulli, spruzzo) e secondo le indicazioni di grammature e tempi fornite dal produttore del sistema. L'essiccazione minima di questo strato, sempre in condizioni climatiche normali, è di 8 ore.

Finitura con lo specifico rivestimento plastico continuo

Questo rivestimento costituisce lo strato più esterno del sistema a "cappotto" e ne conforma l'estetica finale. Viene applicato con gli usuali attrezzi, curandone la continuità e uniformità di spessore e di struttura. Le grammature, i tempi e i metodi indicati dal produttore del sistema, secondo dati ufficiali e certificati, sono vincolanti sia per la resistenza agli agenti atmosferici, sia per l'estetica. Abbiamo già ricordato la necessità di evitare colori scuri, che provocherebbero pericolosi surriscaldamenti e deformazioni. La vastissima gamma di tinte utilizzabili e la facilità applicativa consentono di rispondere validamente alle varie esigenze architettoniche.

Sigillature

Per impedire infiltrazioni d'acqua, attraverso i giunti di interconnessione con altre strutture, si devono eseguire sigillature. Si possono utilizzare guaine autoespandibili, o idonei sigillanti: i prodotti devono essere compatibili con il sistema a "cappotto" e in particolare non devono contenere composti che danneggiano il polistirene.

Limiti applicativi in cantiere

Conservare le lastre in EPS e gli altri componenti del sistema al riparo dall'azione diretta del sole, pioggia e nebbia; collanti, primer e finiture devono essere riparate anche dal gelo.

Durante la posa

Non applicare con temperature dell'aria, del supporto e dei prodotti inferiori a + 5°C o superiori a +30°C, né con vento forte, né sotto l'azione diretta di sole o pioggia, né su superfici surriscaldate, anche se già in ombra. Predisporre idonea protezione provvisoria per riparare da infiltrazioni di pioggia il bordo superiore del "cappotto" in fase ancora esecutiva. Rispettare i giunti di dilatazione dei fabbricati: preposizionare le apposite guide di contenimento verticale delle lastre isolanti, inserire nel giunto il cordolo espanso, al termine della posa del sistema inserire il coprigiunto.

Il sistema a “cappotto” non presenta altri limiti applicativi oltre questi pochi e comuni alle tradizionali operazioni in facciata degli edifici.



E' dunque un sistema semplice e logico: richiede il rispetto scrupoloso delle indicazioni relative alle varie fasi. Queste indicazioni riguardano metodi, grammature, tempi e derivano dall'esperienza e dalla ricerca applicata.

In particolare viene richiesta attenzione per:

Posa delle lastre isolanti:

- incollaggio con i metodi e le grammature indicate; il non rispetto può essere causa di distacchi e crepe;
- incollaggio su supporti stabili, puliti e asciutti, ma non surriscaldati o troppo assorbenti: il collante potrebbe “bruciare” disidratandosi e perdere coesione e tenacia;
- posizionare le lastre isolanti senza formare vuoti di discontinuità, né rifluizione di massa collante dai bordi: in caso contrario si potrebbero verificare ponti termici piccoli, ma capaci di formare crepe;
- verificare durante la posa la planarità e sistemarla con leggere pressioni mediante frattazzo largo: le aplanarità corrispondono a effetti estetici insoddisfacenti, né è possibile sistemarle successivamente con abnormi riporti di massa rasante o di finitura, che sfaserebbero il comportamento omogeneo alle sollecitazioni meteoriche e la uniformità di traspiranza al vapor d'acqua;
- sfalsare i giunti verticali delle lastre, sia sulle superfici piane, sia sugli spigoli e angoli; sfalsare i giunti orizzontali e verticali delle lastre rispetto ai corrispondenti fili di finestre e aperture: il non rispetto comporta la possibile formazione di crepe;
- formare la massa collante e rasante con il tipo e quantità di cemento indicato, senza aggiungere acqua e utilizzarla entro i tempi massimi (comunque congrui) indicati; attendere la presa completa, in conformità con le condizioni meteo, prima di proseguire con le operazioni successive: in caso contrario verrebbero compromesse le caratteristiche di adesione dell'incollaggio e le resistenze dello strato intermedio armato. Come si può osservare, queste raccomandazioni di attenzione sono esattamente quelle richieste per l'elevazione di una normale muratura in mattone.

Nell'eventuale fissaggio meccanico (tassellatura)

- Eseguire i fori con buone punte, alla profondità prestabilita e regolata con dima montata sul trapano; eseguire la tassellatura nelle posizioni e con il numero/m² indicati: forature slabbrate o sbreccate o con dimensioni improprie, posizioni e numero di tasselli non conformi possono vanificare questa operazione importante per la stabilità degli strati tra il “cappotto” e la struttura.

Stesura dell'intonaco armato

- Stendere lo strato in spessore conforme alle indicazioni, in modo omogeneo e pieno, allettare immediatamente i teli di rete, sovrapponendone i bordi, rivestire subito e completamente la rete di armatura: in caso contrario questo strato destinato a sopportare le massime sollecitazioni termomeccaniche risulterebbe indebolito e compromesso, con pericolo di sfaldamenti e crepe;
- applicare in condizioni meteo e di superficie idonee, per evitare bruciature, dilavamenti, gelo.

Anche queste raccomandazioni sono tradizionali per la stesura di intonaci normali.

Finitura

- Applicare secondo grammature, tempi, metodi e condizioni indicate, sia l'eventuale mano di fondo, sia il rivestimento, come normalmente richiesto dalla buona tecnica per i sistemi tradizionali.

Consigli di sicurezza e di ecologia

I componenti del sistema a “cappotto” sono materiali sicuri e non inquinanti.

Secondo la corretta destinazione d'uso, criteri di trasporto, stoccaggio, ampiezza, applicazione, non sono noti pericoli relativi a possibilità di demolizioni termiche, di reazioni e di prodotti di reazione pericolosi. I vari componenti non possono contenere sostanze tossiche o nocive oltre le soglie precisate dalle vigenti normative CEE, che impongono per queste sostanze specifiche etichettature e simboli-frasi di rischio e di prudenza. Normalmente le masse collanti e rasanti, il primer e le finiture sono formulati in dispersione acquosa e come tali risultano alcalini. Questa alcalinità, per eventuali spruzzi negli occhi o sulla pelle, ove non prontamente risciacquati, possono generare deboli fenomeni irritativi. I costituenti del sistema a “cappotto” allo stato di fornitura, durante lo stoccaggio in cantiere, durante la posa e al loro definitivo stato secco, non costituiscono carico di fuoco: **il “cappotto” non brucia e non propaga la fiamma.** Per il rispetto dell'ambiente viene raccomandato di non disperdere le confezioni vuote, né versare i residui in acque superficiali o scarichi convogliati; occorre lasciar essiccare bene queste tracce e quindi deporre nei portarifiuti di cantiere.

Anche agli effetti dell'igiene applicativo e ambientale il “cappotto” è un sistema di massima sicurezza.

La manutenzione

Come ampiamente escusso, l'installazione del sistema a “cappotto” pone in condizioni stazionarie l'involucro esterno dell'edificio, cioè tutto quanto viene posto sotto al “cappotto”. Vengono pertanto a **decadere** le necessità di manutenzione tipiche di intonaci e rivestimenti applicati su pareti non isolate, quindi sollecitate dalle escursioni termiche. La manutenzione del sistema riguarda, dopo molti anni, la pulizia o la rinfresatura del rivestimento plastico di finitura. La pulizia è normalmente eseguibile con acqua nebulizzata o in pressione controllata. L'eventuale ripittura viene svolta con prodotti all'acqua e di quantità tale da non generare barriere vapore e da sviluppare forte idrorepellenza. Sono particolarmente idonee le idropitture, non pellicolanti a base metilsiliconica. Nel raro caso di fratture del sistema, dovute a impropri fatti meccanici o vandalici, sono possibili riparazioni integrali, mediante il rifacimento parziale partendo dalle lastre isolanti. Non viene compromessa la continuità, né la congruità dell'isolamento. Pareti isolate con il sistema a “cappotto” vicinali a violente fonti di calore o incendi non bruciano e non propagano la fiamma: l'isolante fonde. Anche in questi casi la manutenzione avviene con il rifacimento integrale della zona interessata dalla lesione. In pratica, al di fuori di fatti veramente anomali, che interessano anche l'isolante, le operazioni di manutenzione sono semplici, facilmente eseguibili e rigenerano in pieno le funzionalità e le caratteristiche del sistema originale.

Affidabilità del sistema

Per consuetudine si definisce affidabile quel sistema tecnologico che:

- Onora all'atto pratico del suo esercizio le funzioni progettate e dichiarate di comportamento e di resistenza;
- Richiede solo operazioni compatibili con le condizioni e i metodi necessari alla sua realizzazione in opera e con il contorno;

-
- In ogni sua fase di attuazione e durante il suo esercizio funzionale nel tempo rispetta l'igiene di lavoro, di utilizzo e dell'ambiente;
 - Produce condizioni favorevoli alla vita dell'uomo e della natura;
 - Dura nel tempo;

il sistema a “cappotto” non solo onora tutte queste clausole ed è pertanto affidabile, ma in più produce risparmio.

Le prime applicazioni del sistema risalgono alla metà degli anni 50 e sono tutt'oggi in esercizio. Dai climi più freddi e umidi, tipici dell'Europa settentrionale e centrale, a quelli con escursioni termo-igrometriche frequenti ed intense, tipiche dei climi alpino e marino, il sistema a “cappotto” ha man mano dimostrato la sua validità e affidabilità, conquistando la fiducia degli utenti. E questa fiducia, per l'assieme delle eccezionali proprietà del sistema, ne ha esteso l'utilizzo e i benefici non solo nel settore degli edifici ad uso abitativo, ma anche per fabbricati con destinazioni diverse:

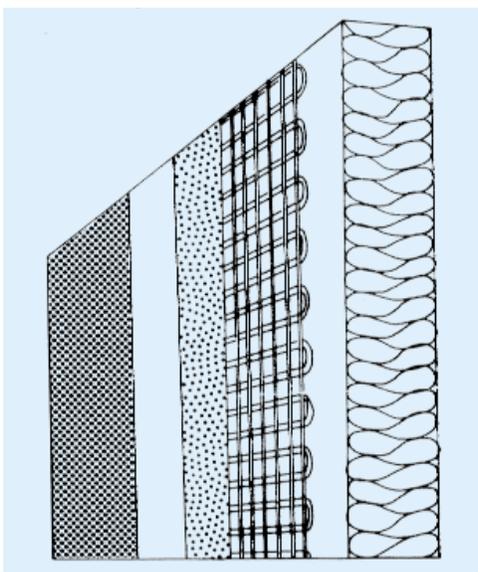
- Per la sanità: ospedali, cliniche, sanatori, laboratori;
- Per l'educazione: asili, scuole e loro dipendenze;
- Per lo sport: palestre, spogliatoi, locali annessi a stadi, piscine;
- Per l'industria: uffici, magazzini, locali termostatali, sili, serbatoi caldi e freddi, ecc.
- Per il militare: caserme e costruzioni annesse;
- Per le capacità specifiche di rendere stazionarie le condizioni della struttura degli edifici (nei recuperi dei preesistenti gusci originariamente esterni) il sistema a “cappotto” si rende insostituibile per la conservazione e rivalutazione dei fabbricati.

Il sistema a “cappotto” è stato ed è oggetto di certificazioni di conformità da parte di competenti istituti, collegati e parificati a livello europeo, e di normative di qualità, in fase di unificazione per tutta Europa.

La qualità e l'affidabilità del sistema a “cappotto” sono impiegate su quelle ben identificate e certificate delle lastre isolanti in EPS.

1. Che cos'è l'isolamento a cappotto

L'isolamento a cappotto consiste nell'applicazione, sull'intera superficie esterna verticale di un edificio, di pannelli isolanti che vengono poi coperti da uno spessore protettivo e di finitura realizzato con particolari intonaci. Esistono diversi sistemi in commercio che forniscono l'insieme di tutti i componenti necessari alla posa in opera. E' importante ricordare che tutti i materiali di un sistema a cappotto devono essere reciprocamente compatibili; la sostituzione anche di un solo materiale o la realizzazione "fai da te" di un isolamento a cappotto, anche se vengono utilizzati ottimi prodotti, può comportare un insuccesso. Quindi è molto più sicuro, comodo, economico e facile ricorrere ad uno dei sistemi attualmente disponibili sul mercato che hanno superato prove di laboratorio e possiedono certificazioni del sistema completo (rilasciate dall'ICITE-CNR) del loro buon funzionamento e che quindi danno **certezza di successo**.



2. Vantaggi

Per valutare correttamente l'opportunità di ricorrere all'isolamento a cappotto è necessario avere una chiara visione dei vantaggi che il sistema presenta:

Continuità dell'isolamento

Comporta l'eliminazione totale dei così detti "ponti termici" ossia di quei punti in cui si hanno delle vie preferenziali per la dispersione del calore spesso in corrispondenza di materiali diversi (per esempio le zone di unione tra le strutture in c.a. e i tamponamenti in laterizio a cassavotta con isolante interno) o di particolari configurazioni geometriche (per esempio gli spigoli).

