

LO SAPEVI CHE?
LE RISPOSTE
DELL'EDILIZIA DI QUALITÀ'

E-BOOK TECNICO N° 6

CAPPOTTO TERMICO:
studio e progettazione
di un caso reale.
Il sistema Thermophon
di SETTEF

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. LEGISLAZIONE IN MATERIA DI EFFICIENZA ENERGETICA	4
2.1 Norme attuali di riferimento	4
3. L'INVOLUCRO	5
4. LA PROGETTAZIONE DEL CAPPOTTO	7
4.1 Il calcolo termico	7
4.2 Casi studio	13
4.3 I dettagli costruttivi	17
4.4 La progettazione della posa in opera	21
5. THERMOPHON	24
6. CONCLUSIONI	26

1 INTRODUZIONE

Il sistema di isolamento a Cappotto (denominato a livello internazionale con la sigla **ETICS**, External Thermal Insulation Composite System) è un componente essenziale per la riqualificazione e la riduzione del fabbisogno energetico degli edifici arrivando, nei casi più virtuosi (case passive), ad azzerarlo quasi completamente. Il successo di un Sistema a Cappotto si basa su 4 pilastri portanti:

- › La qualità della progettazione
- › La qualità dei prodotti
- › La qualità dell'applicazione
- › L'importanza del concetto di sistema

La **progettazione del cappotto** è il punto di partenza: senza una buona e corretta progettazione l'intero sistema può risultare già compromesso.

In questo Quaderno Tecnico verrà illustrato il procedimento necessario per una buona e corretta progettazione che viene tradotto negli ambiti di:

- › Calcolo termico
- › Studio dei dettagli costruttivi
- › Progettazione della posa in opera

Con gli strumenti di calcolo in nostro possesso, i calcoli termici saranno qui eseguiti su porzioni di stratigrafia finalizzati quindi a fornire un'indicazione preliminare dei casi in esame. Il calcolo termico accurato dovrà essere svolto dal progettista incaricato che dovrà, dove necessario, eseguire l'analisi termica sugli interi elementi coinvolti e non su singole porzioni al fine di poter considerare anche l'eventuale incidenza dei ponti termici. I valori di trasmittanza, infatti, si considerano comprensivi dell'effetto dei ponti termici.

Con l'entrata in vigore del D.M. 26 giugno 2015, il cappotto termico assume sempre di più un ruolo fondamentale nella costruzione di nuovi edifici, ristrutturazione e riqualificazione energetica di strutture esistenti. Con i nuovi decreti attuativi l'involucro è considerato parte fondamentale e perciò deve essere studiato dettagliatamente per ottenere le prestazioni normative richieste oltre, naturalmente, a contribuire significativamente ad elevare il grado di comfort interno agli edifici.

In materia di efficienza energetica la Comunità Europea ha fornito le linee da seguire con la **Direttiva 2002/91/CE** "Rendimento energetico nell'edilizia" conosciuta anche come "EPBD", ovvero Energy Performance Buildings Directive. L'Italia ha recepito queste indicazioni a più riprese, pubblicando diversi decreti legislativi.

Il **D.lgs. 192/2005** recepisce la Direttiva a livello nazionale ed entra in vigore l'8 ottobre 2005. Il suo contenuto viene modificato e integrato dal **D.lgs. 311/06** che entra in vigore il 2 febbraio 2007. Successivamente vengono pubblicati i decreti attuativi di riferimento ossia il **DPR 59/09** sui requisiti minimi da rispettare e le Linee Guida Nazionali uscite con il DM 26/06/2009 sul tema della certificazione energetica. Le cose subiscono un cambiamento nel luglio 2010 quando entra in vigore la nuova **Direttiva 2010/31/UE** sul rendimento energetico nell'edilizia che ha sostituito la Direttiva 2002/91/CE.

La risposta italiana a tale direttiva arriva con il **DL 63/13** "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale" che entra in vigore il 6 giugno 2013. Il documento viene convertito in Legge ad agosto con la **Legge 90/13**. Con il **D.M. 26 giugno 2015** sono stati pubblicati i decreti attuativi, entrati ufficialmente in vigore il 1 ottobre 2015.

Il 29 giugno inoltre sono entrate in vigore le prescrizioni contenute nelle **UNI** e **UNI/TS** citate a corollario della disciplina della legge 90/2013 e dei decreti attuativi successivi, tra cui quelli del 26 giugno 2015. Con queste si è chiuso il "cerchio" per la normativa tecnica su cui basarsi per la preparazione dell'Attestato di Prestazione Energetica.

2.1 Norme attuali di riferimento

Le Norme attuali di riferimento risultano quindi:

1. Direttiva Europea 2010/31/UE;
2. Decreto Legge 63/2013 > L.90/2013 come modifica della legge 192.2005;
3. D.M. 26 giugno 2016.

NOTA: fonte dei dati documentazione ANIT - Associazione Nazionale per l'isolamento Termico e acustico

3 L'INVOLUCRO

L'involucro **edilizio** è un elemento architettonico che delimita e conclude perimetralmente l'organismo costruttivo e strutturale. La sua funzione è quella di mediare, separare e connettere l'interno con l'esterno.

Lo studio dell'INVOLUCRO e la sua ottimizzazione energetica è tra gli aspetti più importanti e più significativi dell'edificio, al fine di ottenere alte prestazioni senza l'eccessiva necessità di compensare tale mancanza con la componente impiantistica. La certificazione concentra una particolare attenzione all' **INVOLUCRO EDILIZIO**, fornendo delle informazioni che non tengono conto della componente impiantistica, ma solo della bontà dell'involucro stesso.

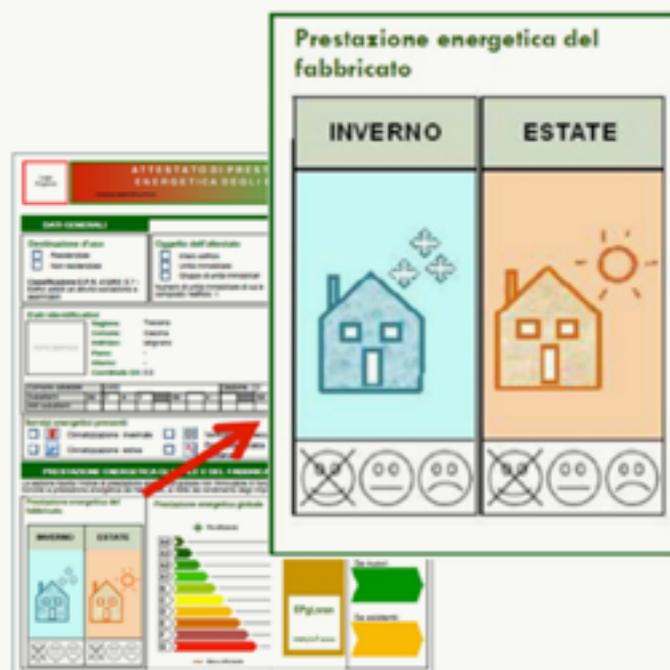


Figura 1 - A.P.E. Attestato di Prestazione Energetica

La valutazione viene fatta sia in **periodo invernale** sia in **periodo estivo**, fornendo un'indicazione sulla qualità nelle due diverse stagioni. La qualità è rappresentata da un indicatore che per gli edifici ad alte prestazioni energetiche dovrà essere positivo.

