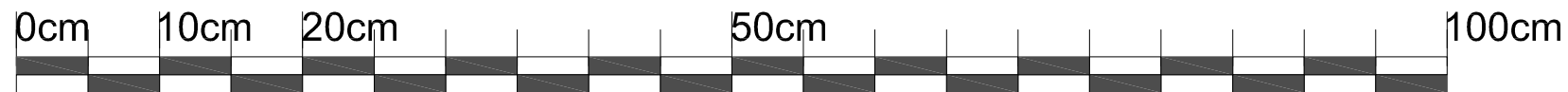
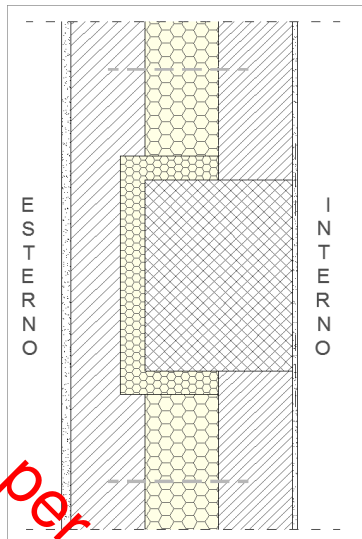


Sezione orizzontale



Po.02-B parete con isolante intermedio (con pilastro isolato esternamente con risvolto laterale)

NOTA 1: Il dettaglio grafico proposto intende indicare la tipologia funzionale del nodo studiato. I riferimenti grafici hanno valenza indicativa e non esaustiva. Le singole caratteristiche dei materiali possono essere variate in base alle specifiche esigenze di calcolo.

NOTA 2: L'utente deve inserire i dati solo nelle caselle campite in grigio, i risultati vengono compilati in automatico ed i dati più sensibili sono evidenziati in grassetto.

N°	STRATIGRAFIA parete	spessore	lunghezza	larghezza	densità	cond. termica	peso	resist. termica
	Nome materiale	s [m]	h [m]	l [m]	d [kg/m ³]	λ [W/mK]	p [kg]	r [m ² K/W]
E	Rse							0,040
01	IntonacoCalce	0,020	3,00	1,00	1600	0,800	96,000	0,025
02	MattoneForato	0,200	3,00	1,00	1200	0,360	720,000	0,556
03	LanaDiRoccia	0,120	3,00	1,00	30	0,040	10,800	3,000
04	MattoneForato	0,150	3,00	1,00	1200	0,360	540,000	0,417
05	IntonacoCalceGesso	0,010	3,00	1,00	1500	0,700	45,000	0,014
I	Rsi							0,130
Spessore totale - Sp		[m]	0,500					
Volume - V		[m ³]	1,500					
Massa totale - M		[kg]	1412					
Peso totale - P		[N]	13850					
Resistenza termica totale - R		[m ² K/W]	4,182					
Trasmittanza termica totale - U		[W/m²K]	0,239					
Lunghezza equivalente - L		[m]	0,380					
Conducibilità termica equivalente - C		[W/m ² K]	0,989					
Conducibilità termica equivalente - λ_{eq}		[W/mK]	0,376					

Po.02-B parete con isolante intermedio (con pilastro isolato esternamente con risvolto laterale)

N°	STRATIGRAFIA pilastro	spessore	lunghezza	larghezza	densità	cond. termica	peso	resist. termica
	Nome materiale	s	h	l	d	λ	p	r
		[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[W/mK]	[kg]	[m ² K/W]
E	Rse							0,040
01	IntonacoCalce	0,020	3,00	0,40	1600	0,800	38,400	0,025
02	MattoneForato	0,120	3,00	0,40	1200	0,360	172,800	0,333
03	Legnomagnesite	0,080	3,00	0,40	420	0,088	40,320	0,909
04	CementoArmato	0,270	3,00	0,40	2400	2,300	777,600	0,117
05	IntonacoCalceGesso	0,010	3,00	0,40	1500	0,700	18,000	0,014
I	Rsi							0,130
	Spessore totale - Sp	[m]	0,500					
	Resistenza termica totale - R	[m ² K/W]	1,569					
	Trasmittanza termica totale - U	[W/m²K]	0,637					
	Trasmittanza adimensionale - U*	[-]	2,665					

Calcolo del coefficiente di trasmissione termica lineica secondo l'abaco Cened

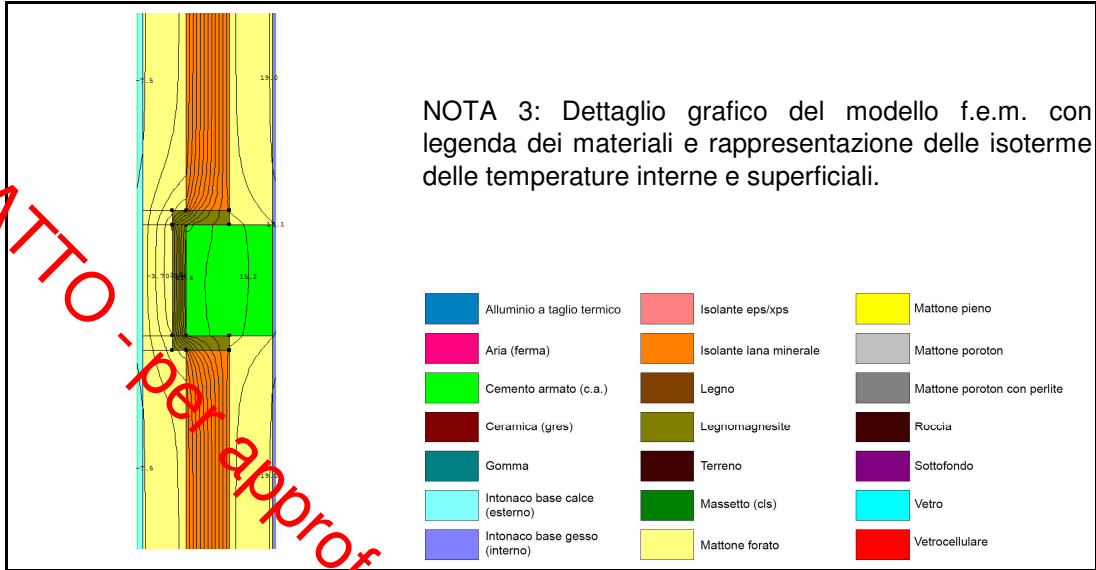
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.006 + 0.088 \cdot U^* + 0.528 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.006 + 0.088 \cdot U^* + 0.528 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Campo di validità	$1.1 \leq U^* \leq 3.4 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