I vantaggi sono i seguenti:

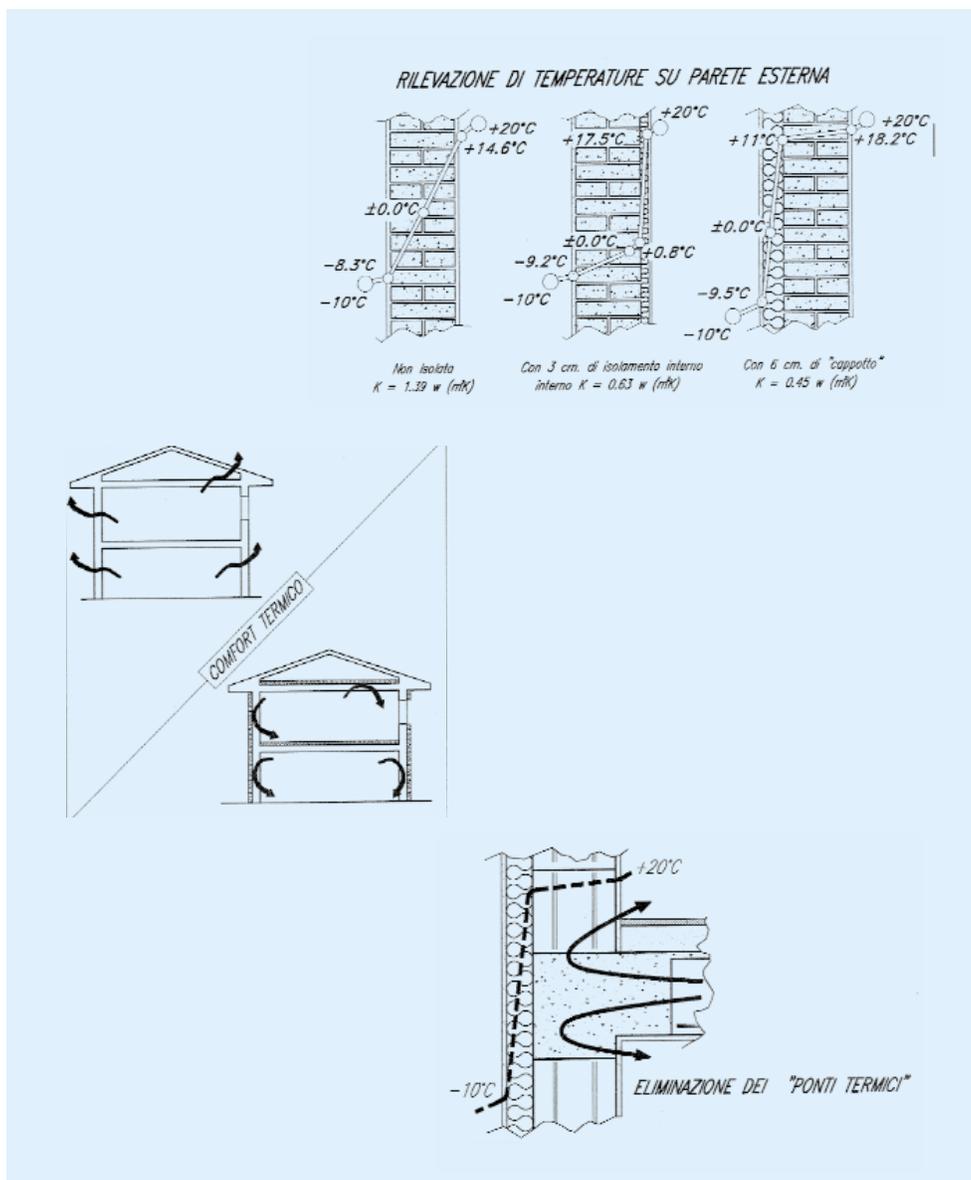
- √ Maggiore risparmio energetico;
- √ Maggiore comfort termico sia in estate che in inverno;
- √ Eliminazione delle muffe sulle superfici interne degli alloggi causate dalla condensa in corrispondenza dei ponti termici;

- ✓ Aumento della capacità dell'edificio a **trattenere il calore** durante i periodi di non funzionamento dell'impianto.

Risparmio e opportunità organizzative.

L'isolamento a cappotto, in particolar modo nel caso di intervento sull'esistente, comporta vantaggi di:

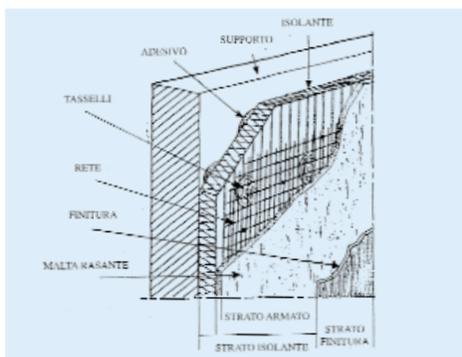
- ✓ Non rendere necessario l'allontanamento degli abitanti;
- ✓ Rallentare il processo di degrado degli edifici grazie ad un sistema di protezione totale attorno all'edificio;
- ✓ Risolvere il problema di crepe ed infiltrazioni d'acqua meteorica;
- ✓ Realizzare in una unica fase sia l'isolamento dell'edificio che la finitura esterna con conseguenti risparmi, ed un aumento del valore commerciale dell'immobile.



3. Elementi che costituiscono il sistema

Il sistema di isolamento a cappotto è costituito dai seguenti elementi:

1. **Collante e/o tasselli.** La **funzione** affidata a questi elementi è quella di **fissare l'isolante alla muratura** di supporto. Il fissaggio può avvenire tramite semplice incollaggio o, dove le condizioni del supporto murario lo rendono necessario, può essere effettuato tramite tasselli di materiale plastico o metallico. In alternativa per un migliore fissaggio dell'isolante ai supporti è possibile ricorrere alla combinazione di collante e tasselli che garantiscono una maggiore stabilità dell'isolante sia durante la presa della colla sia durante la fase di esercizio.
2. **Isolamento termico.** L'isolante deve presentarsi in forma di pannello con superfici regolari e con adeguate caratteristiche di resistenza meccanica. I materiali più comunemente utilizzati sono: polistirene espanso sinterizzato (EPS), polistirene espanso estruso (EPX), lana di vetro, lana di roccia, sughero. Gli spessori sono determinati di volta in volta dalle caratteristiche climatiche di progetto, dalle specifiche richieste della normativa vigente (ad esempio la Legge 10/91 sul contenimento dei consumi degli edifici) e da eventuali ulteriori esigenze di risparmio di gestione e di benessere abitativo. Si deve comunque ricordare che al di sotto di un certo spessore l'intervento si può rivelare antieconomico.
3. **Rete di armatura.** La rete di armatura è un elemento dello strato di armatura la cui funzione è quella di conferire al sistema una adeguata capacità di resistere agli urti e ai movimenti dovuti a escursioni termiche o a fenomeni di ritiro. La realizzazione dello strato avviene mediante una rete in filo di vetro apprettato antialcale.
4. **Malta rasante.** Ha la funzione di proteggere il pannello isolante e di creare la superficie adatta alla stesura degli strati successivi di finitura. All'interno di questo strato viene annegata la rete di armatura.
5. **Sottofondo stabilizzante (o primer-fissativo).** Viene utilizzato per ottenere migliori condizioni di adesione e compatibilità dello strato di finitura con lo strato di intonaco sottile armato già realizzato.
6. **Rivestimento di finitura.** Ha la funzione di realizzare la finitura dell'intervento e di proteggere gli strati sottostanti dalle intemperie e dalle radiazioni solari; deve possedere una buona elasticità alle sollecitazioni meccaniche e deve essere sufficientemente permeabile al vapore d'acqua. Si tratta di un rivestimento o di una particolare pittura a base sintetica o minerale che si può realizzare con varie finiture speciali: rustico, rasato, graffiato, spugnato o spruzzato.
7. **Accessori.** Elementi utilizzati per realizzare giunzioni con strutture diverse (ad esempio finestre) e proteggere, o sostenere, il sistema in punti particolarmente critici.

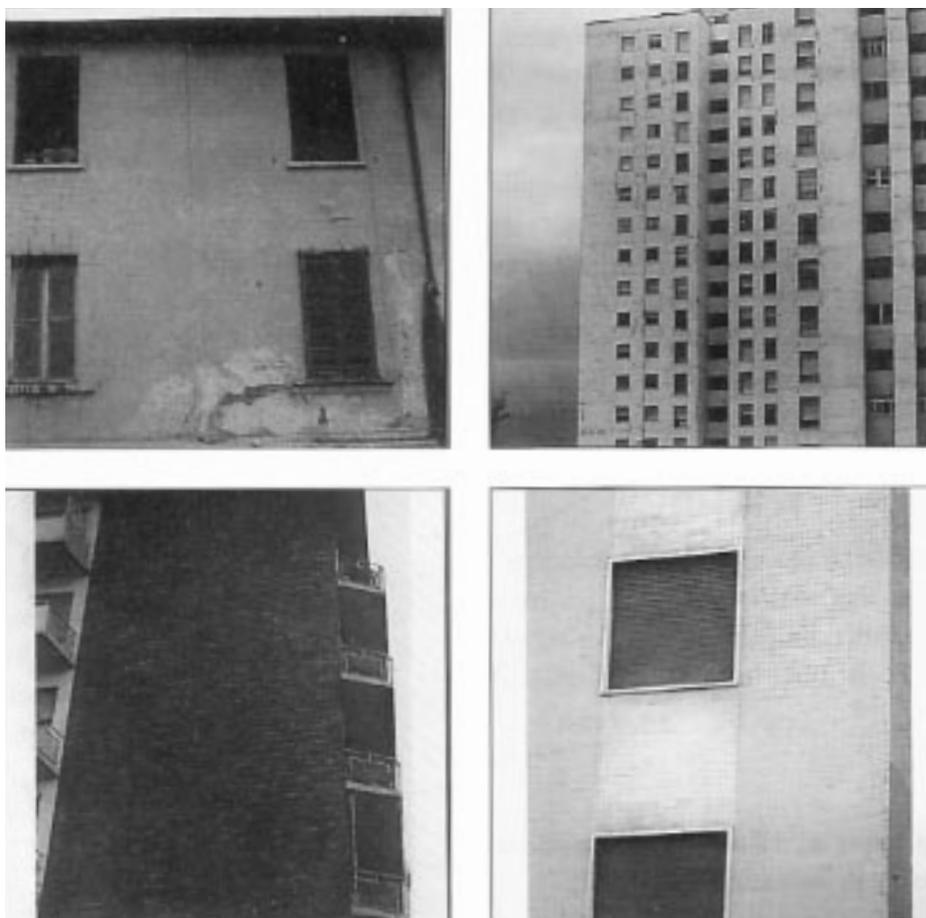


4. Condizioni per la messa in opera

L'intervento di isolamento a cappotto può essere effettuato sul patrimonio edilizio nuovo ed esistente in moltissimi casi, sfruttando una molteplicità di supporti differenti come, ad esempio:

- pareti intonacate,
- murature piene,
- rivestimenti in klinder,
- rivestimenti ceramici,
- rivestimenti in laterizio,
- pareti in cls a vista.

L'intervento risulta invece poco percorribile o problematico nel caso di edifici sotto tutela storico-ambientale.



Primi sopralluoghi: elementi da osservare

Prima di programmare ed effettuare l'intervento occorre procedere ad una attenta ed accurata osservazione dell'edificio su cui intervenire mediante lo svolgimento di alcune operazioni fondamentali, riassume nella tabella sottostante:

ELEMENTI DA OSSERVARE	SCOPO
Caratteristiche dei supporti come natura, età, solidità e stato di conservazione	Prevedere eventuali trattamenti da effettuare preventivamente per permettere un'aderenza efficace del sistema di isolamento
Dimensioni pareti (lung. Largh. Altezza)	Evidenziare punti particolari, segnalare eventuali rifacimenti parziali della muratura prima dell'intervento
Dimensioni aperture come forme dei vuoti davanzi finestre, fermi persiane	Verificare misura sbalzo e posizionamento del gocciolatoio per consentire l'inserimento sistema, e l'eventuale spostamento dei fermi persiane
Tipo, genere di fissaggio, posizione e misure tubature di scolo acque meteoriche quali pluviali, collari	Verificare possibilità di inserimento del sistema, in funzione dello spessore scelto
Tipo, genere di fissaggio, posizione e misure di griglie di areazione e ventilazione tubature varie, rubinetti, collegamenti elettrici, apparecchi di illuminazione	Verificare possibilità di inserimento del sistema, in funzione dello spessore scelto
Posizione e misure giunti di dilatazione	Prevedere adeguati giunti elastici sul sistema, in corrispondenza di giunti di dilatazione già esistenti.

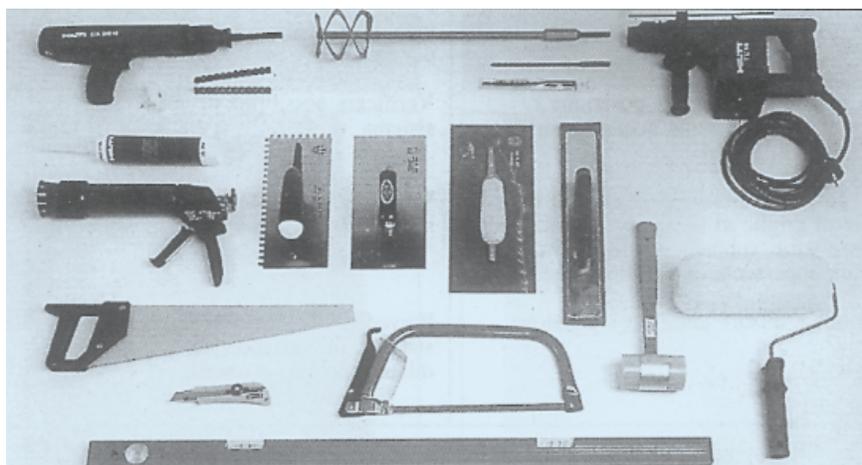
5. Mezzi d'opera

Per l'installazione del sistema di isolamento a cappotto sono necessarie alcune attrezzature e mezzi d'opera specifici che solitamente vengono ulteriormente suggeriti dal produttore del sistema in funzione delle sue peculiarità e caratteristiche.

Attrezzi necessari per la messa in opera del sistema a cappotto

Di seguito viene riportato un elenco di mezzi d'opera e di attrezzi la cui presenza in cantiere viene ritenuta necessaria:

- √ agitatore elettrico per miscelare cemento, colla, polvere e acqua, ecc...
- √ cazzuola e spatola dentata per l'incollaggio dei pannelli isolanti
- √ dosatore per le miscele (ad esempio il cemento)
- √ frattazzo (acciaio, plastica o legno) per la lisciatura del sottofondo, staggia per verificare la complanarità dei pannelli durante la posa
- √ squadra, bolla o livello, ecc...
- √ sega e/o taglierino (a seconda del materiale isolante scelto) per tagliare pannelli, carta vetrata per eventuali levigature...
- √ forbici o cutter per tagliare la rete di armatura
- √ spatola in acciaio liscia per posare l'armatura e rasare lo strato di base, spatola in plastica e rullo per la posa e la rasatura del rivestimento.



Mezzi d'opera accessori

Deve essere utilizzato un ponteggio stabile e con basamento (non appeso) così come viene prescritto dalle norme antinfortunistiche in vigore.