Prestazione invernale dell'involucro	Qualità	Indicatore
$EP_{H,nd} \leq 1 * EP_{H,nd,limite (2019/21)}$	alta	😊
$1 * EP_{H,nd,limite (2019/21)} < EP_{H,nd} \leq 1,7 * EP_{H,nd,limite (2019/21)}$	media	😐
$EP_{H,nd} > 1,7 * EP_{H,nd,limite (2019/21)}$	bassa	😞

Figura 2 - Prestazione invernale involucro

Prestazione estiva dell'involucro		Qualità	Indicatore
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$	alta	😊
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	media	😐
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} > 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$		
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} > 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	bassa	😞

Figura 3 - Prestazioni estiva involucro

Il metodo più efficace per ottenere alte prestazioni invernali ed estive dell'involucro, così come richiede l'Edificio a Energia Quasi Zero, è quello dell'installazione del **CAPPOTTO TERMICO**.

Studiando nel dettaglio il caso in esame e i materiali da costruzione utilizzati, sarà possibile progettare in maniera più idonea il cappotto da applicare, lo spessore e la tipologia di isolante da utilizzare.



Figura 4 - A.P.E. Prestazioni involucro

il successo di un Sistema a Cappotto si basa su 4 pilastri portanti:

1. **La qualità della progettazione**
2. La qualità dei prodotti
3. La qualità dell'applicazione
4. L'importanza del concetto di sistema

In particolare la progettazione del Sistema a Cappotto è riassumibile in altri 3 passaggi fondamentali:

- › Il calcolo termico
- › Lo studio dei dettagli costruttivi
- › La progettazione della posa in opera

4.1 Il calcolo termico

Il calcolo termico è il punto di partenza della progettazione del sistema a cappotto. Tramite questo passaggio è possibile calcolare le prestazioni degli elementi coinvolti nell'utilizzo di tale sistema che a loro volta concorreranno nella determinazione della classe di appartenenza dell'intero edificio. Il calcolo termico dei singoli elementi risulta fondamentale nel caso di riqualificazione energetica di edifici esistenti, dove una delle verifiche di legge riguarda proprio il rispetto delle trasmittanze limite di ogni singolo elemento interessato all'intervento.

Come software di calcolo è stato utilizzato il Software Thermophon Settef T7.0, sviluppato da ANIT su base PAN 7.

Il calcolo termico è influenzato da:

- a) Luogo di installazione
- b) Destinazione d'uso edificio
- c) Limiti normativi da rispettare e performance ricercate
- d) Materiali da costruzione > supporto
- e) Tipologia di isolante termico
- f) Umidità e formazione di muffa e condensa

4.1.1 Luogo di installazione

Il calcolo termico non può prescindere dal luogo di installazione. È fondamentale stabilire questo in quanto tutti i parametri di confronto come le trasmittanze termiche di riferimento, le trasmittanze termiche limite per edifici esistenti, l'irradianza media del mese di massima insolazione, ecc. sono variabili della zona di ubicazione dell'edificio.

A titolo esemplificativo si riportano due immagini relative alle località di Porcari (LU) e Bari:



Figura 5 - Dati Climatici Porcari (LU) e relativi valori



Figura 6 - Dati Climatici Bari e relativi valori

4.1.2 Destinazione d'uso dell'edificio

La destinazione d'uso ha importanza soprattutto per la classe di concentrazione del vapore all'interno degli edifici. Di default si tende a considerare questi in classe 3: "Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto", considerata una "Condizione standard". In ogni caso il software permette la scelta della classe più idonea al progetto in questione.

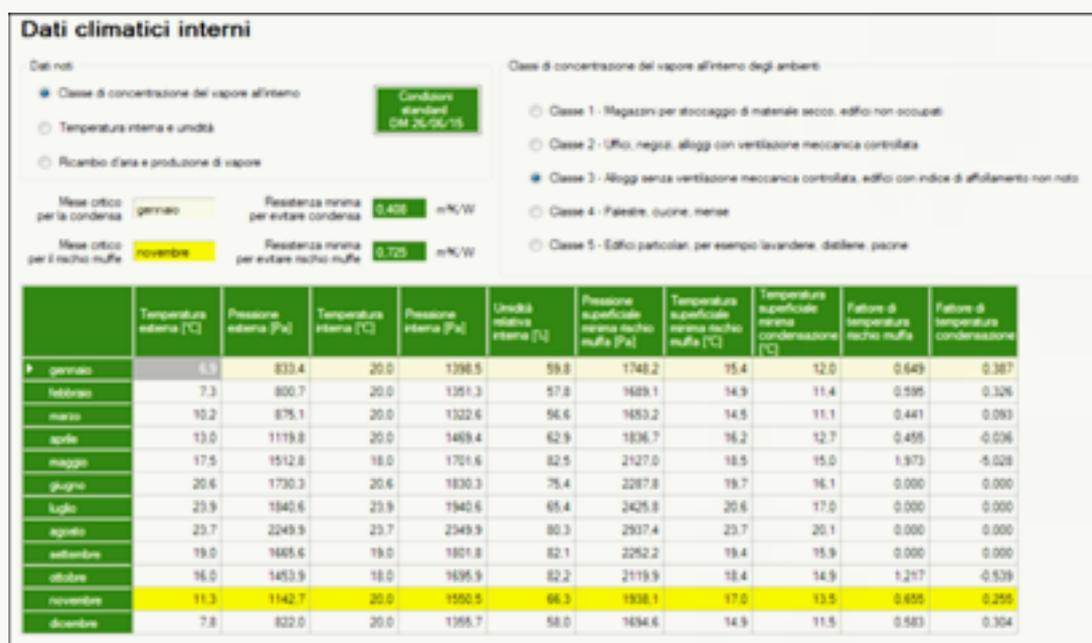


Figura 7 - Dati Climatici Interni - Porcari (LU)

4.1.3 Valori normativi e performance ricercate

Il calcolo termico è naturalmente influenzato in maniera significativa dai valori normativi di riferimento ma anche dalle performance ricercate.

Può accadere infatti che nonostante vi sia la congruità dei valori, la committenza richieda prestazioni più elevate al fine di ottenere un maggior comfort interno all'edificio.

In tutti questi casi quindi è necessario studiare accuratamente il componente analizzando i parametri ricercati, che siano essi invernali o estivi. Ciò è possibile scegliendo, ad esempio, il materiale isolante più consono al caso in esame tenendo anche conto del tipo di supporto presente.

4.1.4 Materiali da costruzione: il supporto

Essere a conoscenza del tipo di supporto su cui andremo ad installare il cappotto termico è fondamentale. Ciò vale soprattutto per installazione su edifici esistenti in quanto, per edifici nuovi, è naturalmente scontata la consapevolezza del materiale utilizzato.

La conoscenza del supporto risulta essenziale anche per la scelta del materiale isolante da utilizzare. I materiali isolanti infatti si caratterizzano per proprietà e composizioni diverse che talvolta meglio o peggio si sposano con il supporto su cui vengono posati.

La maggior parte degli edifici su cui andiamo ad installare un cappotto termico sono:

- › Edifici in muratura
- › Edifici in legno (X-Lam)
- › Edifici in blocchi di calcestruzzo
- › Edifici con struttura portante in cemento armato e tamponatura in mattoni



Figura 8 - Tecnologie costruttive

4.1.5 Tipologia di isolante termico

Come già preannunciato, esistono molteplici materiali di isolamento termico aventi caratteristiche diverse tra loro. La scelta di uno rispetto all'altro è influenzata prevalentemente dalle performance ricercate e dalla tipologia di supporto su cui installare il cappotto.