Trasmittanza termica lineica riferita a dimensioni esterne - ψ_e [W/mK] **0,43**

Trasmittanza termica lineica riferita a dimensioni interne - ψ_i [W/mK] **0,43**

Po.02-B parete con isolante intermedio (con pilastro isolato esternamente con risvolto laterale)

Calcolo del coefficiente di trasmissione termica lineica con l'ausilio di un modello f.e.m. (Therm 6.3)



$$F_i = \Delta T * L_{1e} * U_c [W / m]$$

$$F_r = \Delta T * L_{1e} * U_{factor} [W / m]$$

$$L_{2D} = F_r / \Delta T = L_{1e} * U_{factor} [W / mK]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - (L_{1e} * U_c) = L_{1e} * (U_{factor} - U_c) [W / mK]$$

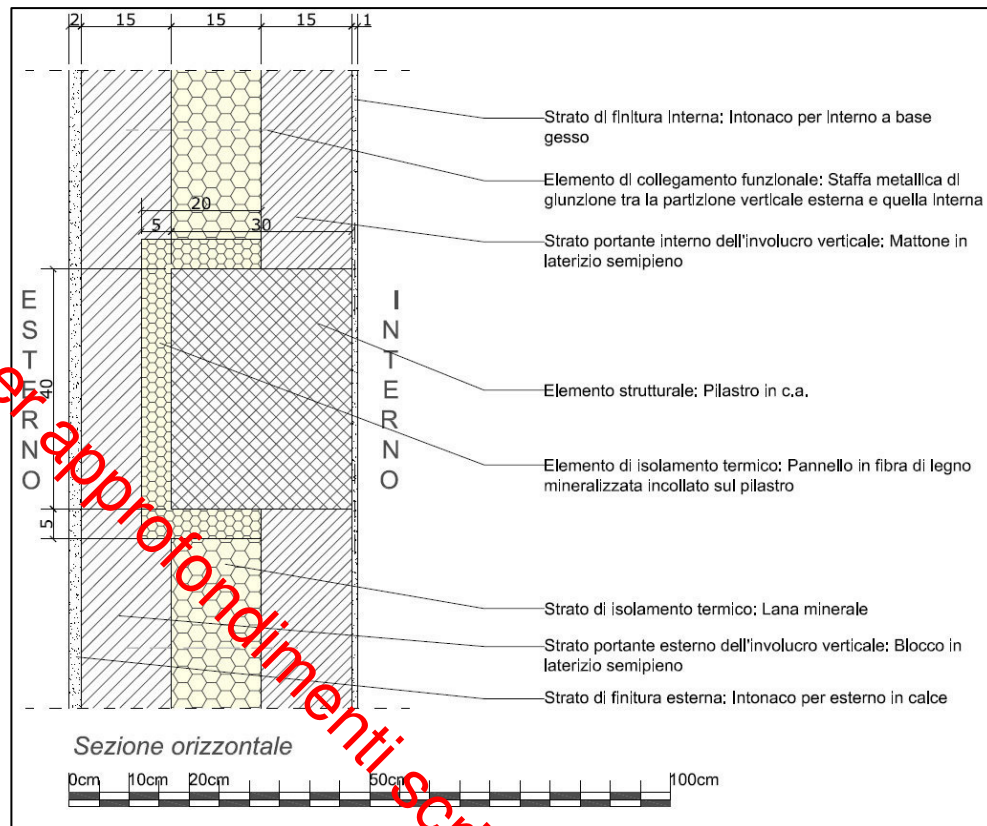
NOTA 4: I parametri fisicotecnici utilizzati per il modello possono differire rispetto a quelli scelti per il calcolo con le formule dell'abaco Cened poiché quest'ultimo è valido solo in precisi campi di esistenza mentre il modello f.e.m. garantisce una maggiore versatilità.

Di seguito si riporta il coefficiente calcolato rispetto al perimetro esterno d'involucro.

lunghezza esterna	delta termico	trasm.za termica ideale	flusso termico ideale	trasm.za termica globale	flusso termico reale	coeff. acc.mento termico	coeff. disp. termica lineica
L_{1e}	ΔT	U_c	F_i	U_{factor}	F_r	L_{2D}	Ψ_e
[m]	[K]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/mK]	[W/mK]

Coefficiente di dispersione termica usando pannelli in legnomagnesite							
4,10	28	0,2123	24,39	0,2970	34,12	8,32	0,35
Coefficiente di dispersione termica usando lana minerale							
4,10	28	0,2123	24,39	0,2594	29,80	7,26	0,19
Coefficiente di dispersione termica usando pannelli in eps							
4,10	28	0,2123	24,39	0,2538	29,16	7,11	0,17

ESTRATTO - per approfondimenti scrivere a: caterina.arno@gmail.com

Po.02-B parete con isolante intermedio (con pilastro isolato esternamente con risvolto laterale

A. DESCRIZIONE

Nodo perimetrale esterno dell'involucro verticale opaco con pilastro. Nel dettaglio proposto la muratura è in laterizio semipieno tradizionale con isolante interposto in intercapedine e il pilastro ha un rivestimento esterno a cappotto con risvolto dell'isolamento sui bordi laterali dell'elemento. L'intercapedine, se adeguatamente dimensionata, può ospitare uno spessore variabile di isolamento. Gli elementi per l'isolamento termico differiscono per spessore e tipologia del materiale utilizzato, ma la continuità di separazione e d'isolamento termico tra interno ed esterno è garantita. Il disegno precedente evidenzia questa continuità con una campitura di colore giallo, utilizzata anche negli elaborati grafici.



Figura A.1. posa in opera di pannelli isolanti su un pilastro

B. CLASSI ESIGENZIALI E REQUISITI

1. Classe Esigenziale: SICUREZZA

1.1. Classe di Requisito: SICUREZZA DI STABILITÀ

La muratura interna e quella esterna sono rese solidali da zanche metalliche puntuali poste ad intervalli regolari al fine di garantirne un comportamento omogeneo e continuo. Per la porzione di muratura esterna che ricopre il pilastro si segnala di infittire i collegamenti con la muratura a lato in modo da rendere solidale l'intero piano.