I ponteggi volanti, instabili, possono portare a delle imperfezioni nella fase dell'incollaggio dei pannelli (cattivo posizionamento dell'isolante, rotture eventuali sulle piastre appena incollate con disgregazione del collante, ecc....).



Apertura del cantiere e operazioni preliminari all'applicazione del sistema

Nello svolgimento e realizzazione di un intervento di isolamento a cappotto si possono individuare delle operazioni di installazione del cantiere e preparazione dei lavori che risultano comuni a tutti i tipi di sistemi, indipendentemente dalle loro caratteristiche specifiche, come ad esempio:

- √ montaggio del ponteggio ed installazione di eventuali protezioni specifiche, in corrispondenza di situazioni particolari
- √ rimozione degli elementi fissati alla facciata e che sono da modificare (come ad esempio collari, eventuali davanzali particolari da non ricoprire...)
- √ smontaggio dei pluviali adottando accorgimenti tali per cui durante l'esecuzione dei lavori, in caso di pioggia, l'evacuazione dell'acqua piovana avvenga lontano dalle facciate
- √ lavori di muratura e preparazione del supporto per la posa dei pannelli
- √ posizionamento dei profili di supporto ed eventuale contenimento dei pannelli (supporti di base...)

Prima di descrivere le modalità di applicazione di un generico sistema di isolamento a cappotto con intonaco sottile si devono sottolineare alcune precauzioni che devono essere rispettate in fase di realizzazione al fine di evitare problemi o imperfezioni che si possono riflettere sulla funzionalità del sistema e sulla durata nel tempo.

La messa in opera del sistema di isolamento, a cominciare dall'incollaggio delle lastre isolanti, non deve essere mai realizzata in presenza di umidità residua di costruzione (ad esempio, nel caso di nuova costruzione, prima che le pareti interne intonacate a gesso siano completamente asciutte).

La messa in opera non deve essere realizzata in condizioni di temperatura inferiori a + 5 gradi centigradi o superiori a + 30°C. Inoltre l'applicazione dello strato di rasatura e del rivestimento di finitura non deve essere realizzata sulle superfici esposte al sole o a forte vento per evitare problemi di rapida evaporazione dell'acqua di impasto e conseguenti cavillature e fessurazioni. A tale fine risulta dunque opportuno organizzare il cantiere in maniera tale da lavorare all'ombra.

In caso di pioggia si devono prevedere delle protezioni sul bordo superiore scoperto del cappotto al fine di evitare possibili infiltrazioni di acqua al di sotto dello strato isolante.

6. Lo strato di supporto

Con il termine strato di supporto si intende identificare il "sottofondo" del sistema che deve fornire allo stesso una adeguata azione di sostegno e di aggrappaggio nei confronti dei carichi che agiscono sul sistema (vento, peso proprio, urti,...).

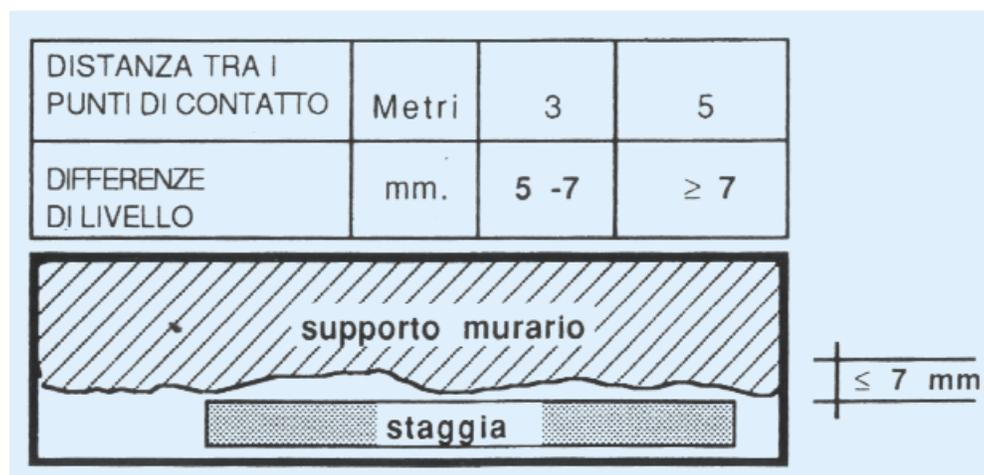
Nella tabella seguente si fornisce una esemplificazione, sicuramente non esaustiva, di possibili tipologie di supporti sui quali può essere effettuato l'intervento di isolamento a cappotto; le tipologie sono state classificate in base alla loro localizzazione in edifici di nuova costruzione o in edifici esistenti.

NUOVE COSTRUZIONI	EDIFICI RESISTENTI
Murature in pietrame	Pannelli prefabbricati in cls.
Muratura in mattoni pieni	Muratura in cls.
Muratura in mattoni forati	Intonaco in calce e cemento privo di pitture
	Intonaco in calce e cemento dipinto, con residui di vecchie pitture e calce
Muratura mista	
Blocchi cavi in cemento	Intonaco rifinito con strollatura o lamatura di polveri di marmo miscelate (tipo "Terranova")
Pannelli prefabbricati in cls.	Intonaco in calce e cemento trattato con idropitture
Muratura in cls.	
Tufo	Intonaco in calce e cemento trattato con RPAC (Rivestimenti Plastici Continui)
Pannelli in fibra di legno legati con cemento	Rivestimenti con piastrelle o mattoncini in cotto poroso
	Rivestimenti in piastrelle o tessere ceramiche, clinker, grès, vetrose

Analisi dello stato di fatto del supporto

Una corretta analisi e una conseguente buona conoscenza della costituzione e dello stato di conservazione del supporto su cui intervenire sono di fondamentale importanza ai fini della realizzazione di un sistema che garantisca le prestazioni per le quali è stato certificato e soprattutto le mantenga inalterate nel tempo. L'operazione di analisi e verifica del supporto si rende indispensabile soprattutto nel caso di interventi sull'esistente dove spesso una analisi frettolosa e superficiale può non essere sufficiente a valutare appieno lo stato del supporto e le garanzie che esso può fornire per un buon aggrappaggio del sistema di isolamento. Prima dell'applicazione si rende quindi necessario verificare la qualità del supporto esistente a ricevere il sistema; per tale verifica occorre accertarsi in sito che le superfici:

- √ siano il più possibile complanari, anche se ruvide e non presentino quindi asperità eccessive o dislivelli apprezzabili in superfici ristrette;
- √ siano asciutte e non siano registrabili fenomeni permanenti di risalita di umidità dal terreno che possano danneggiare il materiale isolante;
- √ siano pulite (quindi esenti da polvere, da eventuali residui organici, da tracce di disarmani in pareti di cls. a vista, non vi siano zone di intonaco scrostato o staccato o pitture sfogliantesi).



Interventi per la preparazione dei supporti

Una adeguata preparazione del supporto si rispecchia in un aumento della facilità di posa del sistema, con conseguenti vantaggi di organizzazione del cantiere e in una migliore realizzazione finale. L'operazione risulta ovviamente molto diversificata e dipende sia dal tipo di supporto sia dal tipo di materiale previsto dal sistema per la posa in opera.

Supporti nuovi

Nel caso di edifici di nuova costruzione ricordiamo alcune cautele fondamentali:

- √ il supporto deve essere pulito, spolverato, e non deve presentare alcuna irregolarità importante sulla sua superficie, dove con questo termine si intendono irregolarità superiori a 7 mm;

- √ nel caso di pannelli o murature in calcestruzzo armato occorre attendere da un mese a 45 giorni dalla gettata del calcestruzzo prima di poter spatolare il collante per la posa dei pannelli isolanti;
- √ può essere consigliabile accertarsi che sulle pareti molto lisce o con parecchie irregolarità il collante abbia effettivamente aderito;
- √ nel caso si sia riscontrata la presenza di tracce di disarmante sulle superfici in cls a faccia a vista occorre procedere alla loro eliminazione mediante, ad esempio, idrolavaggio a pressione (120 atm) ed acqua calda con eventualmente l'aggiunta di diluenti.

Edifici esistenti

La preparazione del supporto di posa nel caso di edifici esistenti diventa una operazione sicuramente molto importante, con alcune attività che devono essere effettuate per qualsiasi tipologia di supporto ed altre che invece dipendono dalla sua natura.

Nel seguito si riporta un elenco di tali attività:

- √ per tutte le patologie di supporto, le crepe di una certa rilevanza devono essere eliminate mediante stuccatura per regolarizzare il più possibile il piano di posa;
- √ se il supporto consiste in una superficie di calcestruzzo a faccia a vista, la preparazione del supporto si effettua come per il caso di nuove costruzioni.

Se il calcestruzzo risulta particolarmente rovinato (affioramento dei ferri di armatura con disgregazione locale del materiale, ecc.) allora si rende necessario un preventivo intervento di ripristino della superficie con apposite malte speciali.

- √ Per pareti rivestite con malta di leganti idraulici (intonaco di calce e cemento) non ricoperta da pitture il rivestimento deve essere prima spazzolato e lavato accuratamente a pressione e, successivamente, controllato per tutta la superficie e picconato dove presenta delle crepe che devono essere stuccate.

La superficie deve essere infine lavata. Se l'intonaco è in cattivo stato di conservazione si deve procedere alla rimozione delle parti ammalorate in fase di distacco, e in seguito, si deve ripristinare la planarità della superficie con intonaco rustico;

- √ nel caso di pareti rivestite con malta di leganti idraulici (intonaco di calce e cemento) e ricoperte da vecchie pitture parzialmente scrostate si deve spazzolare e lavare con idropulitrice a pressione e acqua calda fino alla totale asportazione della tinta esistente. Se la pittura è in buono stato di conservazione si può trattare la superficie con un apposito fissante ed effettuare una prova di aderenza. Comunque, in tali casi è assoluta buona norma coadiuvare il fissaggio dei pannelli con l'utilizzo di tasselli.

- √ Nel caso di rivestimenti in piastrelle tipo grès, klinker, ceramica o pasta di vetro il rivestimento deve essere sondato per tutta la superficie al fine di individuare eventuali parti che suonino "vuote" e che devono essere rimosse e successivamente riempite con l'aiuto di malta cementizia. In seguito si devono abrasivare con sabbatrice o idrosabbatrice le superfici smaltate o vetrose del rivestimento per renderle leggermente porose e facilitare l'aggrappaggio del collante. Anche in tali casi è assoluta buona norma coadiuvare il fissaggio dei pannelli con l'utilizzo di tasselli.

7. Ciclo applicativo del sistema

Strato isolante

In questa sede lo strato isolante viene considerato insieme allo strato di incollaggio in considerazione del fatto che la loro posa avviene, di fatto, nello stesso istante.

Malta adesiva

La malta che viene utilizzata per l'incollaggio dei pannelli al supporto è solitamente costituita da:

- un prodotto in pasta pronto all'uso o da additivare in cantiere con legante idraulico,
 - (oppure) da un prodotto in polvere da additivare con sostanze in fase acquosa con acqua
- queste malte vengono fornite dal produttore del sistema, e la miscela deve essere sempre preparata seguendo scrupolosamente le specifiche indicazioni fornite dal produttore del sistema isolante in tema di dosaggio dei componenti.

La miscelazione deve essere eseguita con un miscelatore meccanico, preferibilmente ad azionamento elettrico, al fine di ottenere un prodotto omogeneo, senza grumi, bolle d'aria inglobata e senza zone secche. Dopo la miscelazione il prodotto ottenuto deve essere lasciato a riposo per un tempo limite in cui mantiene attiva la sua capacità. Prima dell'utilizzo vero e proprio è sempre opportuno, in special modo se il prodotto è stato preparato molto tempo prima della posa, verificare la presenza di parti secche o già indurite che devono essere eliminate dall'impasto.



Il prodotto così ottenuto viene applicato direttamente sulla superficie dei pannelli isolanti secondo differenti modalità:

- *per esteso*: in questo caso lo strato di malta adesiva viene steso su tutta la superficie del pannello isolante per mezzo di una spatola dentata. E' opportuno eliminare il collante dai bordi del pannello per una distanza di circa 2 cm. per evitare il defluire della malta stessa nei giunti dei pannelli e la conseguente formazione di piccoli ma significativi ponti termici locali. L'incollaggio per esteso risulta particolarmente adatto quando si opera su supporti che presentano una sicura planarità;



- *strisce*: la malta viene applicata al pannello isolante in maniera tale da formare strisce di qualche centimetro di larghezza parallele ai bordi del pannello, e da questi distanziate di circa 2 cm., e posizionate anche al centro del pannello. E' consigliabile interrompere la continuità delle strisce sul contorno al fine di evitare un possibile "effetto ventosa" durante le operazioni di posa pannello. Questa tipologia di incollaggio è consigliata in presenza di supporti con piccole irregolarità che possono essere compensate con questo sistema:



- *per punti*: questo tipo di incollaggio, che presenta le stesse caratteristiche di quello a strisce per quanto riguarda la capacità di compensare piccole carenze di planarità del supporto, si effettua posizionando sulla superficie del pannello una serie di placche di diametro pari a circa 8 cm. Le placche devono essere posizionate in numero di 14-16 per ogni pannello.



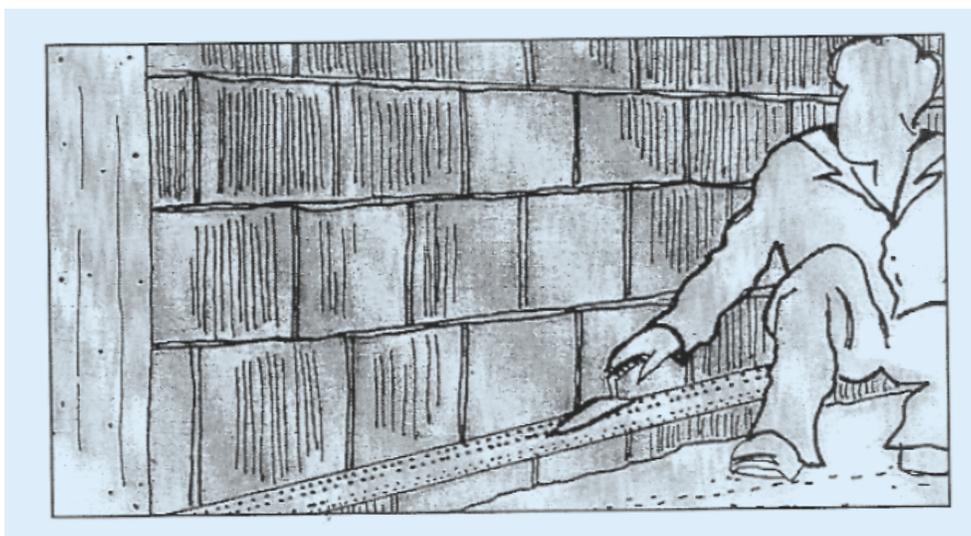
In generale, per qualsiasi tipo di incollaggio adottato, occorre adottare alcune precauzioni come:

- non applicare mai la malta sul contorno del pannello per evitare problemi di insufficiente accostamento dei pannelli;
- osservare sempre scrupolosamente il quantitativo di collante previsto dal produttore del sistema ed espresso in Kg/m².