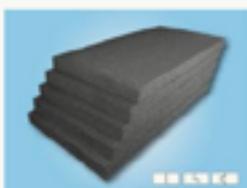
Di seguito i materiali da isolamento termico più diffusi con le rispettive principali caratteristiche:



Polistirolo Espanso
Norma UNI EN 13163
 λ 0,034
 μ = 30-70
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse E
Densità Kg/m³ 20



Fibra di legno
Norma UNI EN 13168
 λ = 0,039
 μ = 3
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse E
Densità Kg/m³ 160



Polistirolo Espanso con Grafite
Norma UNI EN 13163
 λ 0,031
 μ = 30-70
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse E
Densità Kg/m³ 20



Sughero bruno autocollante
Norma UNI EN 13170
 λ = 0,040
 μ = 5-30
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse E
Densità Kg/m³ 110



Lana di Roccia
Norma UNI EN 13162
 λ = 0,034
 μ = 1,5
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse A1
Densità Kg/m³ 100



Poliuretano Espanso
Norma UNI EN 13165
 λ 0,028
 μ = 60-80
Resistenza al Fuoco:
Euroclasse E
Densità Kg/m³ 35

4.1.6 Umidità e formazione di muffa e condensa

La presenza di umidità è il fenomeno più pericoloso che può portare al "fallimento" del sistema a cappotto. Al fine di evitare la formazione di condensa e conseguentemente di muffa, è opportuno prendere le adeguate precauzioni: tra tutte posare il sistema "asciutto" su supporto anch'esso asciutto.

Il progettista dovrà progettare adeguatamente il sistema di isolamento termico al fine di assicurare la completa assenza dei fenomeni di **condensa superficiale** e **condensa interstiziale**.

Si ha Condensa Interstiziale quando il vapore acqueo che attraversa un componente edilizio, condensa all'interfaccia fra due strati oppure all'interno dei pori dei materiali costituenti gli strati del componente stesso.

Al fine di limitare questo fenomeno, una buona regola di progettazione prevede di disporre gli strati aventi resistenza al vapore decrescente dall'interno all'esterno; e resistenza termica crescente verso l'esterno.

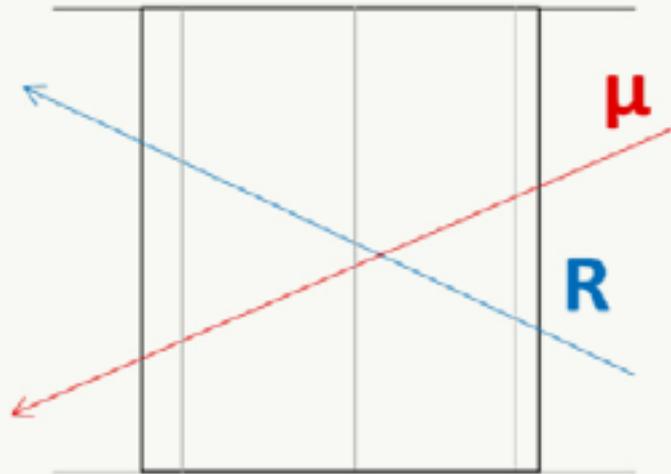


Figura 9 - Regola di buona progettazione

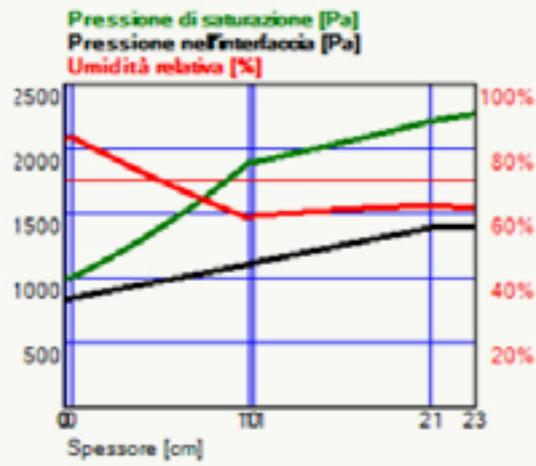


Figura 10 - Diagramma di Glaser

4.2 Casi studio

A titolo esemplificativo si riportano alcuni casi studio, al fine di rendere più chiaro ed esaustivo il calcolo termico.

4.2.1 Laterizi forati 30 cm

	Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Conducibilità [W/m·K]	Calore specifico [J/kg·K]	Fattore resistenza vapore	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Spessore equivalente ana[m]	Diffusività [m²/s]
		Superficie esterna							0.040		
1	INT	intonaco esterno	0.0200	1800	0.900	1000	1	36.0	0.022	0.020	0.500
2	MUR	Laterizi forati sp 30 cm rif. 1.1.17	0.3000	687	0.349	837	20	206.1	0.860	6.000	0.607
3	INT	intonaco interno	0.0200	1400	0.700	1000	1	28.0	0.029	0.020	0.500
		Superficie interna							0.130		

Tipo di elemento
Parete

Ambiente interno: Riscaldato
Ambiente esterno: Esterno

Resistenza superficiale interna: 0.13 m²K/W
Resistenza superficiale esterna: 0.04 m²K/W

	Risultati
Spessore [m]	0.340
Massa superficiale [kg/m²]	270.10
Massa superficiale esclusa intonaco [kg/m²]	206.10
Resistenza [m²K/W]	1.08
Trasmittanza [W/m²K]	0.925

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza [W/m²K]	0.925	0.901
Trasmittanza periodica [W/m²K]	0.392	0.356
Atenuazione	0.423	0.384
Sfasamento	8h 40'	9h 5'
Capacità termica interna [J/m²K]	52.68	52.96
Capacità termica esterna [J/m²K]	74.11	66.39
Ammissibilità interna [W/m²K]	3.452	3.500
Ammissibilità esterna [W/m²K]	4.998	4.473

Figura 11 - Schermata di calcolo

Trasmittanza estiva U

Località: Pavia 0.2

Grad giorno: 106

Zona climatica: D

Trasmittanza: 0.925 W/m²K

Periodo	Trasmittanza di riferimento [W/m²K]	Trasmittanza limite per edifici esistenti [W/m²K]
dal 1° ottobre 2015	0.34	0.34
dal 1° gennaio 2019/2021	0.29	0.32

Trasmittanza estiva U

Località: Bari 0.2

Grad giorno: 116

Zona climatica: C

Trasmittanza: 0.925 W/m²K

Periodo	Trasmittanza di riferimento [W/m²K]	Trasmittanza limite per edifici esistenti [W/m²K]
dal 1° ottobre 2015	0.34	0.4
dal 1° gennaio 2019/2021	0.34	0.36

Trasmittanza periodica Ta

	Valore di progetto	Valore di calcolo	Verifica
Indicatore medio del mese di massima risonanza [1/m²K]	254.0	< 290	✓
Massa superficiale esclusa intonaco [kg/m²]	206.1	> 230	✗
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0.396	0.1	✗

Verifica non richiesta

Trasmittanza periodica Ta

	Valore di progetto	Valore di calcolo	Verifica
Indicatore medio del mese di massima risonanza [1/m²K]	291.0	< 290	✗
Massa superficiale esclusa intonaco [kg/m²]	206.1	> 230	✗
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0.396	0.1	✗