1.1.1. AFFIDABILITÀ

Si intende l'attitudine a garantire, in condizioni di normale utilizzo, livelli prestazionali costanti nel tempo.

Le caratteristiche prestazionali di capacità portante dovranno essere mantenute nel tempo. Si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati. L'utilizzo di tasselli e di zanche metalliche favorisce l'ancoraggio e il fissaggio delle tamponature agli elementi strutturali principali.

1.1.2. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI DINAMICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni dinamiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

In riferimento alla vigente normativa antisismica il nodo strutturale deve prevedere sollecitazioni dinamiche garantendo le prestazioni previste dalla classe di utilizzo.

1.1.3. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI STATICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni statiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

La muratura perimetrale poggerà sugli elementi strutturali principali in continuità e complanarità rispetto al filo esterno.

La muratura perimetrale esterna dovrà avere elementi puntuali di ancoraggio con quella perimetrale interna al fine di garantire un comportamento solidale. Questi collegamenti potranno essere eseguiti tramite zancature metalliche e/o conci murari, con passo e densità specifici dal tipo di muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si rimanda alle prescrizioni tecniche riportate dal progettista nel disciplinare tecnico.

1.2. Classe di Requisito: SICUREZZA AL FUOCO

Le prescrizioni fondamentali in materia di antincendio sono contenute nella normativa edilizia generale ovvero nelle norme edilizie regionali e nei decreti ministeriali. Valgono pertanto le specifiche condizioni richieste dalle singole normative in riferimento anche al tipo di utilizzo della struttura e alla destinazione d'uso dell'edificio.

1.2.1. RESISTENZA AL FUOCO R

Si intende la capacità durante un incendio di mantenere inalterate le proprie caratteristiche d'esercizio per un tempo limite utile alla messa in sicurezza degli occupanti.

La classe di resistenza al fuoco base prevista è R30. In caso di particolari esigenze si rimanda comunque alle prescrizioni previste per quelle esigenze. A titolo di esempio per l'elemento evidenziato in figura si possono prevedere particolari protezioni tramite pitture o rivestimenti protettivi con materiali che soddisfino le prescrizioni di resistenza al fuoco e al calore pur mantenendo, in condizioni di uso normali, le caratteristiche di capacità portante e di solidarietà con la struttura descritte in precedenza.

2. Classe Esigenziale: BENESSERE

2.1. Classe di Requisito: TERMOIGROMETRICO

2.1.1. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di condensa sulla superficie degli elementi.

La formazione di condensa superficiale può dare origine a muffe, causa di malattie respiratorie per gli occupanti. La muffa superficiale oltre a sgradevoli problemi estetici può anche influire sul degrado dei materiali delle finiture superficiali. La presenza di condensa è sintomo di un inadeguato comportamento termoigrometrico dell'involucro edilizio.

Attraverso la simulazione con un software agli elementi finiti è stato verificato che nel punto più sfavorevole del nodo (evidenziato in figura 2 con freccia rossa) la temperatura superficiale fosse maggiore di quella di rugiada per le condizioni al contorno di progetto scelte per la simulazione.

La tabella seguente riassume i principali valori considerati e verificati.

Temperatura interna di progetto - T_i [°C]	Temperatura esterna di progetto - T_e [°C]	Umidità relativa interna - ϕ [%]	Temperatura di rugiada - t_r [°C]	Temperatura superficiale interna (simulata) t_{si} [°C]
20°	-8°	60%	12,0°	17,0°

2.1.2. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di acqua di condensa all'interno degli elementi.

Il progettista in fase di progettazione deve verificare che durante tutta la stagione di riscaldamento non si formi condensa all'interno delle partizioni murarie. La formazione di condense può dare origine a fenomeni di degrado e ad un decadimento delle prestazioni fisico-tecniche degli elementi coinvolti.

I fenomeni di condensa dipendono principalmente dalle condizioni ambientali interne ed esterne specifiche di ogni singolo ambiente e dal contenuto di umidità dell'aria interna. Risulta necessario quindi considerare sia il corretto comportamento termoigrometrico della parete d'involucro, ma anche il buon funzionamento dell'impianto di riscaldamento. Se è previsto che quest'ultimo controlli anche l'umidità dell'aria oltre alla temperatura, si sottolinea l'importanza che questa venga mantenuta all'interno dei valori limite segnalati per evitare i suddetti fenomeni di condensa. L'integrazione progettuale impiantistica insieme a quella edilizia sono indispensabili per rispettare i limiti normativi e raggiungere il benessere ambientale desiderato.

2.1.3. CONTROLLO DELL'INERZIA TERMICA

Si intende l'attitudine ad attenuare entro opportuni valori l'ampiezza e l'oscillazione della temperatura e a ritardarne di una opportuna entità l'effetto.

Sotto l'azione di fattori termici estivi, i componenti edilizi devono essere dotati di una sufficiente inerzia termica in modo da garantire, attraverso adeguati livelli di attenuazione e di sfasamento dell'onda termica, condizioni accettabili di benessere termico estivo.

2.1.4. CONTROLLO DELL'ISOLAMENTO TERMICO

Si intende la capacità di garantire adeguata resistenza al flusso di calore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere termico.

Il parametro di riferimento per questo requisito è la trasmittanza termica areica o lineica in caso di ponte termico.

Coefficiente di trasmissione termica lineica ψ_e [W/mK] secondo diversi metodi di calcolo

Il coefficiente ricavato secondo le quattro modalità diverse non è del tutto attendibile poiché calcolato con metodologie e livelli di accuratezza differenti. Il confronto pertanto è indicativo ma non esaustivo.