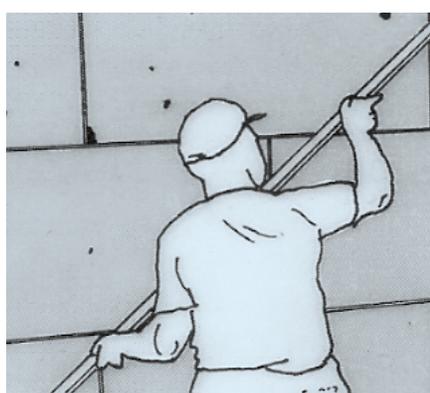
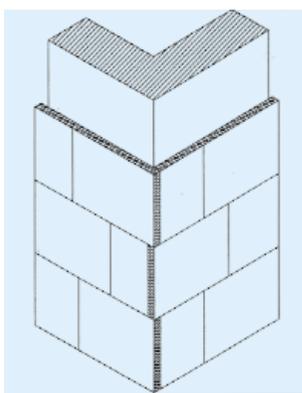
Pannelli isolanti

Il materiale isolante deve presentarsi in forma di pannello con superfici regolari e con adeguate caratteristiche di resistenza meccanica. I materiali più comunemente utilizzati sono: polistirene espanso sinterizzato (EPS), polistirene espanso estruso (EPX), lana di vetro, lana di roccia, sughero. Le caratteristiche del materiale scelto devono essere valutate in funzione delle prestazioni che deve fornire e che sono, ovviamente, quelle di risparmio energetico, di sicurezza in caso di incendio, di non nocività. Le caratteristiche proprie dei materiali isolanti devono essere dichiarate dal produttore e conformi al capitolato del cappotto, e comunque devono corrispondere alle normative UNI vigenti per ogni singolo materiale.

Dal punto di vista operativo occorre sempre seguire le indicazioni del produttore del sistema per quanto riguarda il corretto stoccaggio in cantiere del materiale proteggendolo dalle intemperie e da eventuali danneggiamenti meccanici. La posa dei pannelli, da effettuare sempre dal basso verso l'alto, deve essere preceduta dal posizionamento di un apposito elemento di supporto o "profilo di partenza" da posizionare in bolla con tasselli ad espansione.



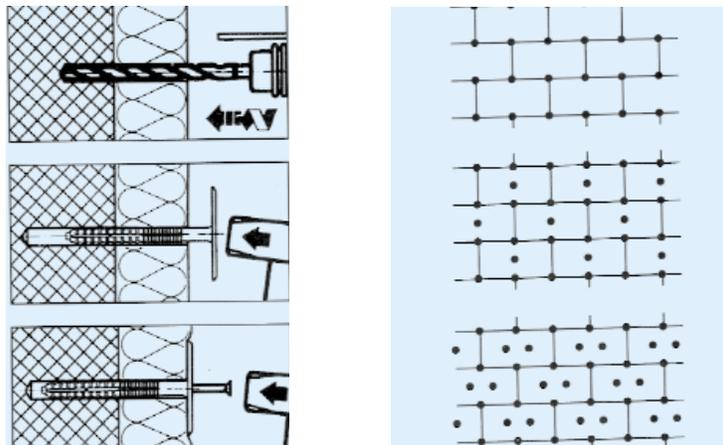
I pannelli vanno applicati subito dopo aver posizionato il collante e devono essere attaccati al supporto mantenendo il lato lungo del pannello stesso in posizione orizzontale. La posa va effettuata a giunti verticali sfalsati (come per le murature di mattoni) e i pannelli devono essere compressi al supporto mediante un frattazzo evitando di utilizzare direttamente le mani per questa operazione. E' opportuno controllare con una certa frequenza la planarità del sistema durante la posa, e per tale operazione si può utilizzare una staggia. La posa deve essere effettuata in maniera tale da evitare la presenza di fessure tra i giunti. Eventuali aperture vanno chiuse con pezzi di isolante opportunamente sagomati. E' fondamentale che tra pannello e pannello non ci siano dislivelli $\geq 0,5$ mm. nel caso si dovrà operare con raschiatura per ripianare il dislivello stesso.



Tasselli

In aggiunta, ma non in alternativa all'incollaggio, può essere previsto un fissaggio meccanico dei pannelli con appositi tasselli costituiti da un disco e da un gambo. Il disco ha la funzione di pressare l'isolante contro il supporto senza danneggiarlo per punzonamento mentre il gambo è l'elemento che deve garantire la presa al supporto. L'utilizzo dei tasselli dipende in linea di massima dal tipo di sistema adottato ma si può rendere particolarmente utile in presenza di supporti che presentano in superficie uno strato di rivestimento in cattive condizioni sul supporto "strutturale"; in questo caso la tassellatura aggiuntiva permette di evitare possibili sfaldamenti tra lo strato strutturale e il rivestimento esistente, con conseguenti danneggiamenti del sistema di isolamento a cappotto. Per quanto riguarda il tempo di posa della tassellatura è necessario attenersi

alle specifiche del sistema adottato che devono essere fornite dal produttore: si può andare da una attesa di 24 ore a una posa immediata in concomitanza con l'incollaggio. Il numero e la tipologia di tasselli dipendono dalle caratteristiche del supporto e da quelle del sistema e ci si deve attenere alle indicazioni del fornitore (comunque devono essere minimo 4 al m²).



I tasselli andranno inseriti in ogni giunto di lastra, ed eventualmente, per rinforzare il fissaggio, aggiungendone 1 o 2 al centro.

Subito dopo la posa dei pannelli, e prima della realizzazione dello strato di rasatura, si devono applicare gli elementi di rinforzo in corrispondenza degli spigoli; questi elementi (metallici) non devono essere applicati mediante tasselli o chiodi ma devono essere incollati all'isolante utilizzando la malta adesiva, premendoli contro lo spigolo e facendo defluire l'adesivo in eccesso all'esterno, attraverso i fori già predisposti nel profilo.

Strato di rasatura (o strato di intonaco sottile armato)

Lo strato di rasatura è costituito sostanzialmente da due elementi fondamentali:

- √ *la malta rasante*; applicata in una o più riprese è il prodotto che deve proteggere il pannello isolante dalle azioni atmosferiche e, in associazione con la rete di armatura, deve realizzare uno strato monolitico per resistere alle azioni meccaniche che agiscono sul sistema (urti, vento, movimenti di origine termica)
- √ *la rete di armatura*; deve assorbire e distribuire le sollecitazioni provocate dal ritiro della malta rasante durante l'essiccazione e le sollecitazioni trasmesse dall'isolante alla malta indurita in conseguenza di movimenti provocati da variazioni di temperatura e di umidità. La ripartizione delle sollecitazioni su tutta la superficie della malta evita la concentrazione degli sforzi e la conseguente formazione di fessurazioni.

La malta rasante viene fornita dal produttore del sistema che indica anche le modalità da seguire per una corretta preparazione del prodotto e per la sua messa in opera. In linea generale le malte rasanti vengono classificate in due categorie:

- √ prodotti in pasta pronti all'uso da additivare in cantiere con legante idraulico;
- √ prodotti in polvere da additivare con sostanze in fase acquosa o con acqua.

Spesso la malta di rasatura coincide con lo stesso prodotto utilizzato per l'incollaggio dei pannelli e, di conseguenza, per la sua preparazione vale quanto già detto per lo strato di incollaggio. L'applicazione della malta di rasatura deve essere effettuata solo dopo la completa asciugatura dello strato di collante, si deve quindi verificare tale situazione soprattutto in caso di periodi di posa freschi e umidi; il tempo da lasciare tra la posa dei pannelli e la rasatura può quindi variare mediamente da un minimo di due ad un massimo di dieci giorni.

La malta rasante viene applicata con una spatola liscia in acciaio per uno spessore uniforme di circa 2 mm. seguendo le indicazioni fornite dal produttore del sistema (kg di malta al m² di

parete). Dopo la formazione dello strato (omogeneo e uniforme) di malta rasante si procederà alla posa della rete di armatura che viene annegata nello strato di malta in maniera completa fino alla sua scomparsa; in questa fase non deve essere asportato alcun quantitativo di rasatura ma si deve eventualmente procedere ad una sua uniforme redistribuzione sulla superficie.



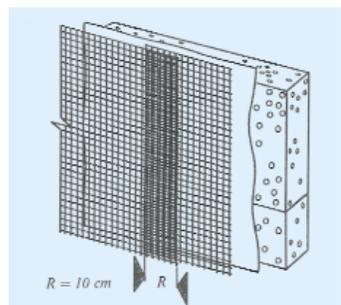
L'armatura, che viene annegata nello strato di rasatura è generalmente costituita da una rete di vetro a maglia quadrata e può essere:

- √ *armatura normale*: rete in filo di vetro del peso superficiale di circa 150 g/m^2 . Questa armatura viene utilizzata normalmente per le parti della facciata che non sono soggette a azioni meccaniche particolari.
- √ *armatura rinforzata*: rete di vetro semirigida del peso di circa 300 g/m^2 che viene utilizzata in situazioni di utilizzo gravose (ad esempio un basamento di un fabbricato in prossimità di una zona a traffico veicolare) in cui è richiesta una prestazione di resistenza meccanica del sistema superiore al normale.

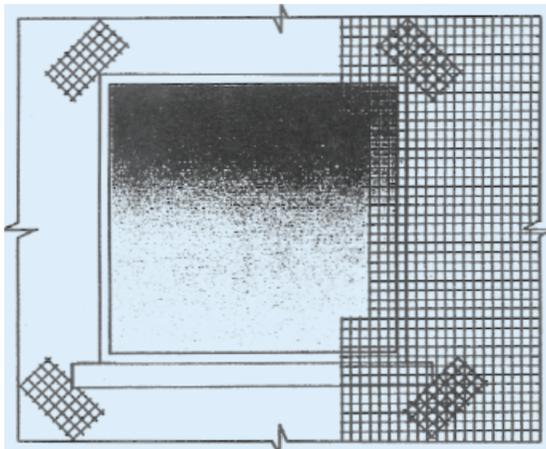
L'armatura normale, che è commercializzata in forma di rotoli, viene posata in verticale annegandola con l'ausilio di una spatola e prevedendo un sormonto tra le strisce adiacenti di almeno 10 cm; è importante in questa fase che la rete sia posata con attenzione e cura, al fine di evitare la formazione di bolle o pieghe che non devono essere assolutamente eliminate ricorrendo al taglio della rete stessa.



In corrispondenza degli spigoli la rete non deve essere tagliata ma si deve prevedere un risvolto con una sovrapposizione di almeno 10 cm. (solo utilizzando l'armatura rinforzata semirigida è consentita la posa a "spigolo vivo" dell'armatura).



In corrispondenza delle aperture delle finestre si deve prevedere un rinforzo aggiuntivo dell'armatura posizionando dei pezzi di rete (dimensioni di circa 35x20 cm) in direzione obliqua rispetto alle aperture al fine di evitare la formazione di fessurazioni in corrispondenza degli spigoli dove si concentrano gli sforzi del sistema.



Per i basamenti che non siano adiacenti a zone di traffico o soggetti ad azioni meccaniche particolari (ad esempio nel caso di villette) al posto dell'armatura rinforzata si può prevedere la posa di un doppio strato di armatura normale.

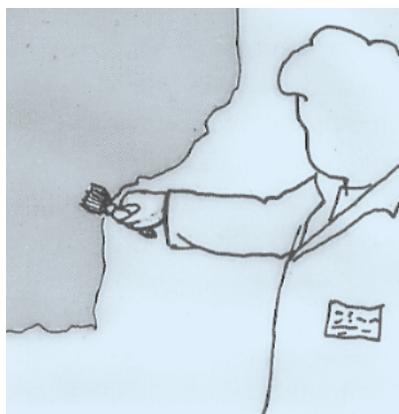
Dopo aver terminato la fase di posa della rete di armatura e prima che la malta di rasatura si asciughi, può essere realizzato, qualora le condizioni lo rendessero necessario, un ulteriore strato di rasatura per regolarizzare la superficie e renderla il più possibile liscia.

Strato di finitura

La realizzazione dello strato di finitura rappresenta la fase finale del lavoro ed è, soprattutto, la fase che contribuisce a rendere il sistema resistente agli agenti atmosferici (vento, sole, acqua, ...) e gradevole all'aspetto (colore, brillantezza).

Occorre però che lo strato di rasatura sia completamente asciutto prima di iniziare la finitura; il periodo di asciugatura del sottofondo può durare da alcuni giorni a diverse settimane.

Prima della posa del rivestimento finale può essere necessario, se espressamente richiesto dalle modalità di realizzazione del sistema, applicare uno strato di pittura o vernice di fondo (primer) la cui funzione essenziale è quella di garantire una adeguata adesione del rivestimento di finitura allo strato sottile di rasatura armata precedentemente realizzato.



L'applicazione dei prodotti di fondo viene effettuata in maniera tradizionale utilizzando attrezzi quali pennello e rullo o mediante applicazione a spruzzo rispettando le indicazioni del produttore del sistema sia per i tempi sia per le quantità da utilizzare al metro quadrato.