Verifica non richiesta

Figura 12 - Schermata di calcolo

Provincia	LUCCA	Provincia	BARI
Comune	Porcari	Comune	Bari
Gradi giorno	1676	Gradi giorno	1185
Zona	D	Zona	C
Verifica invernale		Verifica invernale	
Trasmittanza	0,925 W/m ² K	Trasmittanza	0,925 W/m ² K
Trasmittanza di riferimento	0,34 W/m ² K	Trasmittanza di riferimento	0,38 W/m ² K
Trasmittanza limite per edifici esistenti	0,36 W/m ² K	Trasmittanza limite per edifici esistenti	0,4 W/m ² K
Verifica non superata		Verifica non superata	
Verifica estiva		Verifica estiva	
Irradianza media del mese di massima insolazione	254,0 W/m ² < 290 W/m ²	Irradianza media del mese di massima insolazione	290,6 W/m ² > 290 W/m ²
Verifica inerziale non richiesta		Verifica inerziale richiesta	
		Massa superficiale esclusa intonaci	206,1 kg/m ² < 230 kg/m ²
		Verifica trasmittanza periodica necessaria	
		Trasmittanza periodica	0,392 W/m ² K
		Trasmittanza periodica limite	0,1 W/m ² K
		Verifica non superata	

Figura 13 - Schermata di calcolo

La stratigrafia presenta una trasmittanza, in entrambi i luoghi di ubicazione, nettamente superiore ai valori di riferimento e ai valori limite per edifici esistenti, pur aventi dei valori di confronto differenti.

In particolare, si nota che a Bari è richiesta una verifica estiva; l'irradianza media mensile infatti risulta maggiore del limite di 290 W/m² che delimita la necessità o meno di tale verifica. Questa verifica, naturalmente, non viene soddisfatta, trattandosi di una parete in laterizio di 30 cm senza isolamento termico, caratterizzata quindi da una scarsa massa superficiale e da una trasmittanza termica periodica non sufficiente.

Il secondo passo prevede l'utilizzo di una diversa stratigrafia caratterizzata da uno strato isolante di EPS 6 cm, eccone un esempio:

	Tip	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Conduktiv. [W/m·K]	Calore specifico [J/kg·K]	Fattore resistenza vapore	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² ·K/W]	Spessore equivalente [m]	Difusività [m ² /s]
		Superficie esterna							0,040		
1	CIS	SILACRYL G CA - Finitura	0,0015	1900	1,500	837	52	2,9	0,001	0,078	0,943
2	CIS	BONDING GRIGIO - Adeivo/tesante	0,0030	1570	0,700	837	20	4,7	0,004	0,060	0,533
3	CIS	POLISTIROLO EPS 100 BIANCO 6 cm - Pannelli di polistirene espanso intonizzato di colore bianco	0,0600	20	0,036	1255	50	1,2	1,667	3,000	1,434
4	CIS	BONDING GRIGIO - Adeivo/tesante	0,0030	1570	0,700	837	20	4,7	0,004	0,060	0,533
5	MUR	Laterizi forati sp. 30 cm, if. 1.1.17	0,3000	687	0,349	837	20	206,1	0,860	6,000	0,607
6	INT	Intonaco interno	0,0200	1400	0,700	1000	1	28,0	0,029	0,020	0,500

Tip di elemento	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza [W/m ² K]	0,392	0,362
Trasmittanza periodica [W/m ² K]	0,061	0,069
Atenuazione	0,168	0,189
Stazionamento	10h 45'	10h 26'
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	47,89	56,43
Capacità termica esterna [kJ/m ² K]	11,19	10,86
Ammissibilità interna [W/m ² K]	3,424	4,038
Ammissibilità esterna [W/m ² K]	0,758	0,724

Tip di elemento	Result
Spessore [m]	0,380
Massa superficiale [kg/m ²]	247,57
Massa superficiale esclusa intonaci [kg/m ²]	219,57
Resistenza [m ² ·K/W]	2,73
Trasmittanza [W/m ² K]	0,366

Figura 14 - Schermata di calcolo

Con questa configurazione si nota che i valori di trasmittanza e di trasmittanza termica periodica, subiscono un calo considerevole rispetto al caso precedentemente analizzato.



Figura 15 - Schermata di calcolo

I valori ottenuti non risultano però in linea con i valori di trasmittanza di riferimento e trasmittanza limite per edifici esistenti per Porcari (LU), ma lo sono invece per la zona di Bari, in cui risulta verificato anche il calcolo estivo.

C'è però da evidenziare che tale soddisfacimento non è da considerarsi completo. Ipotizzando infatti una struttura in cemento armato a travi e pilastri con tamponatura in laterizio, tale calcolo ha senso solo per la tamponatura. Per poter fare un'analisi precisa del componente opaco verticale, sarà necessario effettuare un calcolo comprendente anche gli elementi in calcestruzzo e confrontare nuovamente il risultato con i valori di riferimento e con i valori limite per edifici esistenti, a seconda dell'ambito di applicazione.

Le cose naturalmente migliorano e si avvicinano ad una situazione più realistica, utilizzando il medesimo isolante avente uno spessore di 10 cm: la verifica su Porcari (edifici esistenti) viene soddisfatta e i valori di Bari si discostano maggiormente dal valore di riferimento e valori limite per edifici esistenti della zona.



Figura 16 - Schermata di calcolo

Risulta inoltre completamente assente la presenza di condensa superficiale e interstiziale.

4.2.2 Parete in X-Lam 10 cm

In virtù di quanto accennato precedentemente sulla collaborazione supporto-isolante, risulta interessante confrontare i parametri di una parete in X-Lam isolata con Eps e una isolata con Fibra di legno.

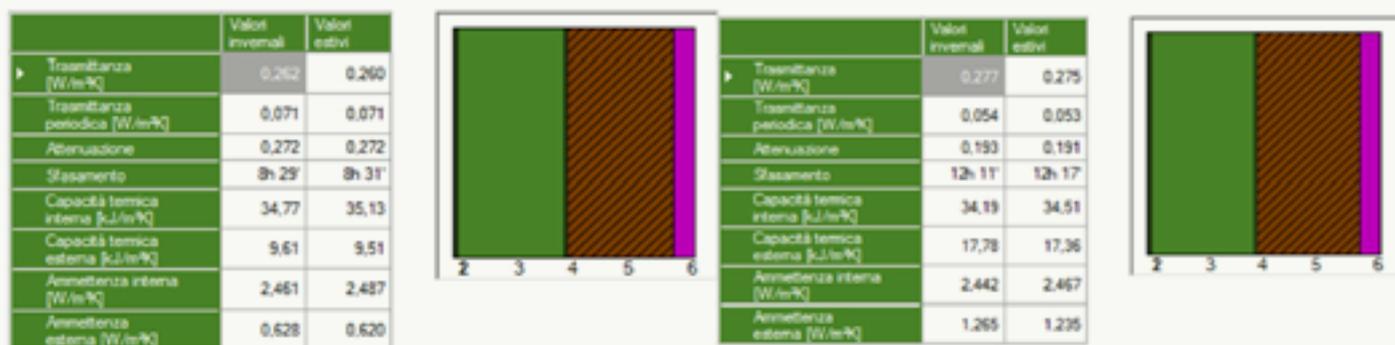


Figura 17 - Schermata di calcolo: sinistra isolante Eps, destra isolante in Fibra di Legno

Il calcolo termico della parete in X-Lam è stato eseguito per uno spessore della parete di supporto pari a 10 cm. La diminuzione dello spessore di tale parete, rispetto ai 30 cm di laterizio presente nei calcoli precedenti, necessita l'utilizzo di un materiale di isolamento termico con caratteristiche diverse al fine di ottenere le medesime prestazioni, soprattutto per il periodo estivo. Per questa ragione, tra i due casi in X-Lam analizzati, il calcolo eseguito con l'isolante in fibra di legno rende la stratigrafia più performante.