Si ricorda che i calcoli secondo:

- UNI EN ISO 14683 ha un' accuratezza $\pm 50\%$;
- abaci e manuali $\pm 20\%$;
- numerici (modellazione elementi finiti) $\pm 5\%$

UNI EN ISO 14683	ABACO CESTEC/CENED	ATLANTE EDILCLIMA	SOFTWARE THERM 6.3
1,20	n.d.	0,28	0,35

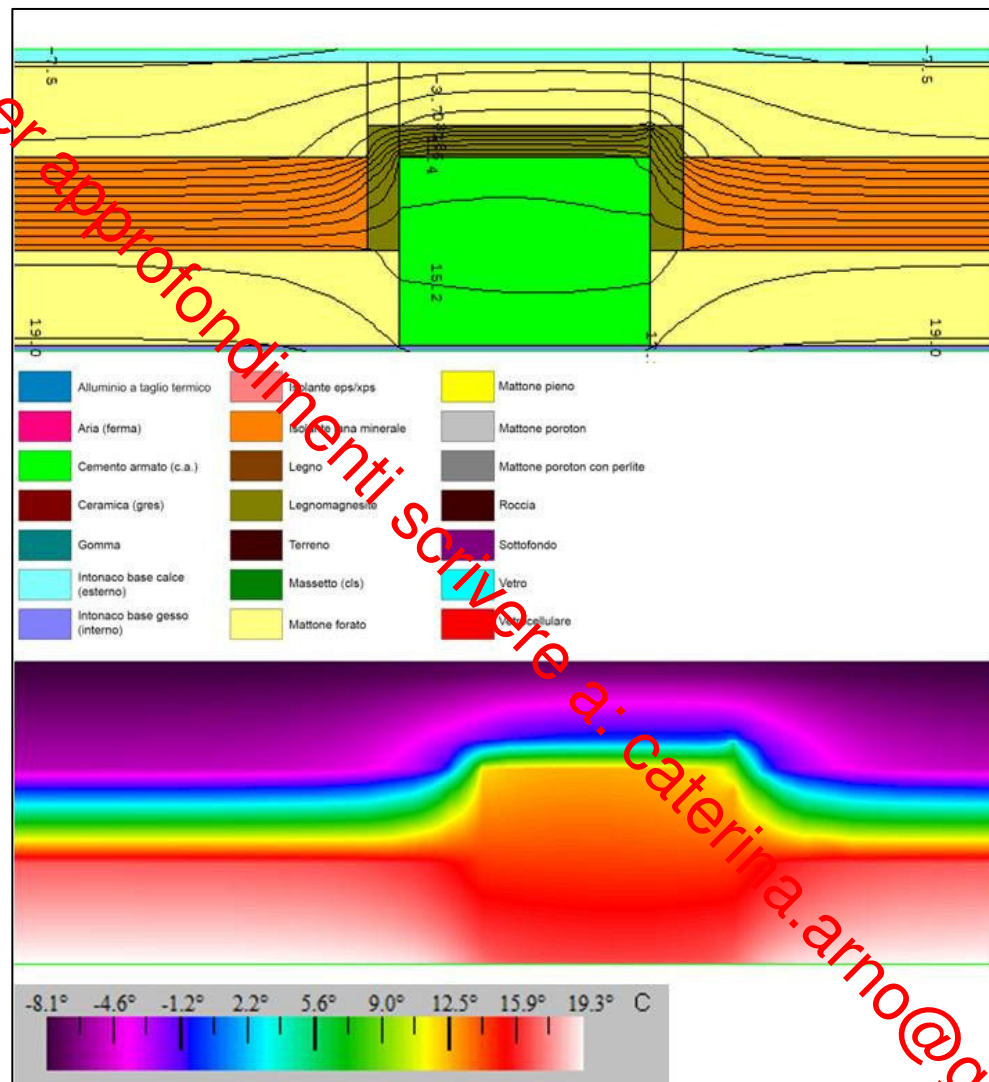


Figura B.1. simulazione termica con software agli elementi finiti (Therm 6.3)

2.2. Classe di Requisito: Acustico

2.2.1. ISOLAMENTO ACUSTICO

Si intende la capacità di garantire un'adeguata resistenza alle emissioni di rumore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere acustico.

La diffusione delle vibrazioni acustiche sia per via aerea che attraverso i componenti edilizi deve essere inibita tramite l'uso di opportuni dissuasori o separatori acustici come ad esempio l'impiego di gomme di separazione tra gli elementi strutturali e la muratura di partizione o di involucro.

3. Classe Esigenziale: INTEGRABILITÀ

3.1. Classe di Requisito: INTEGRABILITÀ DEGLI ELEMENTI TECNICI

3.1.1. INTEGRAZIONE DIMENSIONALE

Si intende la capacità di un elemento o di un componente di poter essere, in parte o totalmente, integrato dimensionalmente in un sistema già esistente onde garantirne prestazioni migliorate.

Durante la fase progettuale il progettista dovrà indicare le specifiche tolleranze dimensionali per i singoli elementi costituenti il nodo; tali valori dovranno essere rispettati e controllati dalla D.L. in fase esecutiva.

Durante la fase di realizzazione il costruttore dovrà rispettare i limiti di tolleranza prescritti e rendere geometricamente congruenti le superfici, degli strati intermedi, al fine di agevolare la posa e l'ancoraggio dello strato o dell'elemento contiguo.

4. Classe Esigenziale: GESTIONE

4.1. Classe di Requisito: GESTIONE DI MANUTENIBILITÀ

4.1.1. RESISTENZA AL GELO E ALL'IRRAGGIAMENTO

Si intende la capacità di mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire degrading o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio o di esposizione all'irraggiamento diretto.

Si suggerisce l'utilizzo di una rete portaintonaco di rinforzo nelle zone di discontinuità materica o geometrica. La rete garantirà continuità e supporto all'intonaco e assorbirà eventuali dilatazioni e variazioni dimensionali fornendo maggiore elasticità all'intonaco. Il materiale proposto dovrà avere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello degli strati di rivestimento di intonaco. Gli spessori rimangono comunque ridotti e si evitano fenomeni di degrado e distacco di porzioni di intonaco a causa degli stress termici indotti.

Per eventuali particolarità si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati.