Per la realizzazione dello strato di finitura si utilizza solitamente l'applicazione a spatola in ragione della migliore capacità di eliminare e compensare eventuali difetti di regolarità dello strato di rasatura. Anche per questo strato risulta di fondamentale importanza il pieno rispetto delle indicazioni e istruzioni fornite dalla scheda tecnica del sistema sia per quanto riguarda i tempi, sia per quanto riguarda i metodi e le quantità da utilizzare; il rispetto delle indicazioni permetterà di assicurare in maniera completa tutte le importanti prestazioni che il sistema è in grado di fornire. In accordo con il progettista e la direzione dei lavori deve essere effettuata la scelta della tonalità di colore da utilizzare per la finitura; questa scelta per il sistema di isolamento a cappotto risulta molto importante non solo, come solitamente si pensa, dal punto di vista estetico ma soprattutto dal punto di vista funzionale.

L'irraggiamento solare durante la stagione estiva può infatti portare, se il colore della superficie è molto scuro, al raggiungimento di temperature superficiali molto elevate, dell'ordine dei 70°C; il calore assorbito dalla superficie scura infatti non viene trasmesso all'interno della parete proprio per la presenza dello strato isolante a diretto contatto e, di conseguenza, la superficie dell'intonaco raggiunge temperature molto elevate.

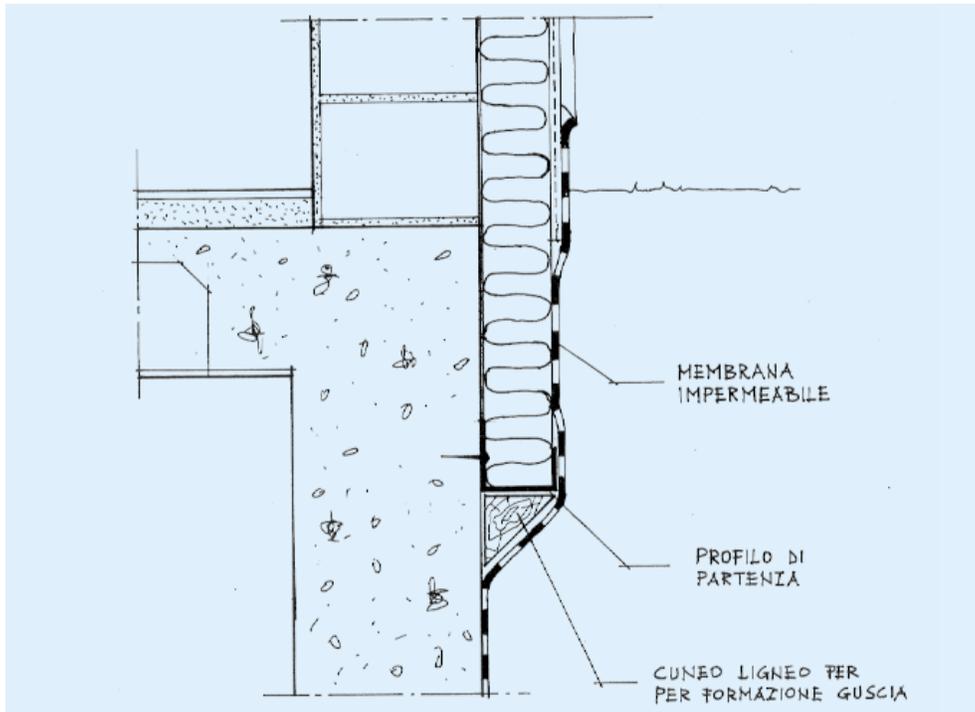
Per evitare il raggiungimento di temperature superficiali troppo elevate, che potrebbero danneggiare la funzionalità dell'isolante e del suo rivestimento esterno, si consiglia dunque di adottare su superfici esposte al sole dei colori sufficientemente chiari.

Si consiglia inoltre di evitare, sempre su superfici particolarmente esposte al sole, i forti contrasti dovuti all'accostamento di colori chiari vicino a colori molto scuri poiché le differenti temperature superficiali che si raggiungerebbero in zone adiacenti porterebbero a movimenti differenziali di origine termica molto accentuati con la formazione di numerose fessure.

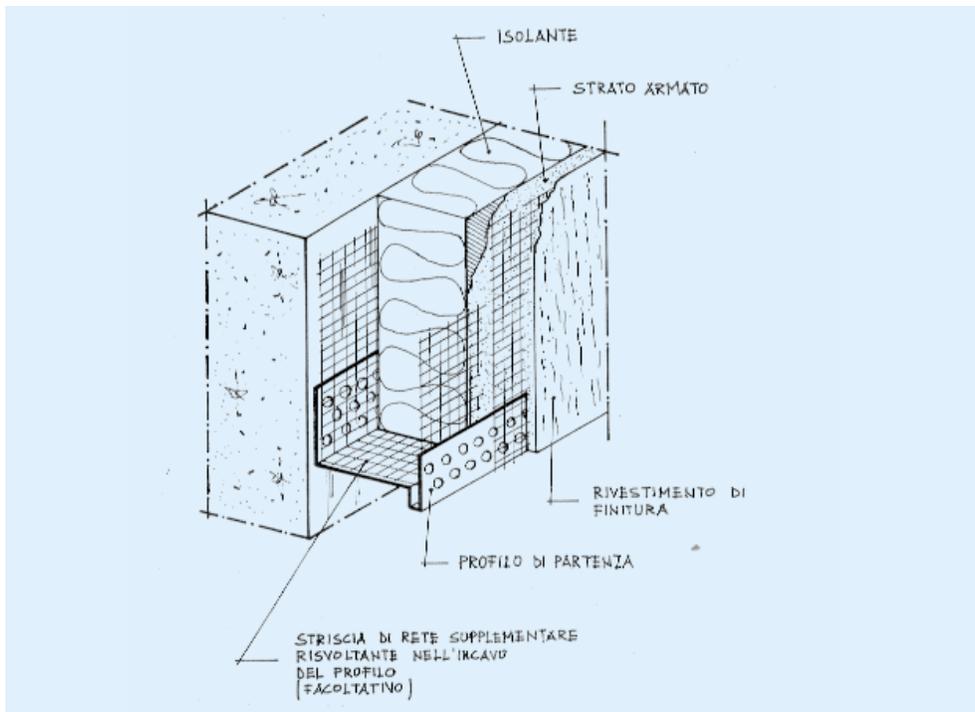
8. Sigillature e profili di protezione

Al fine di impedire il passaggio di acqua meteorica, aria o polvere nei giunti di interconnessione tra il sistema a cappotto a altre parti o elementi dell'edificio si dovrà provvedere alla "protezione" con manufatti metallici (alluminio preverniciato o acciaio inox) o con opportuni sigillanti (siliconici o acrilici).

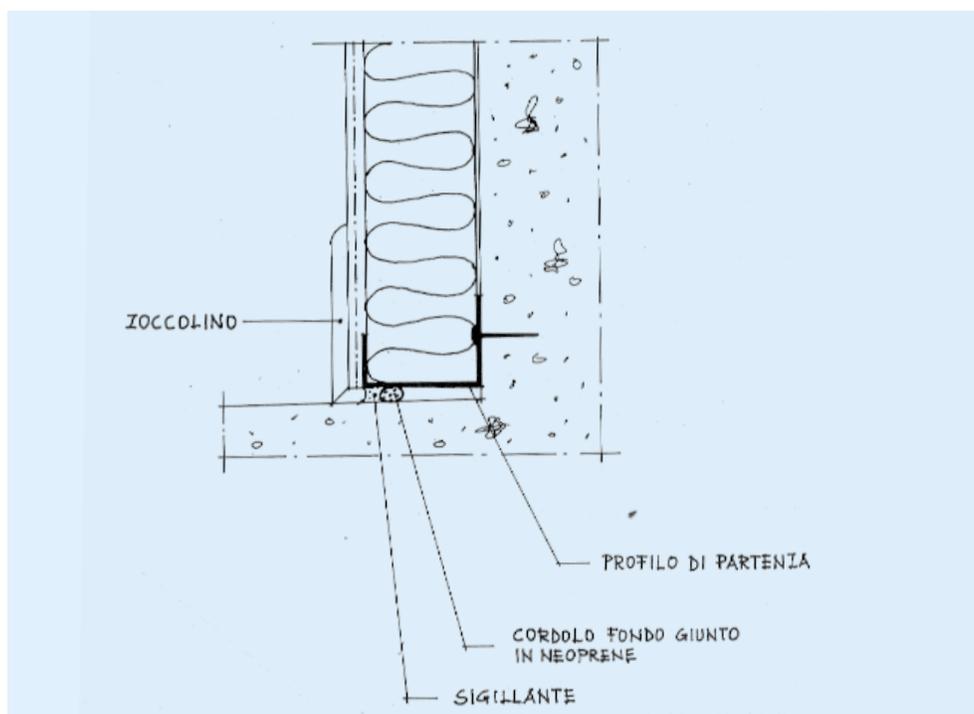
Vengono di seguito riportati alcuni schemi di queste particolari situazioni con le relative soluzioni applicative.



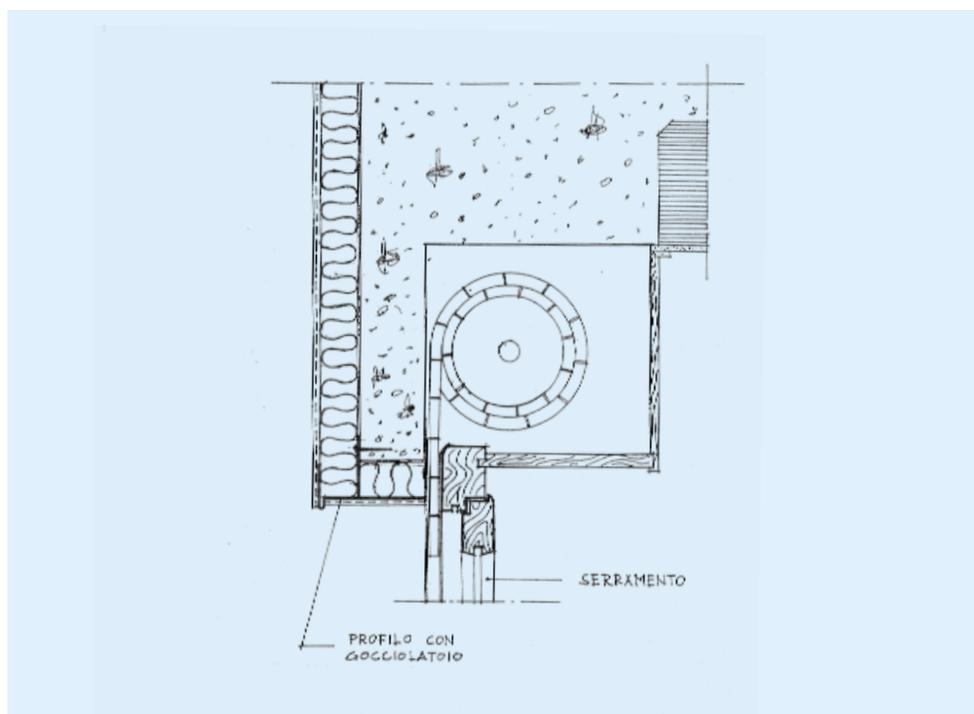
Isolamento interrato: sezione verticale



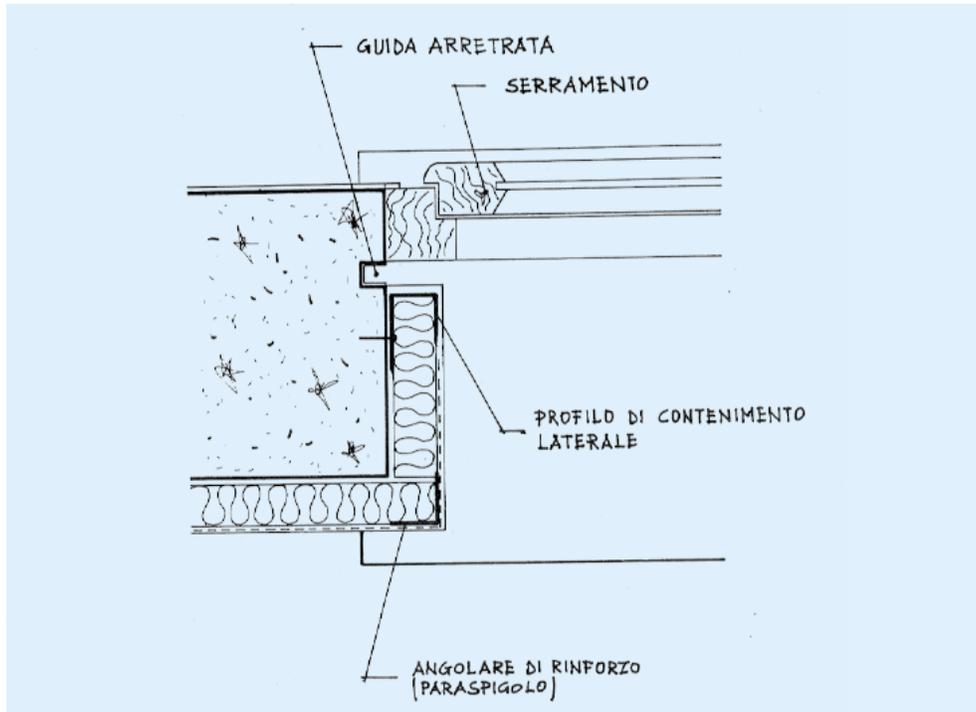
Profilo di partenza: assonometria



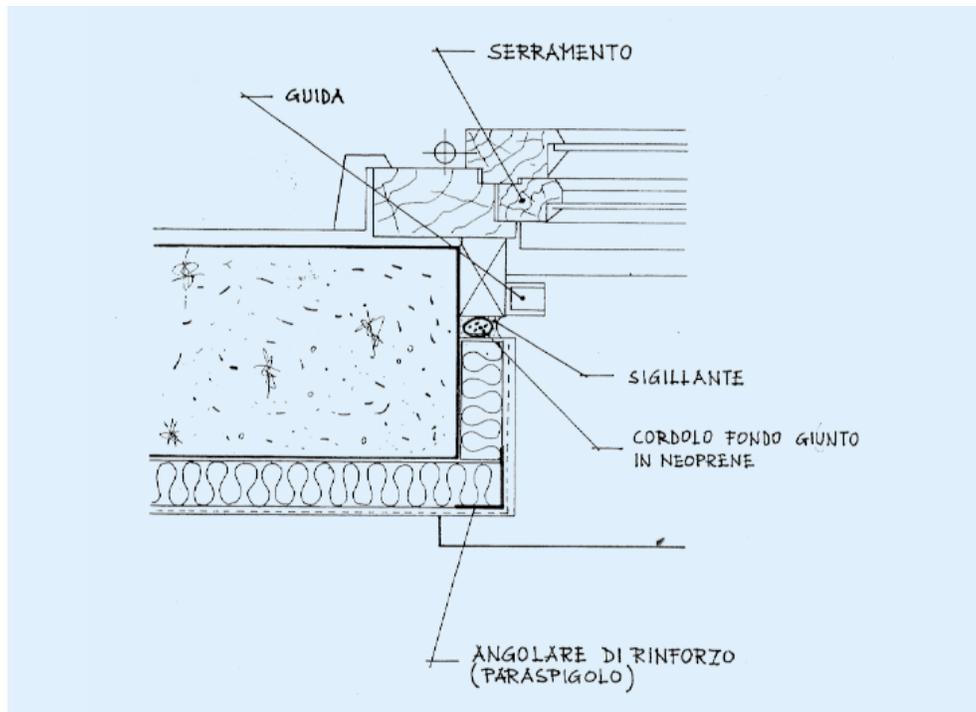
Zoccolatura su balconi: sezione verticale