4.3 I dettagli costruttivi

I dettagli costruttivi qui riportati rappresentano una serie di esempi relativi alla corretta posa ed esecuzione del sistema di isolamento termico a cappotto.

4.3.1 Collegamento di base del cappotto

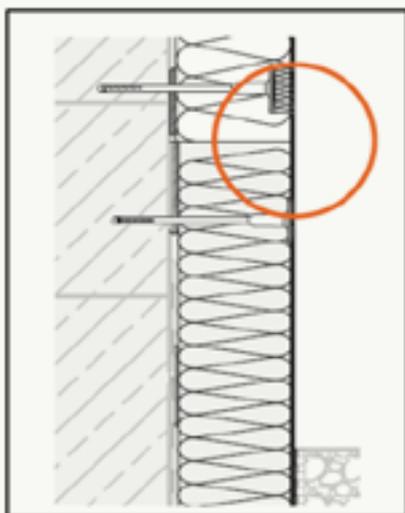


Figura 18 - Raccordo cappotto con zoccolatura a filo

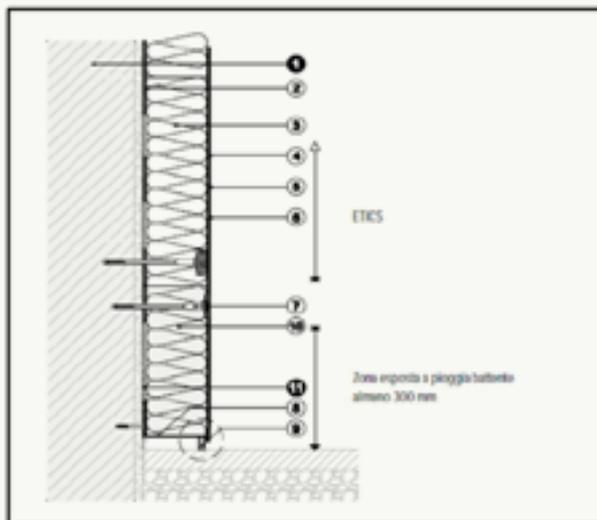


Figura 19 - utilizzo profilo di partenza

Nelle figure soprariportate si evidenzia la differenza di partenza nell'installazione del sistema a cappotto. Nel primo caso (Figura 18) i pannelli isolanti della zoccolatura devono essere posizionati a filo con i pannelli della facciata. La rasatura con la rete di armatura deve essere predisposta su entrambe le superfici. Il rivestimento conforme al sistema è da estendere fino alla zona della zoccolatura.

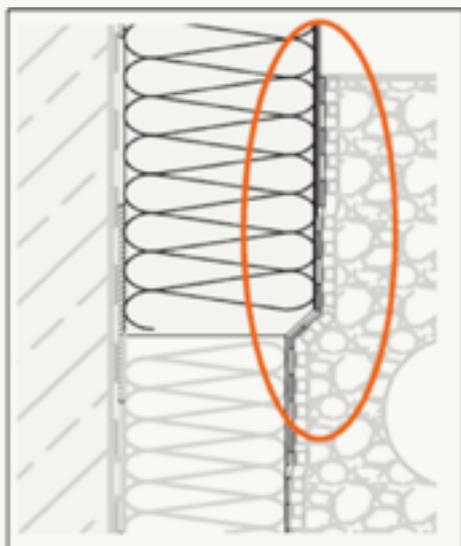


Figura 20 - Raccordo cappotto sotto livello calpestio



Figura 21 - Installazione guaine sotto livello calpestio

Dopo aver stabilito il livello del terreno, i vari componenti del Sistema installati sotto il livello del terreno vengono ricoperti con un rivestimento impermeabile, ad esempio un rasante cementizio elastico o una guaina bituminosa liquida e successivamente protetti con un'ulteriore guaina.

4.3.2 Collegamento in sommità del cappotto

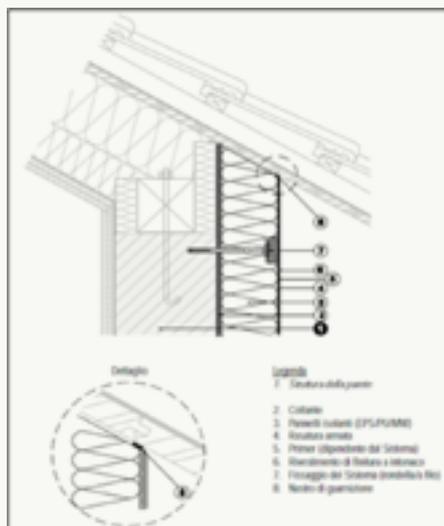


Figura 22 - Raccordo cappotto al tetto

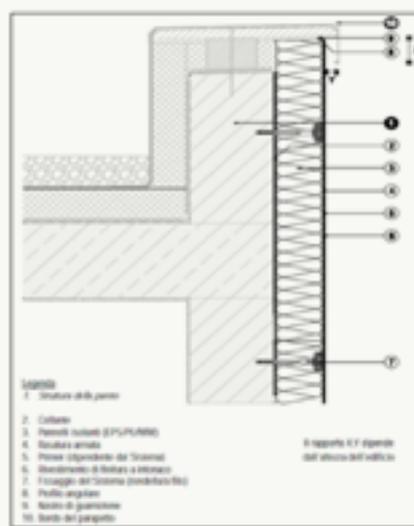


Figura 23 - Raccordo a copertura piana

L'isolante costituente il cappotto dovrà essere portato in sommità. Questo sarà sagomato secondo necessità così come riportato in Figura 21 o posizionato sotto la protezione del bordo parapetto come presente in Figura 22.

4.3.3 Raccordo del cappotto

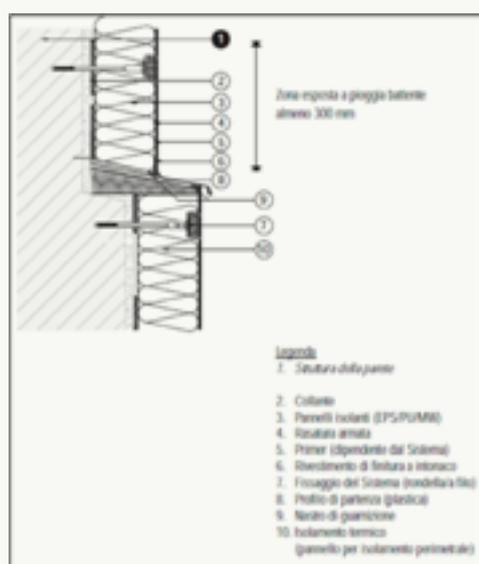


Figura 22 - Raccordo cappotto al tetto

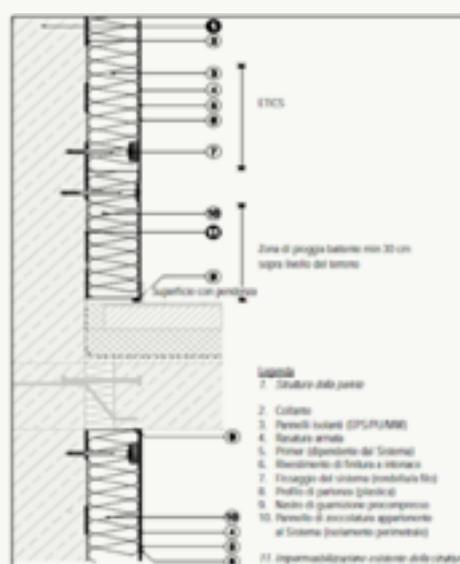


Figura 23 - Raccordo a copertura piana

I raccordi devono essere eseguiti garantendo la continuità del materiale isolante, al fine di eliminare l'insorgere di ponti termici.