C. INDICAZIONI DI POSA

Di seguito sono indicate le principali fasi per la realizzazione del nodo analizzato:

- 1) Realizzazione, con getto in opera, degli elementi strutturali (pilastro).
- 2) Posa e fissaggio dello strato di coibentazione verticale del pilastro. Se il materiale isolante è in lastre o pannelli è necessario garantirne, durante la posa, la perfetta complanarità e continuità tra un modulo e l'altro.
- 3) Posa dello strato esterno della muratura prestando particolare attenzione alla complanarità delle superfici murarie con quelle strutturali al fine di preparare le superfici alla posa del successivo strato di coibente. Realizzazione e predisposizione di collegamenti per la muratura interna che potranno essere eseguiti tramite zancature metalliche e/o conci murari, con passo e densità specifici dal tipo di muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si consiglia un rinzafo di malta sulla faccia interna del muro esterno al fine di garantire una maggiore stabilità muraria.
- 4) Posa e fissaggio dello strato di coibentazione verticale in intercapedine. Se il materiale isolante è in lastre o pannelli è necessario garantirne, durante la posa, la perfetta complanarità e continuità tra un modulo e l'altro. In caso di interruzioni puntuali della tessitura muraria per il passaggio di canali e/o impianti sarà necessario mantenere il più possibile la continuità di isolamento termico e acustico.
- 5) Posa e ancoraggio dello strato interno della muratura a quello esterno.
- 6) Posa degli strati di finitura e rivestimento verticale delle superfici esterne.
- 7) Posa degli strati di finitura e rivestimento verticale delle superfici interne. La realizzazione delle finiture esterna ed interna deve essere eseguita secondo le specifiche prescrizioni indicate dal progettista e dalla D.L. con particolare attenzione alla livellatura e a garantire i requisiti di resistenza alle dilatazioni termiche.

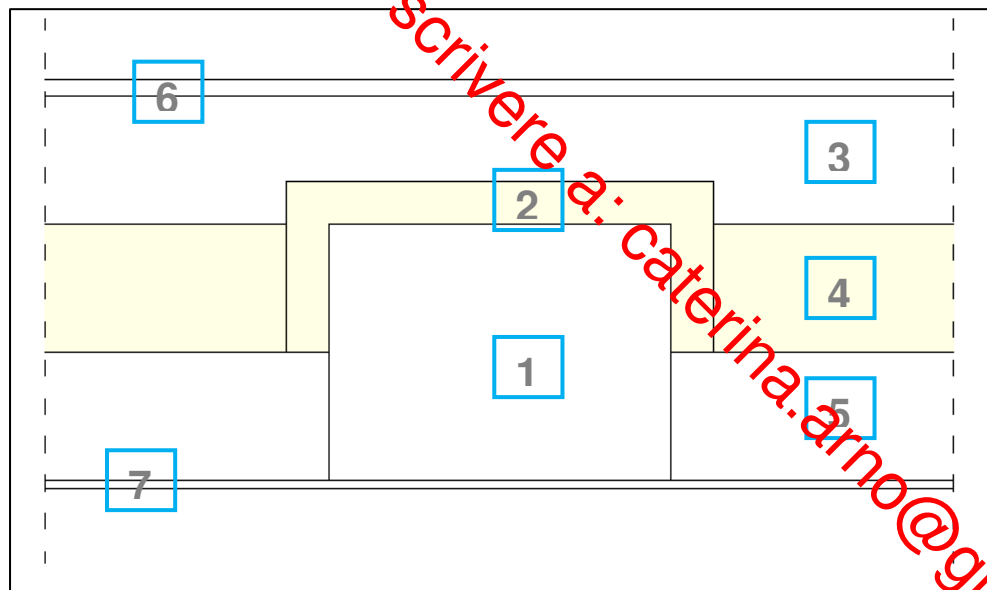
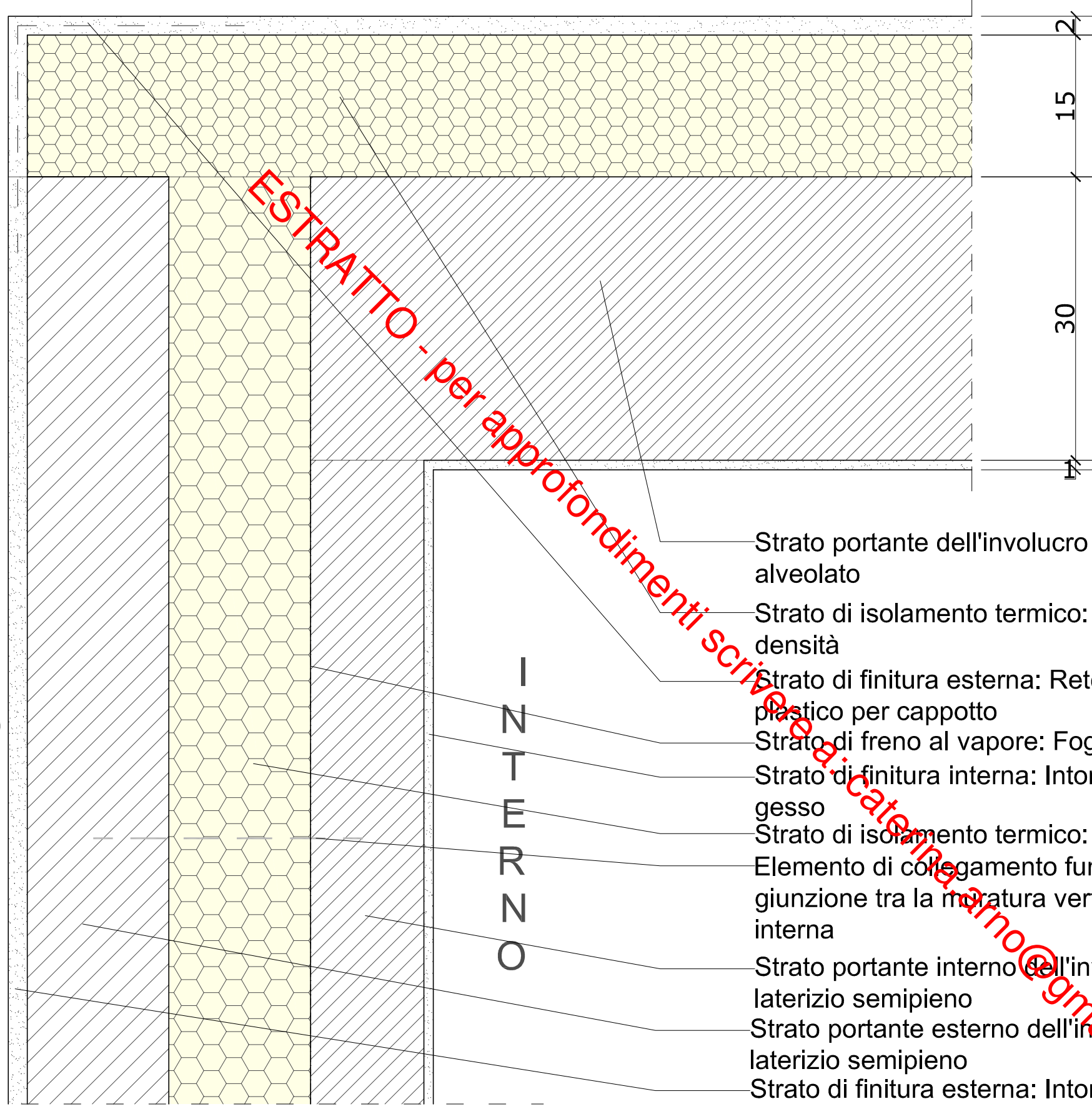
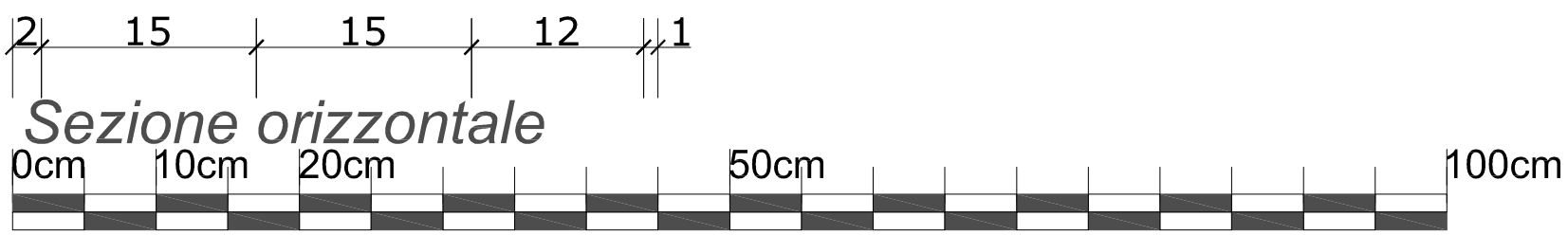