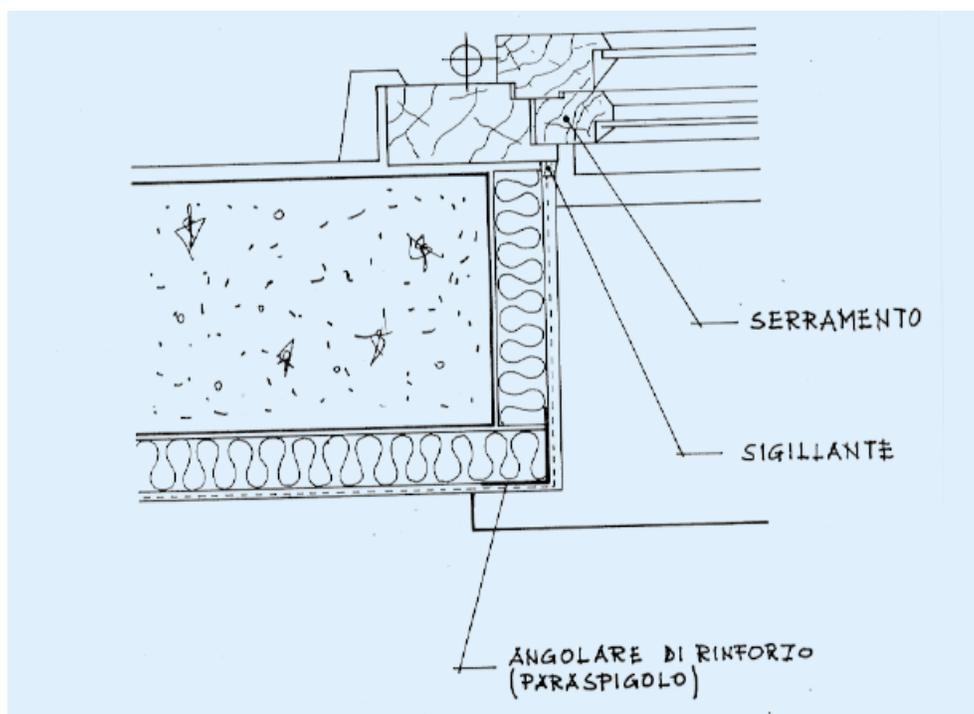
Cassonetto con voltino isolato: sezione verticale



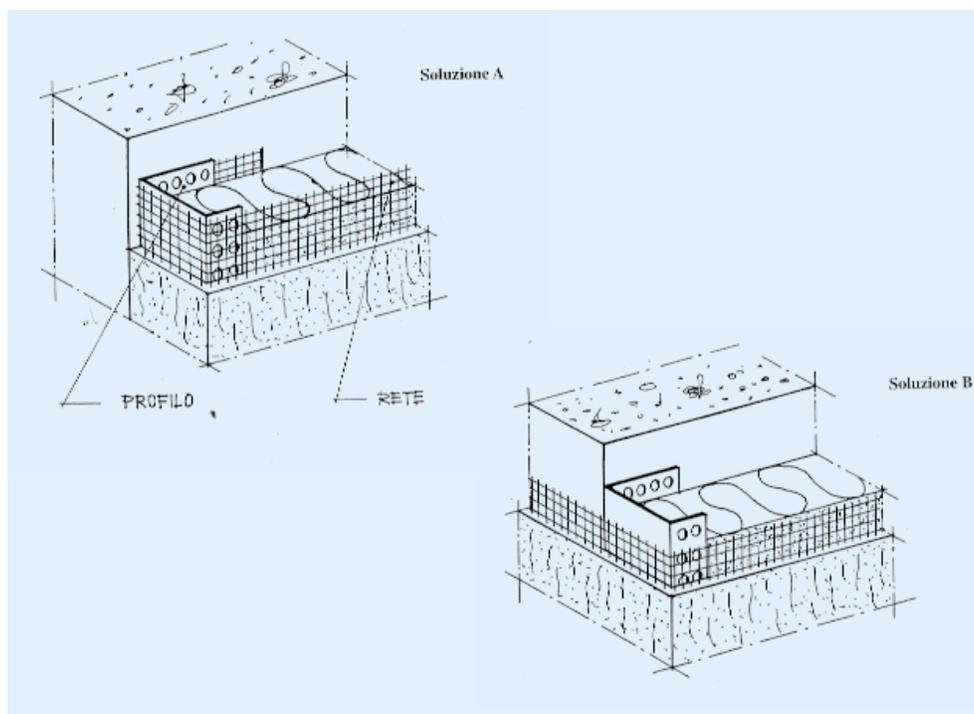
Spalla finestra con guida scorrimento avvolgibile arretrata: sezione orizzontale



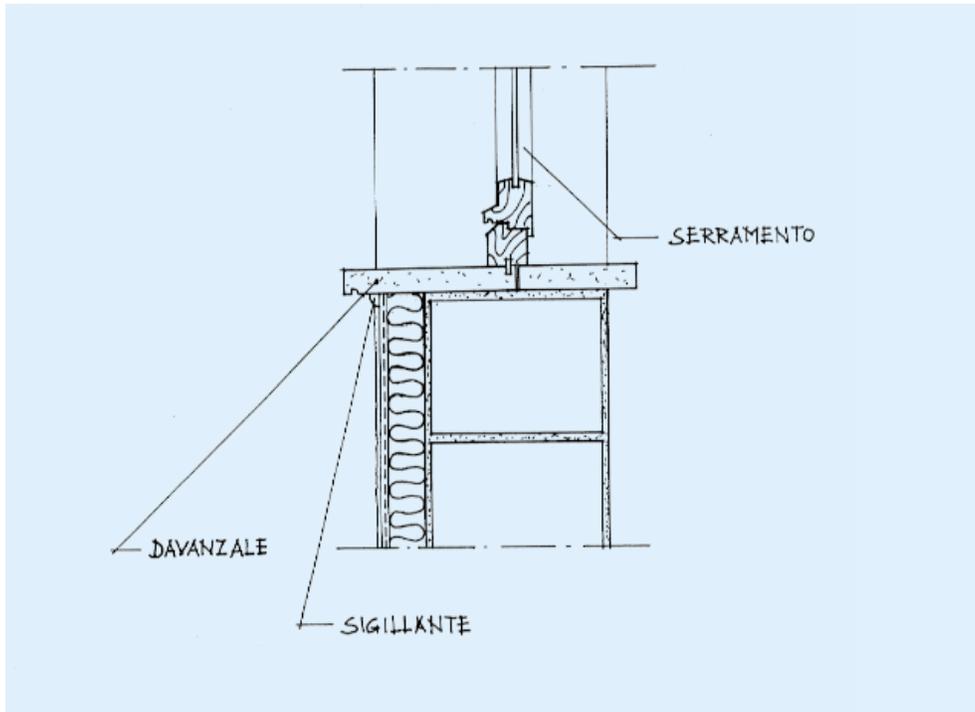
Spalla finestra con guida scorrimento avvolgibile avanzata: sezione orizzontale



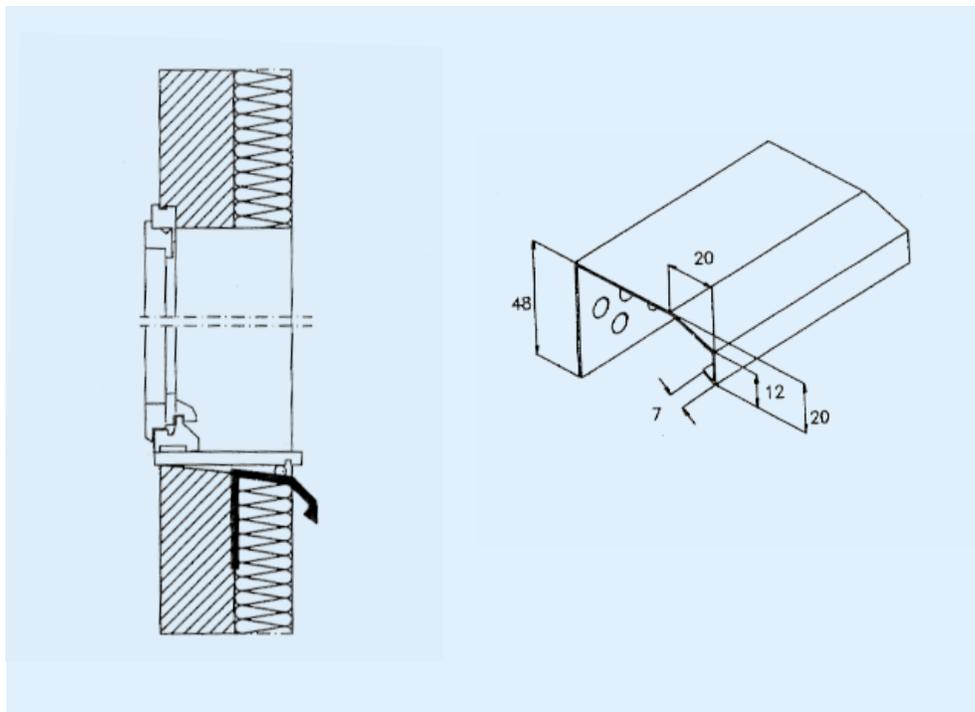
Spalla finestra senza guida scorrimento: sezione orizzontale



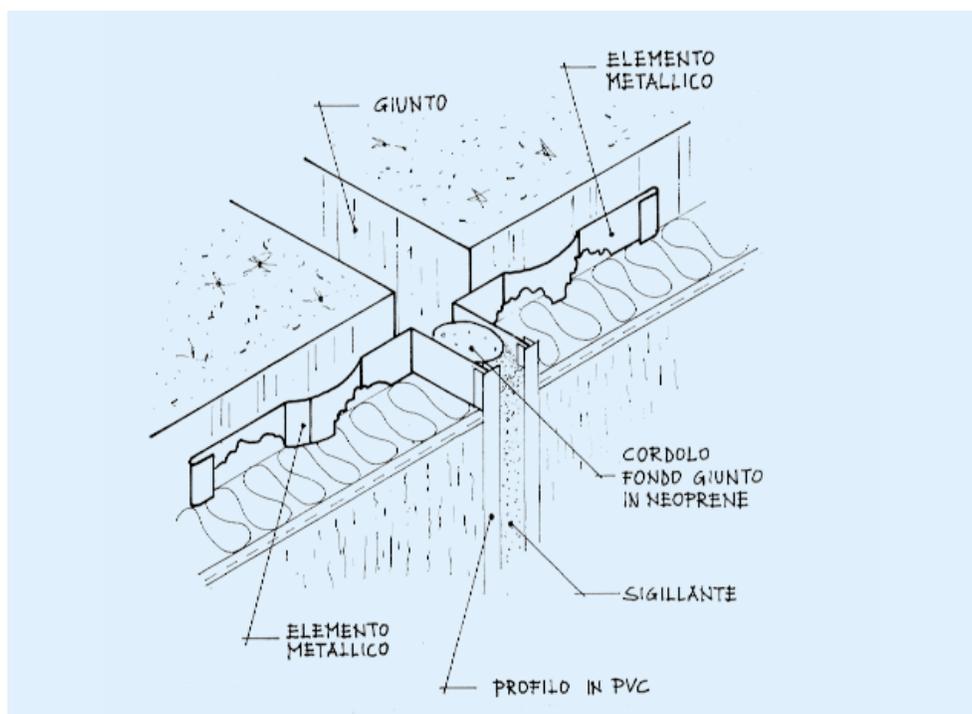
Profilo contenimento laterale vano finestra: assonometrie