4.3.4 Particolare finestre

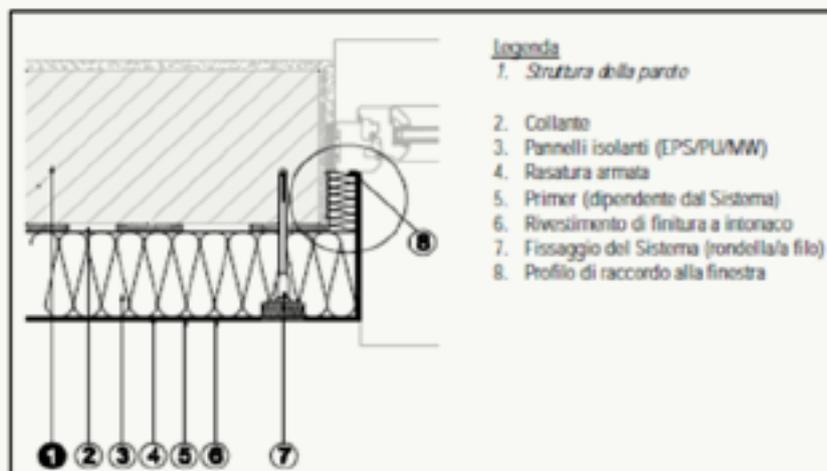


Figura 26 - Dettaglio raccordo finestre con attacco in mezzeria

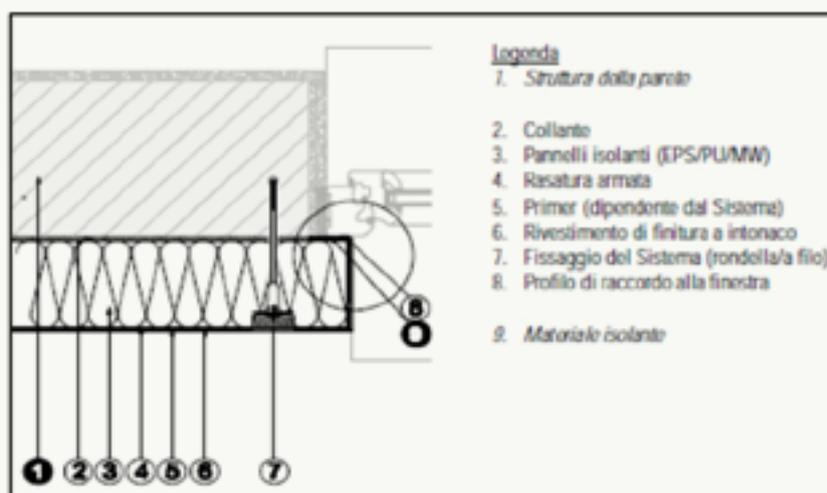


Figura 27 - Dettaglio raccordo finestre con attacco filo esterno

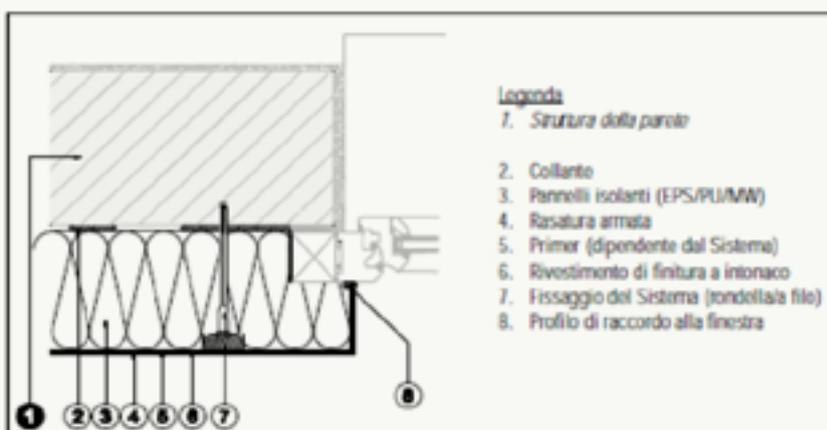


Figura 28 - Dettaglio raccordo finestre con attacco esterno alla muratura

La giunzione in prossimità degli elementi finestrati può avvenire in svariati modi. Per ognuno di questi è necessario studiarne il raccordo più opportuno.

4.3.5 Dettagli di raccordo

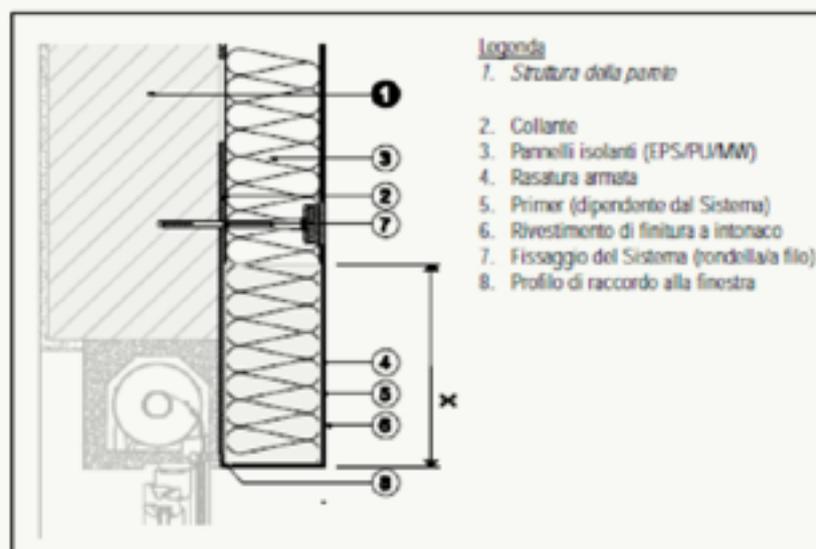


Figura 29 - Dettaglio di raccordo al cassonetto di avvolgibili

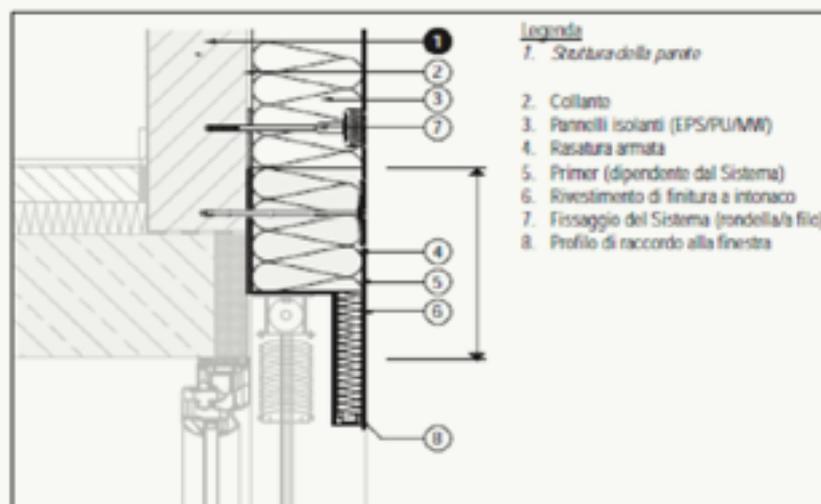


Figura 30 - Dettaglio di raccordo al cassonetto di tapparelle

I particolari qui riportati evidenziano la necessità di non sottovalutare anche i piccoli dettagli nella posa del materiale isolante. La presenza dei comuni cassonetti deve essere considerata accuratamente al fine di evitare l'insorgere di dannosi ponti termici.