Figura C.1. indicazioni di posa

O Z R M - H S M



ESTRATTO - per approfondimenti scrivere a: caterina.arno@gmail.com



POLITECNICO DI TORINO - Dottorato ITAC - XXV CICLO

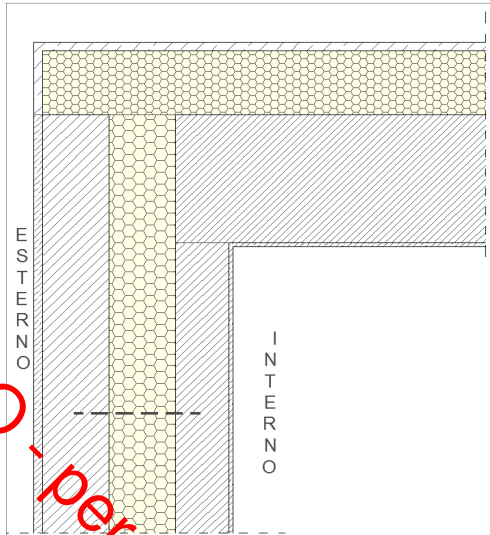
Discontinuità dell'involucro edilizio e contenimento dei fabbisogni energetici. Strumento per l'ottimizzazione di soluzioni tecnico-costruttive.

SCALA: 1:5

SOLUZIONE TECNICA DI DETTAGLIO:

Co.08-D pareti con isolante esterno e intermedio

Caterina Arnò

Co.08-D_ pareti con isolante esterno e intermedio

NOTA 1: Il dettaglio grafico proposto intende indicare la tipologia funzionale del nodo studiato. I riferimenti grafici hanno valenza indicativa e non esaustiva. Le singole caratteristiche dei materiali possono essere variate in base alle specifiche esigenze di calcolo.

NOTA 2: L'utente deve inserire i dati solo nelle caselle campite in grigio, i risultati vengono compilati in automatico ed i dati più sensibili sono evidenziati in grassetto.

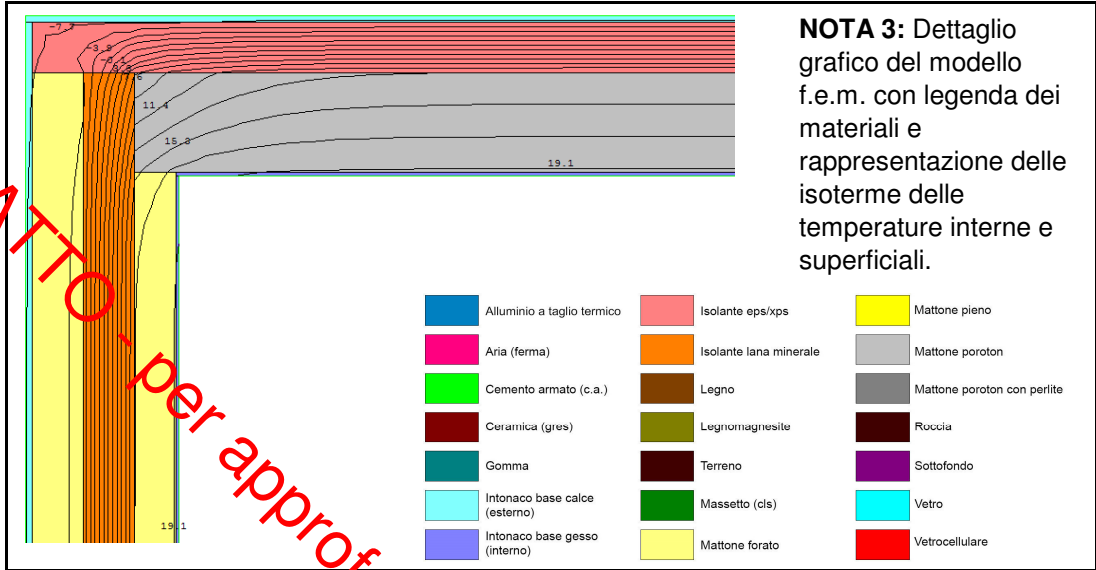
STRATIGRAFIA N° (isolante intermedio) Nome materiale	spessore s [m]	lunghezza h [m]	larghezza l [m]	densità d [kg/m ³]	cond. termica λ [W/mK]	peso p [kg]	resist. termica r [m ² K/W]
E Rse							0,040
01 IntonacoCalce	0,020	3,00	1,00	1600	0,800	96,000	0,025
02 MattoneForato	0,150	3,00	1,00	1200	0,360	540,000	0,417
03 LanaDiRoccia	0,150	3,00	1,00	30	0,040	13,500	3,750
04 MattoneForato	0,120	3,00	1,00	1200	0,360	432,000	0,333
05 IntonacoCalceGesso	0,015	3,00	1,00	1500	0,700	67,500	0,021
I Rsi							0,130
Spessore totale - Sp	[m]	0,455					
Volume - V	[m ³]	1,365					
Massa totale - M	[kg]	1149					
Peso totale - P	[N]	11272					
Resistenza termica totale - R	[m ² K/W]	4,716					
Trasmittanza termica totale - U	[W/m²K]	0,212					
Lunghezza equivalente - L	[m]	0,305					
Conducibilità termica equivalente - C	[W/m ² K]	1,256					
Conducibilità termica equivalente - λeq	[W/mK]	0,383					