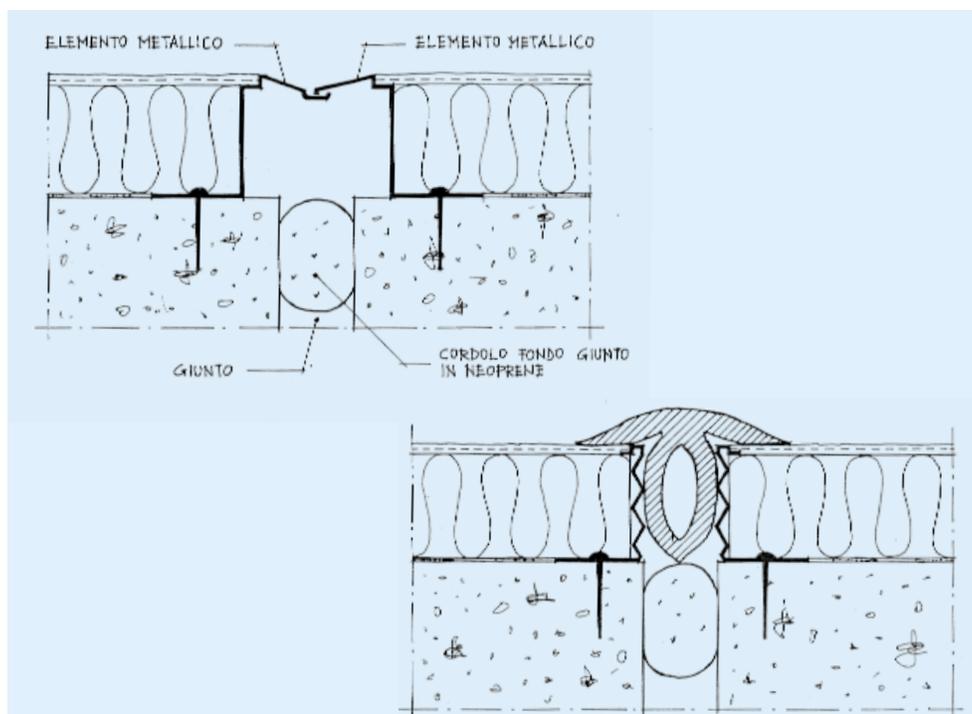
Davanzale finestra: sezione verticale



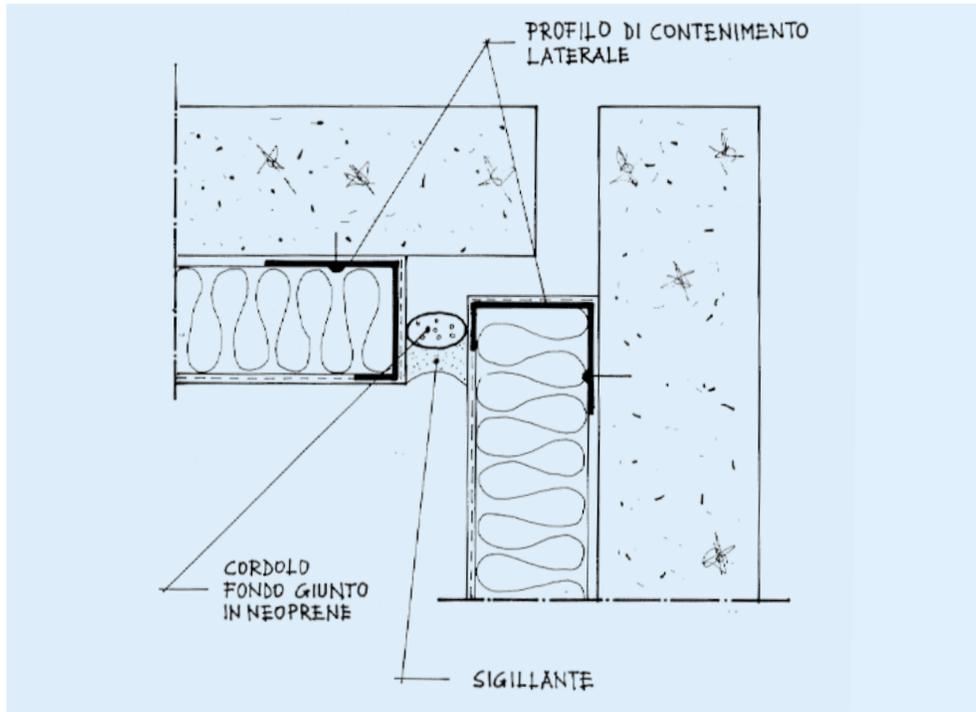
Davanzale finestra con scatolato protettivo: sezione verticale



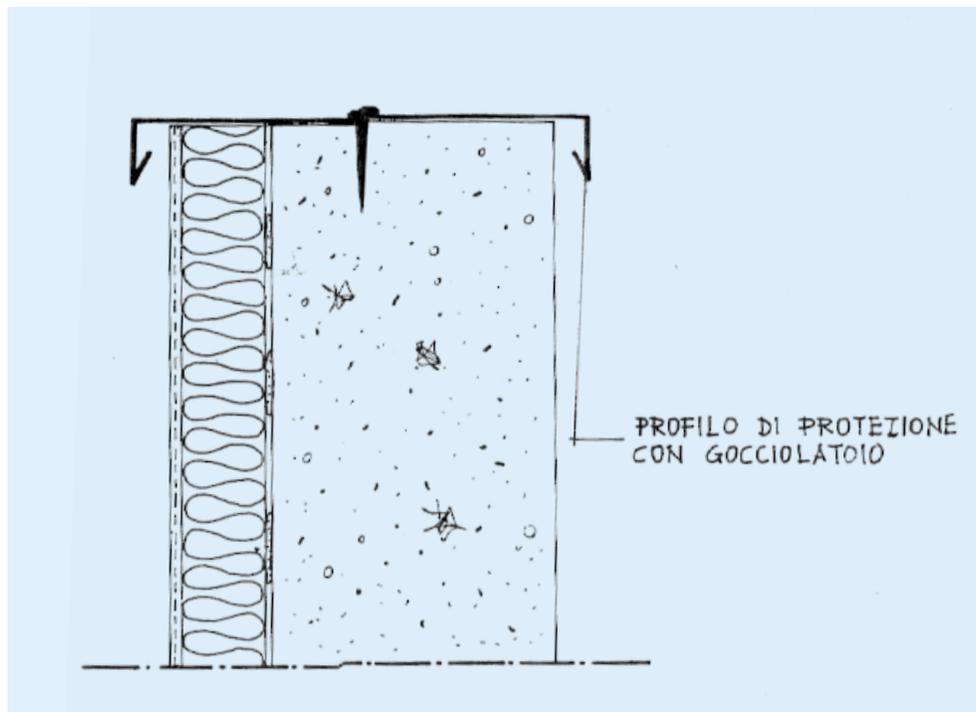
Giunto di dilatazione con profilo composito: assonometria



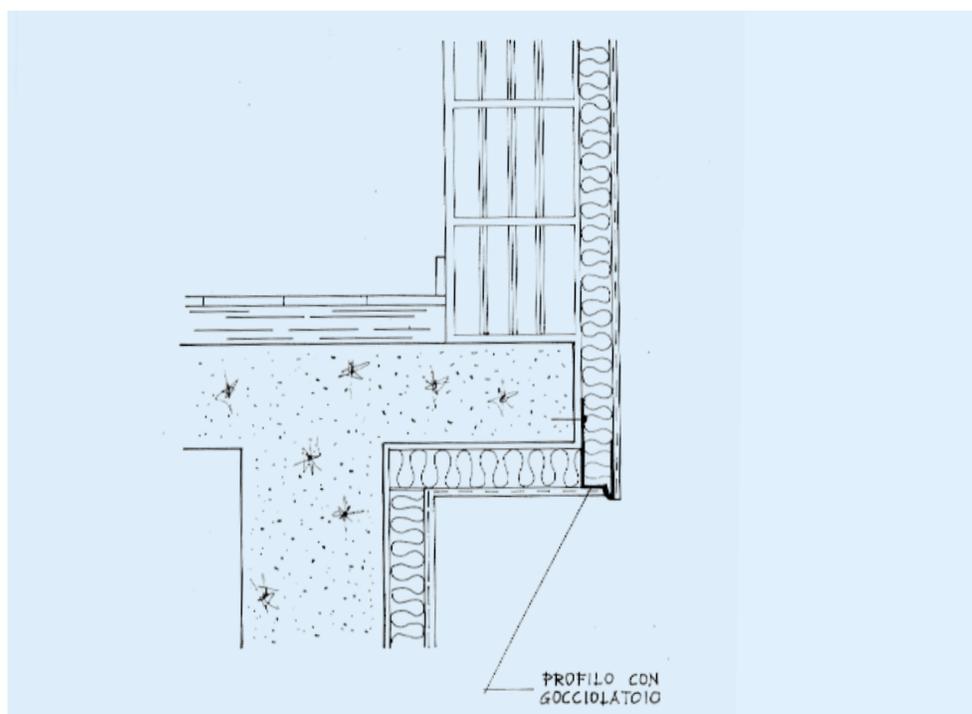
Giunto di dilatazione con profilo metallico, giunto di dilatazione con profilo elasto plastico: sezioni orizzontali



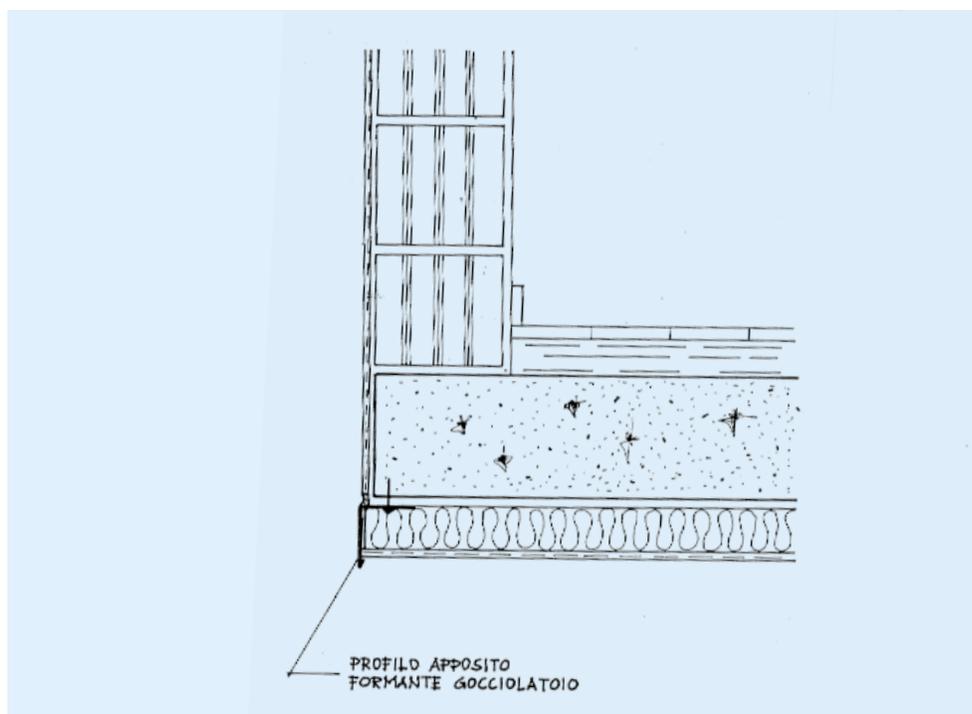
Giunto di dilatazione d'angolo: sezione orizzontale



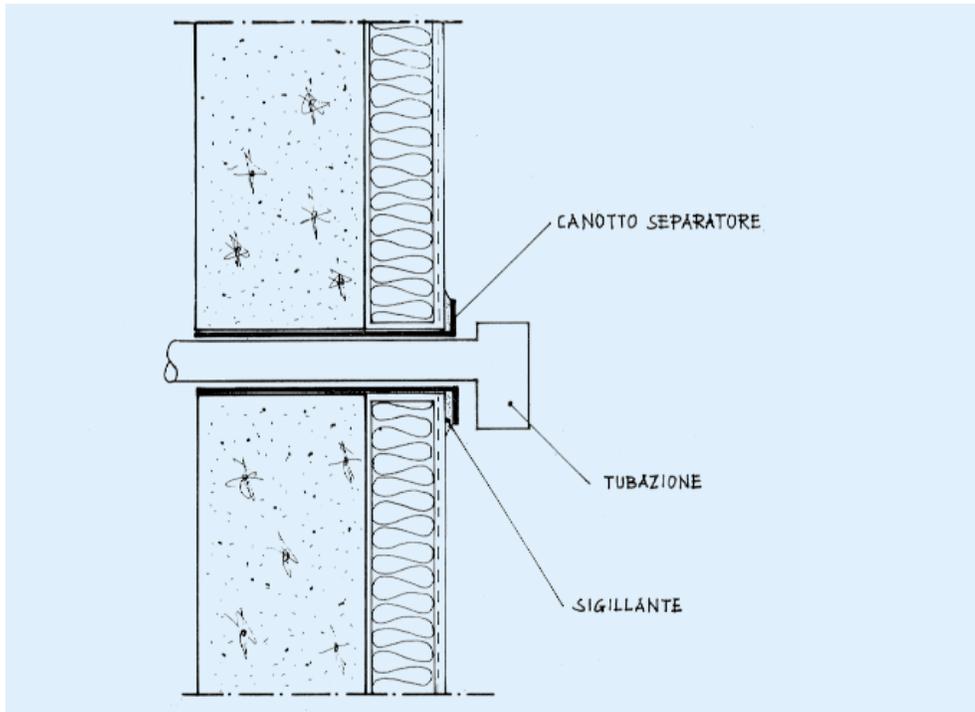
Testata parapetti e muri di contenimento: sezione orizzontale