NOTA: fonte dei dettagli costruttivi **Manuale Cortexa**

4.4 La progettazione della posa in opera

La posa in opera è uno degli aspetti più rilevanti del sistema a Cappotto che coinvolge direttamente l'impresa esecutrice, ma che riguarda anche il progettista stesso. Oltre a scegliere correttamente gli elementi che compongono il sistema, studiarne le caratteristiche e valutarne l'installazione, ci sono anche altri aspetti che prevedono la progettazione, come ad esempio il calcolo della tassellatura del materiale isolante. Questa non costituisce un obbligo per tutti i casi di installazione, ma lo è per la maggior parte. Essa dovrà essere eseguita, ad esempio, nei seguenti casi:

- › su supporti intonacati (indipendentemente dal tipo di supporto portante)
- › per ETICS con massa del sistema completo (colla + isolante + strati superficiali) > 30 kg/m²
- › per edifici alti
- › su supporti portanti in legno
- › per ETICS in materiale diverso da EPS
- › su supporti portanti in calcestruzzo (categoria d'utilizzo A, D, E), e con spessori del materiale isolante \geq 10 cm è comunque consigliata la tassellatura

Le categorie d'uso secondo l'ETAG 014 definiscono i campi di impiego del tassello in relazione ai vari tipi di supporto:				
A	B	C	D	E
Calcestruzzo normale	Blocchi pieni	Blocchi cavi o forati	Calcestruzzo alleggerito	Calcestruzzo cellulare

Figura 31 - Tabella fonte Cortexa

La scelta del numero di tasselli da applicare per ogni metro quadrato di superficie dipende principalmente da 4 fattori:

1. Velocità di riferimento del vento

- › Zone ventose 1-3
- › Zone ventose 4-7
- › Zone ventose 8-9

2. Altezza dell'edificio

- › \leq 10 m
- › 10-25 m
- › 25-50 m

9 CONCLUSIONI

3. Ubicazione dell'edificio

- › Edificio isolato
- › Edificio in contesti urbani aperti
- › Edificio in contesti urbani protetti dal vento

4. Classe di carico del tassello o del sistema

- › 0,15 kN
- › 0,20 kN

In ogni caso sono sempre e comunque raccomandati almeno **6 tasselli per m²**

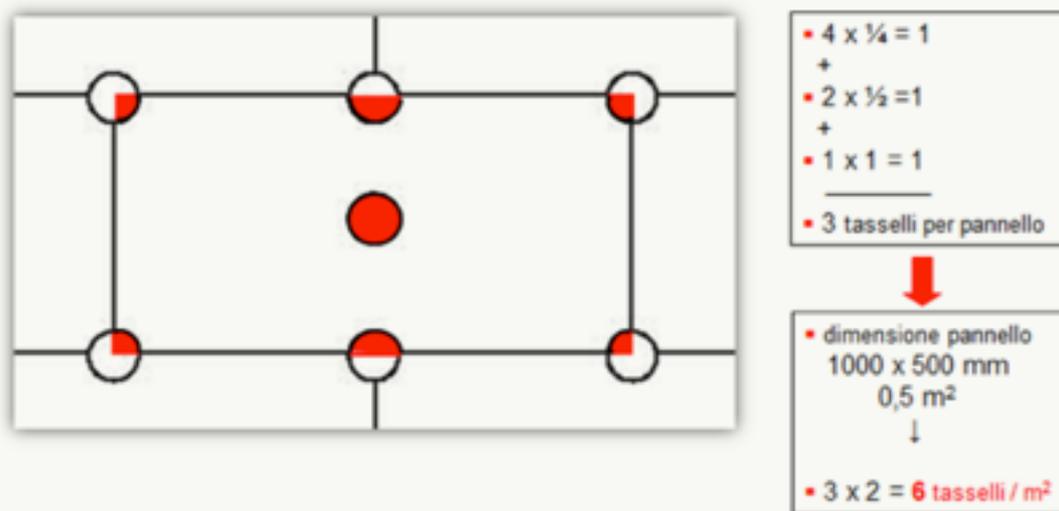


Figura 32 - Rappresentazione calcolo tassellatura

Risulta inoltre importante considerare l'aumento dei tasselli nelle zone perimetrali a seconda dell'altezza dell'edificio e della zona di ubicazione, così come riportato all'interno del Manuale Cortexa.

È opportuno tenere presente che la tassellatura varia a seconda del materiale isolante. Esistono infatti due diverse possibilità di tassellatura: una per isolanti tipo EPS e PU (schema a T), e uno per isolanti in lana minerale (schema a W):

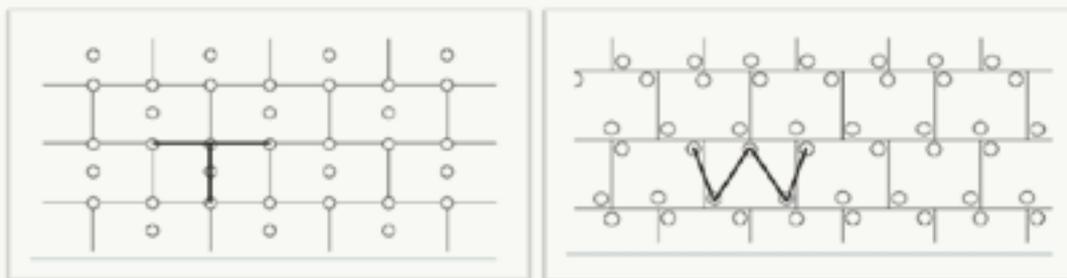


Figura 33 - Schemi di tassellatura

L'ultima fase di progettazione del tassello prevede il calcolo della lunghezza di quest'ultimo che è così riassumibile:

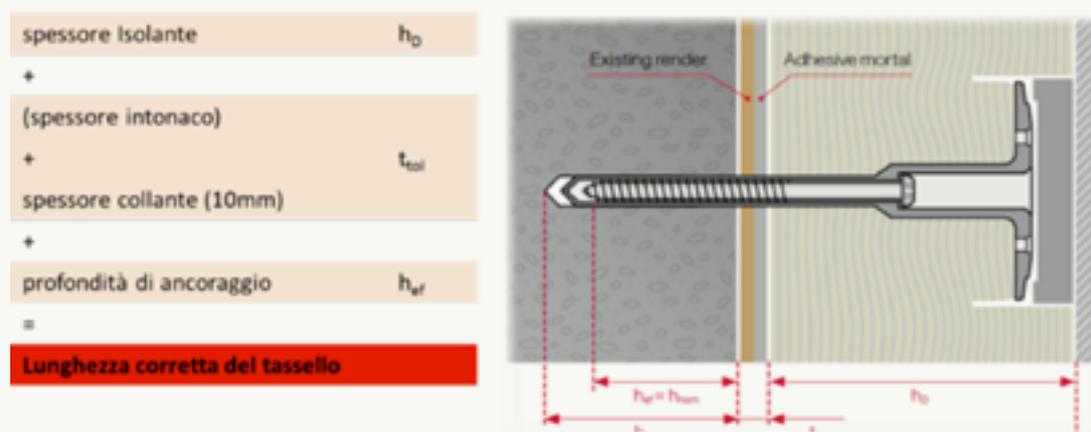


Figura 34 - Calcolo lunghezza del tassello

5 THERMOPHON

SETTEF propone il sistema di isolamento termico a cappotto **THERMOPHON** che risponde a tutte le esigenze di risparmio energetico e comfort abitativo.