Co.08-D pareti con isolante esterno e intermedio

STRATIGRAFIA N° (isolante esterno) Nome materiale	parete	spessore	lunghezza	larghezza	densità	cond. termica	peso	resist. termica
		s	h	l	d	λ	p	r
		[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[W/mK]	[kg]	[m ² K/W]
E Rse								0,040
01 IntonacoCalce		0,020	3,00	1,00	1600	0,800	96,000	0,025
02 PolistireneEstrusoLastre		0,150	3,00	1,00	35	0,035	15,750	4,286
03 BlocchiConArgillaEspansa		0,300	3,00	1,00	800	0,180	720,000	1,667
04 IntonacoCalceGesso		0,010	3,00	1,00	1500	0,700	45,000	0,014
I Rsi								0,130
Spessore totale - Sp		[m]	0,480					
Volume - V		[m ³]	1,440					
Massa totale - M		[kg]	877					
Peso totale - P		[N]	8601					
Resistenza termica totale - R		[m ² K/W]	6,162					
Trasmittanza termica totale - U		[W/m²K]	0,162					
Lunghezza equivalente - L		[m]	0,180					
Conduttività termica equivalente - C		[W/m ² K]	0,224					
Conducibilità termica equivalente - λ_{eq}		[W/mK]	0,040					

Co.08-D pareti con isolante esterno e intermedio

Calcolo del coefficiente di trasmissione termica lineica con l'ausilio di un modello f.e.m. (Therm 6.3)



NOTA 3: Dettaglio grafico del modello f.e.m. con legenda dei materiali e rappresentazione delle isoterme delle temperature interne e superficiali.

$$F_{ideale} = \Delta T * \sum_i^N (L_{ie} * U_i) [W / m]$$

$$F_{reale} = \Delta T * L_e * U_{factor} [W / m]$$

$$L_{2D} = F_{reale} / \Delta T = L_e * U_{factor} [W / mK]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - \sum_i^N (L_{ie} * U_i) = L_e * U_{factor} - \sum_i^N (L_{ie} * U_i) [W / mK]$$

NOTA 4: I parametri fisicotecnici utilizzati per il modello possono differire rispetto a quelli scelti per il calcolo con le formule dell'abaco Cened poiché quest'ultimo è valido solo in precisi campi di esistenza mentre il modello f.e.m. garantisce una maggiore versatilità.

Di seguito si riporta il coefficiente calcolato rispetto al perimetro esterno d'involucro.

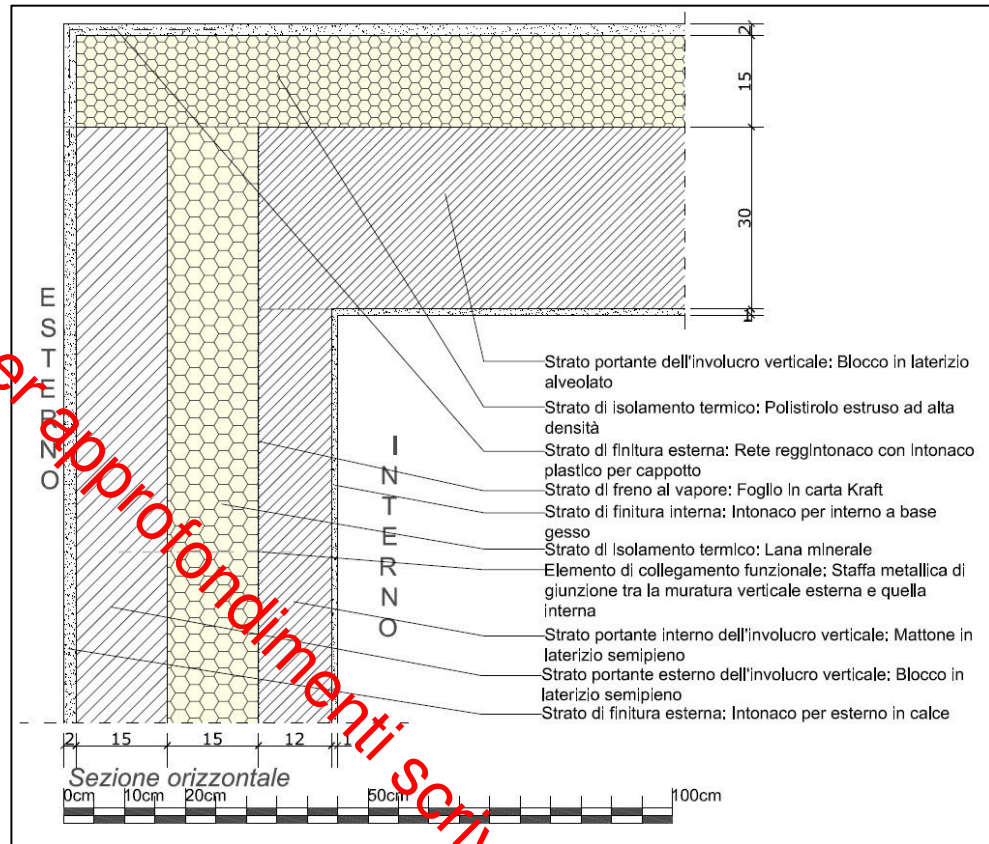
lunghezza esterna	delta termico	trasm.za termica ideale	flusso termico ideale	trasm.za termica globale	flusso termico reale	coeff. acc.mento termico	coeff. disp. termica lineica
L_e	ΔT	U_c	F_{ideale}	U_{factor}	F_{reale}	L_{2D}	Ψ_e
[m]	[K]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/mK]	[W/mK]

<i>Coefficiente di dispersione termica secondo l'asse orizzontale</i>							
2,52	28	0,1623	11,45	0,1536	10,84	4,30	0,02

<i>Coefficiente di dispersione termica secondo l'asse verticale</i>							
2,65	28	0,2123	15,75	0,1924	14,28	5,39	-0,05

<i>Coefficiente di dispersione termica secondo la lunghezza globale</i>							
5,17	28	0,1879	27,20	0,1735	25,12	4,86	-0,07

Co.08-D pareti con isolante esterno e intermedio



A. DESCRIZIONE

Nodo perimetrale d'angolo esterno formato dall'incontro tra due diversi tipi di involucro: rivestimento esterno a cappotto e muratura con isolante in intercapedine.