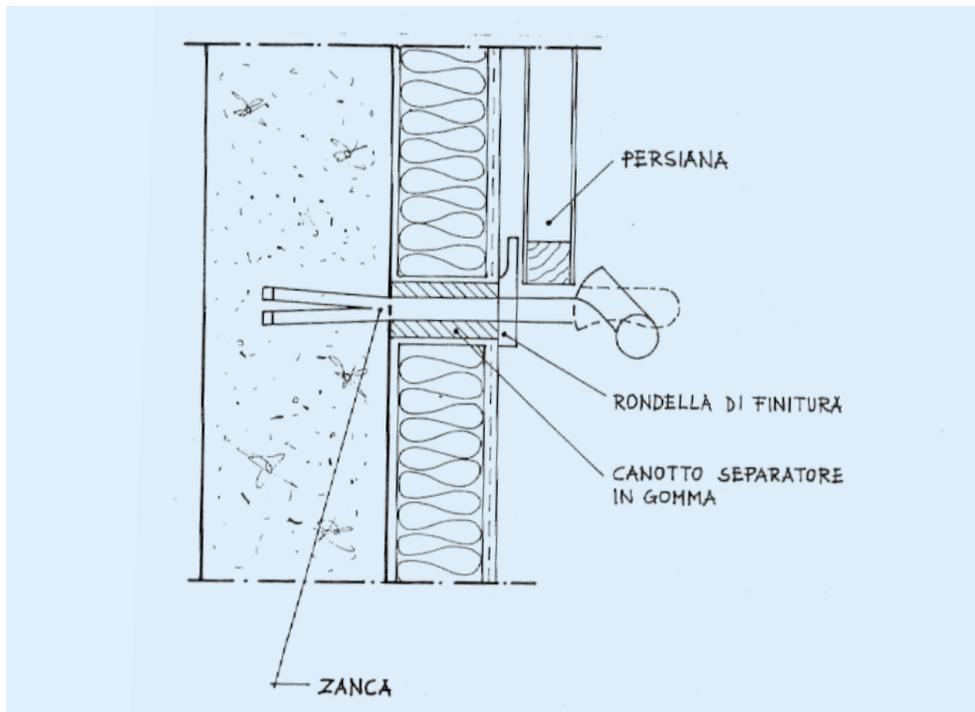
Piano piloty: sezione verticale



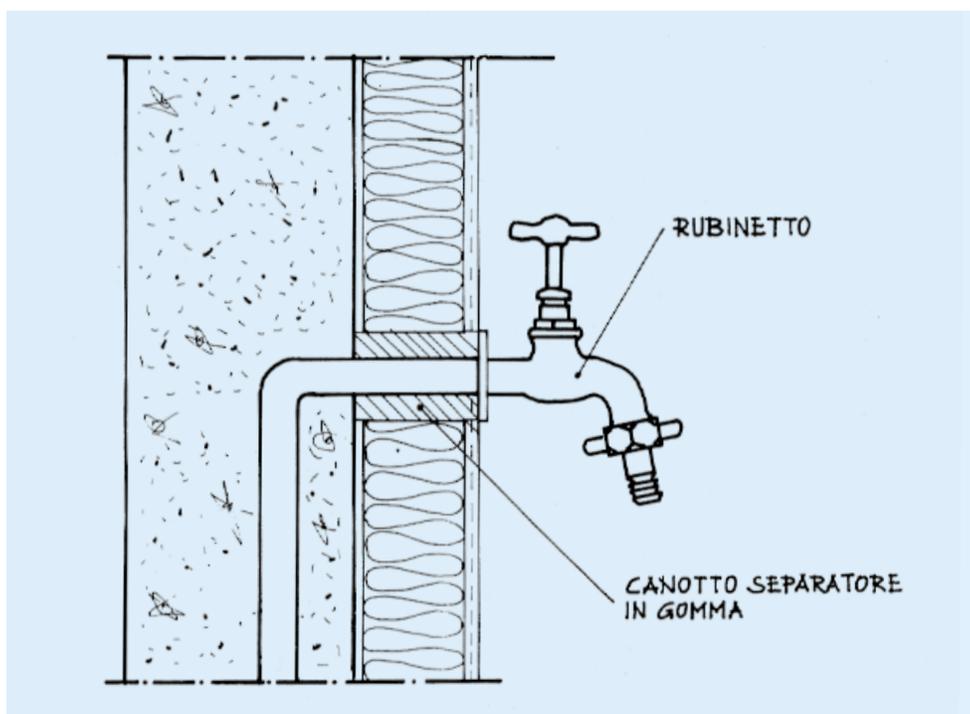
Piano piloty: isolamento del solo plafone sezione verticale



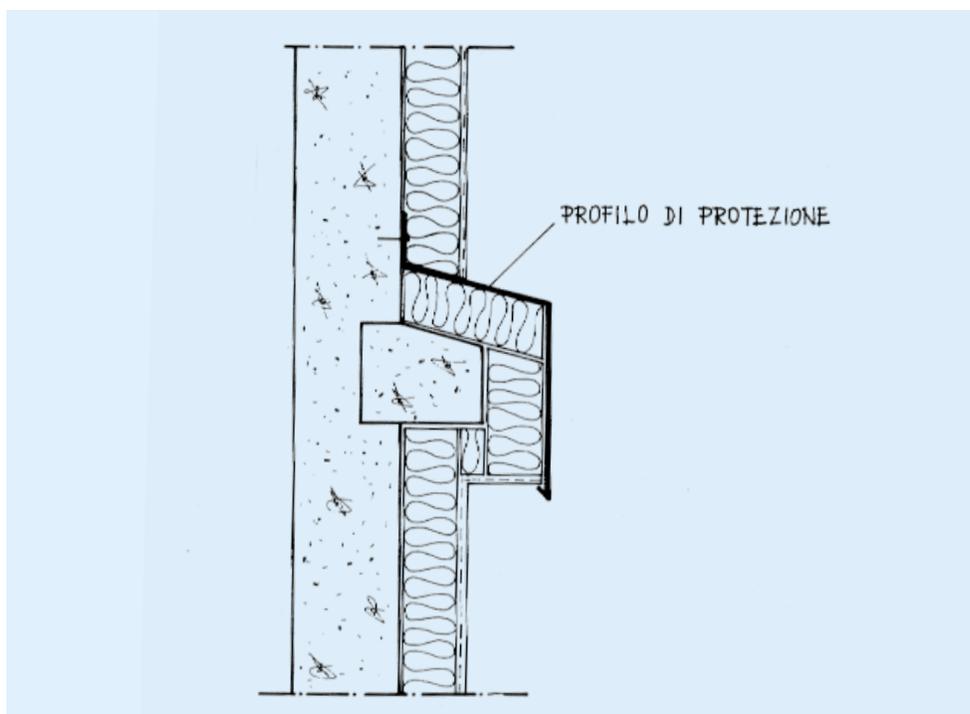
Preso d'aria con tubazione: sezione verticale



Battente (ferma-persiane): sezione verticale



Rubinetto: sezione verticale



Fascia marcapiano: sezione verticale

Isolamento termico dall'esterno a intonaco sottile con polistirene espanso sinterizzato (EPS)

Posa di elemento prefabbricato profilato¹, con funzione di allineamento e contenimento del sistema isolante, perimetralmente al P.T. dell'edificio, alle pareti e/o sfondati di balconi e logge, fissato a filo pavimentazione, per mezzo di tasselli ad espansione. Fornitura e messa in opera di profilato pressopiegato, dalle stesse caratteristiche del precedente, sviluppo variabile a seconda della destinazione, fissato in corrispondenza di davanzali, contorni finestre, sottogronda, marcapiani, ecc., a protezione del sistema di isolamento. L'isolamento termico verrà realizzato mediante impiego di pannelli in EPS (polistirene espanso sinterizzato) dotate di marchio **IIP-UNI** della dimensione di cm. 100 x 50 x uno spessore variabile da 3 a 12 cm., aventi le seguenti caratteristiche:

densità:	15-20 Kg/m ³ (conforme alle norme UNI 6349)
conducibilità termica x 20 Kg/ m ³ :	0,041 W/mk (UNI 7353)
reazione al fuoco:	classe 1 (UNI 8457I)
resistenza a compress.:	100 KP a (UNI 6350)

L'ancoraggio dei pannelli alle superfici di facciata, posati sfalsati, verrà realizzato mediante stesura di malta adesiva 1 a base di, per cordoli lungo il perimetro della lastra e per punti sulla superficie della lastra, ed inserimento di appositi tasselli ad espansione² su fondi critici. I pannelli isolanti saranno rivestiti in opera con uno strato sottile di intonaco armato costituito da malta rasante, spessore circa 1-2 mm., in cui verrà annegata una rete in filo di vetro, trattata con appretto antialcalino, aventi le seguenti caratteristiche:

armatura: giro inglese

massa areica: ≥ 150 g/m²

resistenza a trazione:

carichi di rottura (daN) e allungamenti (%)

(strisce da 5 cm-vel 10 m/min)

	ordito	trama
tal quale:	≥ 175 daN < 5%	≥ 175 daN < 5%
dopo 30 gg NaOH 5%	≥ 85 daN < 5%	≥ 85 daN < 5%

La posa della rete dovrà essere effettuata curando la sovrapposizione per almeno 10 cm., e di 15 cm. in prossimità degli spigoli, i quali saranno stati precedentemente protetti con paraspigoli in³. Successivamente dovrà essere effettuata una rasatura a completo essiccamento del primo strato di malta, con uno spessore sufficiente a coprire la rete stessa. Lo strato di finitura sarà costituito da uno strato continuo di rivestimento murale a base di spessore finito c.a. mm, applicato a spatola sulla malta asciugata⁴, previa eventuale stesura di una mano di fissativo. Giunti di dilatazione e raccordi verranno protetti mediante utilizzo di sigillante di tipo ad elasticità permanente⁵. Le applicazioni saranno eseguite su superfici perfettamente asciutte, con temperatura ambiente e quella delle superfici, compresa tra i + 5°C e + 30°C e quando lo strato igrometrico non supererà l'80% di U.S.

Tutto il sistema di isolamento sarà certificato da dichiarazione di idoneità rilasciato dall'ICITE-CNR e sarà conforme all'Agrément Tecnico ICITE.

1. Consumo consigliato secondo le indicazioni del produttore del sistema

2. Tasselli ad espansione o chiodi in polipropilene, polietilene, nylon, in ragione di n° 4-8 per m², in funzione della tipologia del supporto murario. La profondità di ancoraggio dovrà essere di almeno 3 cm. nella parte sana del supporto murario portante, tale da garantire una buona adesione del pannello.

3. Lamiera zincata; lega di alluminio 10/10 naturale, anodizzata, preverniciata al poliestere; acciaio inox AISI 304/316; fibra di vetro.

4. Minimo 2 giorni, è consigliata comunque la misurazione del grado di umidità mediante apparecchio igrometrico.

5. Poliuretanic, acrilici o siliconici.

**APPLICAZIONE CON ELEMENTO SEMPLICE AD ATTRITO
PER CLS E MURATURE PIENE**

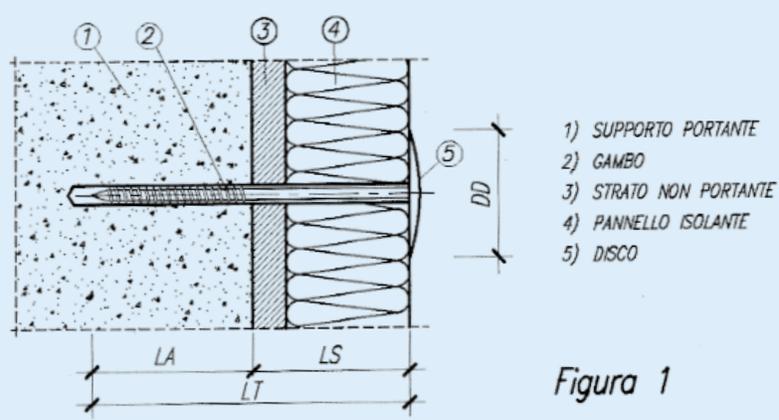


Figura 1

**APPLICAZIONE CON ELEMENTO ESPANSORE METALLICO O PLASTICO
PER FORATI, CLS E MURATURE PIENE**

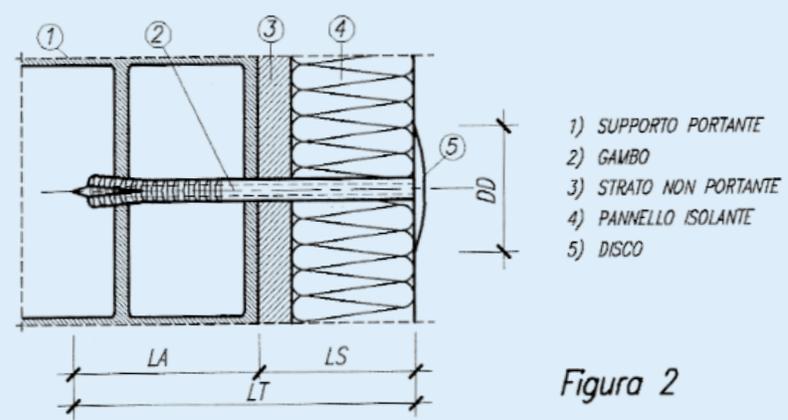


Figura 2

**APPLICAZIONE MEDIANTE INCHIODATRICE
PER CALCESTRUZZO**

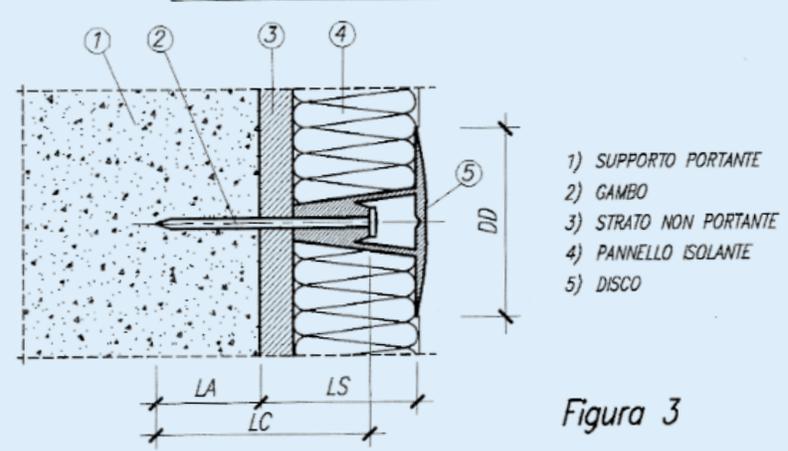


Figura 3



L'AIPE - Associazione Italiana Polistirolo Espanso - è una associazione senza fini di lucro costituita nel 1984 al fine di tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e di svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico AIPOR munite di Marchio UNI - IIP di conformità alla norma UNI 7819 che a quello della produzione di manufatti destinati all'azienda e all'imballaggio.

Dal maggio 1994, a sottolineare l'impegno dell'associazione per una sempre maggiore rappresentatività sul mercato, è in vigore il nuovo statuto che apre l'adesione all'AIPE a tutti i produttori di semilavorati e manufatti in polistirene espanso, anche se non ancora dotati di marchi di qualità certificata.

Fanno pure parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee.

Un ultimo gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti di attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato.

L'AIPE, con la collaborazione delle aziende associate, ha creato una rete che provvede alla raccolta e al riciclo di imballi e scarti di polistirene espanso. A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all'EUMEPS - European Manufactures of Expanded Polystyrene -, associazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS.

L'AIPE, che opera secondo il principio fondamentale della qualità dei prodotti, fornisce agli utilizzatori una informazione seria ed obiettiva sulle caratteristiche e prestazioni dei semilavorati e manufatti in polistirene espanso sinterizzato di qualità.

AIPE - ASSOCIAZIONE ITALIANA POLISTIROLO ESPANSO

Via M. U. Traiano 7 - 20149 Milano

Telefono: 02/33606529- Telefax: 02/33606604

aipe@epsass.it

<http://wwwepsass.it>

Con la collaborazione di:

BASF