I sistemi **THERMOPHON** sono dei sistemi di isolamento termico che si possono impiegare sia nella costruzione di edifici nuovi che nella riqualificazione degli edifici esistenti.

Settef propone **8** differenti sistemi a cappotto, per rispondere a tutte le esigenze di isolamento termico delle facciate.

1. **THERMOPHON P**: Sistema a cappotto con pannelli in EPS e collante/rasante in pasta.
2. **THERMOPHON PV**: Sistema di isolamento a cappotto con pannelli isolanti in EPS e collante-rasante in polvere.
3. **THERMOPHON MINERAL**: Sistema di isolamento termo-acustico a cappotto con pannelli isolanti in lana di roccia.
4. **THERMOPHON HT**: Sistema di isolamento termo-acustico a cappotto con pannelli isolanti in PIR.
5. **THERMOPHON WF**: Sistema di isolamento a cappotto con pannelli isolanti in fibra di legno.
6. **THERMOPHON NATURAL**: Sistema di isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in sughero.
7. **THERMOPHON PW**: Sistema di isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in EPS, specifico per supporti in legno.
8. **THERMOPHON K2**: Sistema di isolamento termico a cappotto con pannelli isolanti in EPS specifico per interventi su cappotti esistenti.

In particolare i **THERMOPHON P, PV, MINERAL E NATURAL** hanno ottenuto il Benestare Tecnico Europeo, **ETA**, dell'Istituto delle Tecnologie per le Costruzioni (ITC). L'**ETA**, la specifica europea con valore di norma per il singolo prodotto, è una **valutazione tecnica positiva di idoneità** all'impiego per l'utilizzo di un prodotto da costruzione di uno specifico produttore per un determinato utilizzo previsto.

I sistemi **THERMOPHON** hanno superato sia le prove relative ai **componenti del kit** sia le prove relative all'**intero sistema assemblato**, in conformità con quanto previsto dalla Guida **ETAG 004**.

Per ogni sistema sono presenti, sul nostro sito, le rispettive voci di capitolato. Questi sistemi godono dunque di un ETA che contiene tutti i **riferimenti prestazionali** ed anche le precise indicazioni sul modo con cui SETTEF controlla tali specifiche, oltre che sulla **progettazione** e la **messa in opera del sistema**.

Un sistema d'isolamento a Cappotto **THERMOPHON**, recependo i dettami forniti dall'ETAG 004, è composto da:

1. **La malta collante:** permette l'adesione al supporto;
2. **Il pannello isolante:** fornisce le caratteristiche isolanti richieste;
3. **I tasselli:** garantiscono la tenuta alle forze di depressione del vento;
4. **La malta rasante:** applicata in due mani con interposizione di rete, conferisce resistenza e rigidità al sistema;
5. **La rete d'armatura:** in tessuto di fibra di vetro collabora con la malta rasante nel conferire resistenza al sistema contribuendo nell'assorbimento delle tensioni;
6. **Il primer:** ottimizza il pH del rasante, l'assorbimento e la resa colore del rivestimento;
7. **Il rivestimento a spessore:** fornisce maggiore resistenza agli urti e agli agenti atmosferici, conferisce la desiderata finitura estetica. Per il buon funzionamento del sistema è inoltre consigliata una scelta idonea del colore.
8. **Gli accessori:** come ad esempio gli angolari, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione, profili per zoccolatura completano nel particolare il sistema.

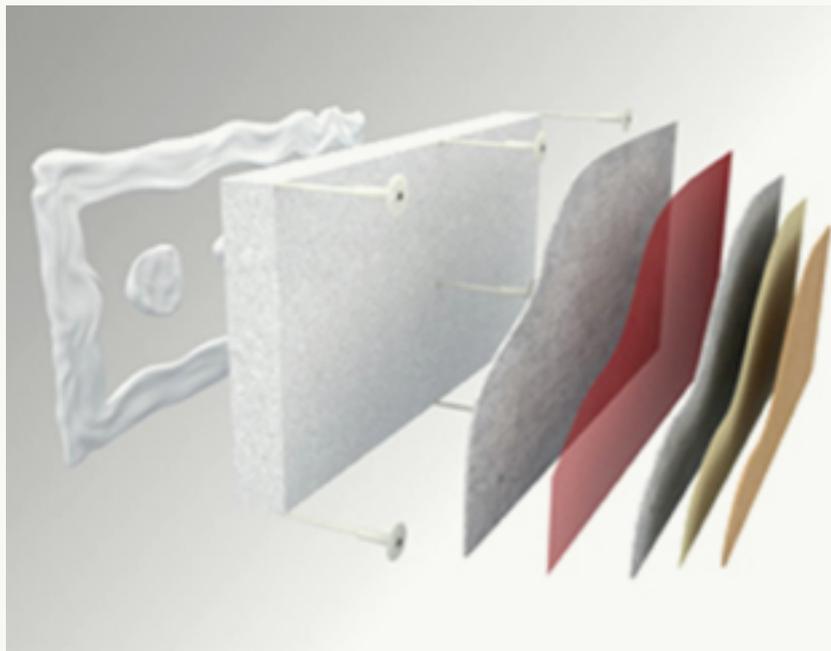


Figura 35 - Schematizzazione isolamento termico a cappotto

6 CONCLUSIONI

Il sistema di isolamento termico a cappotto è la misura più efficace per migliorare significativamente l'efficienza energetica dell'edificio al fine di consentire il rispetto delle normative introdotte e di aumentare notevolmente in comfort interno degli edifici.

Per consentire ciò è quindi essenziale partire da una corretta e precisa progettazione che preveda lo studio dettagliato di ogni aspetto sopra descritto: una cattiva progettazione comprometterà il funzionamento dell'intero sistema potendo portare, nei casi più significativi, al totale fallimento dell'obiettivo prefissato.

LO SAPEVI CHE? LE RISPOSTE DELL'EDILIZIA DI QUALITÀ'

Collana di e-book tecnici
E-book n° 6
Studio e progettazione
di un caso reale.
Il sistema Thermophon
di SETTEF

© copyright by Cromology SpA, Porcari (LU). Vietato riprodurre questo volume anche parzialmente e con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche per uso interno o didattico. Vietata la distribuzione di questo ebook mediante siti internet e altri mezzi digitali diversi da quelli di Settef e del Gruppo Cromology.

SETTEF

è un marchio
Cromology Italia Spa
Via IV Novembre, 4
55016 Porcari (LU)
www.settef.it
info@settef.it

Tel. 199 11 99 55
Fax 199 11 99 77



Giorni lavorativi
lunedì - venerdì 8.30 - 17.30