Nel dettaglio proposto un lato della muratura è in blocchi di laterizio alveolare con rivestimento esterno a cappotto e sull'altro lato proposto la muratura è in laterizio semipieno tradizionale con isolante interposto in intercapedine. L'intercapedine, se adeguatamente dimensionata, può ospitare uno spessore variabile di isolamento. Gli elementi per l'isolamento termico differiscono per spessore e tipologia del materiale utilizzato, ma la continuità di separazione e d'isolamento termico tra interno ed esterno è garantita. Il disegno precedente evidenzia questa continuità con una campitura di colore giallo, utilizzata anche negli elaborati grafici.



Figura A.1. posa di isolamento esterno e di intercapedine

B. CLASSI ESIGENZIALI E REQUISITI

1. Classe Esigenziale: SICUREZZA

1.1. Classe di Requisito: SICUREZZA DI STABILITÀ

Il rivestimento esterno del sistema a cappotto è fissato e reso solidale alla muratura interna portante attraverso fissaggi di tipo chimico (incollaggio) e fisico (ancoraggio).

La muratura interna e quella esterna sono rese solidali da zanche metalliche puntuali poste ad intervalli regolari al fine di garantirne un comportamento omogeneo e continuo.

1.1.1. AFFIDABILITÀ

Si intende l'attitudine a garantire, in condizioni di normale utilizzo, livelli prestazionali costanti nel tempo.

Le caratteristiche prestazionali di capacità portante dovranno essere mantenute nel tempo. Si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati.

1.1.2. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI DINAMICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni dinamiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

In riferimento alla vigente normativa antisismica il nodo strutturale deve prevedere sollecitazioni dinamiche garantendo le prestazioni previste dalla classe di utilizzo. Nello specifico le armature di sostegno dell'elemento devono integrarsi con le armature previste nel normale calcolo strutturale.

1.1.3. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI STATICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni statiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

La muratura perimetrale si poggerà sugli elementi strutturali principali in continuità e complanarità rispetto al filo esterno.

Per il muro con intercapedine la muratura perimetrale esterna dovrà avere elementi puntuali di ancoraggio con quella perimetrale interna al fine di garantire un comportamento solidale. Questi collegamenti potranno essere eseguiti tramite zancature metalliche e/o conci murari, con passo e densità specifici dal tipo di muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si rimanda alle prescrizioni tecniche riportate dal progettista nel disciplinare tecnico.

1.2. Classe di Requisito: SICUREZZA AL FUOCO

Le prescrizioni fondamentali in materia di antincendio sono contenute nella normativa edilizia generale ovvero nelle norme edilizie regionali e nei decreti ministeriali. Valgono pertanto le specifiche condizioni richieste dalle singole normative in riferimento anche al tipo di utilizzo della struttura e alla destinazione d'uso dell'edificio.

1.2.1. RESISTENZA AL FUOCO R

Si intende la capacità durante un incendio di mantenere inalterate le proprie caratteristiche d'esercizio per un tempo limite utile alla messa in sicurezza degli occupanti.

La classe di resistenza al fuoco base prevista è R30. In caso di particolari esigenze si rimanda comunque alle prescrizioni previste per quelle esigenze. A titolo di esempio per l'elemento evidenziato in figura, si possono prevedere particolari protezioni tramite pitture o rivestimenti protettivi con materiali che soddisfino le prescrizioni di resistenza al fuoco e al calore pur mantenendo, in condizioni di uso normali, le caratteristiche di capacità portante e di solidarietà con la struttura descritte in precedenza.

2. Classe Esigenziale: BENESSERE

2.1. Classe di Requisito: TERMOIGROMETRICO

2.1.1. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di condensa sulla superficie degli elementi.

La formazione di condensa superficiale può dare origine a muffe, causa di malattie respiratorie per gli occupanti. La muffa superficiale oltre a sgradevoli problemi estetici può anche influire sul degrado dei materiali delle finiture superficiali. La presenza di condensa è sintomo di un inadeguato comportamento termoigrometrico dell'involucro edilizio.

Attraverso la simulazione con un software agli elementi finiti è stato verificato che nel punto più sfavorevole del nodo la temperatura superficiale fosse maggiore di quella di rugiada per le condizioni al contorno di progetto scelte per la simulazione.

La tabella seguente riassume i principali valori considerati e verificati.

Temperatura interna di progetto - T_i [°C]	Temperatura esterna di progetto - T_e [°C]	Umidità relativa interna - ϕ [%]	Temperatura di rugiada - t_r [°C]	Temperatura superficiale interna (simulata) t_{si} [°C]
20°	-8°	60%	12,0°	18,1°

2.1.2. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di acqua di condensa all'interno degli elementi.

Il progettista in fase di progettazione deve verificare che durante tutta la stagione di riscaldamento non si formi condensa all'interno delle partizioni murarie. La formazione di condense può dare origine a fenomeni di degrado e ad un decadimento delle prestazioni fisico-tecniche degli elementi coinvolti.

I fenomeni di condensa dipendono principalmente dalle condizioni ambientali interne ed esterne specifiche di ogni singolo ambiente e dal contenuto di umidità dell'aria interna. Risulta necessario quindi considerare sia il corretto comportamento termoigrometrico della parete d'involucro, ma anche il buon funzionamento dell'impianto di riscaldamento. Se è previsto che quest'ultimo controlli anche l'umidità dell'aria oltre alla temperatura, si sottolinea l'importanza che questa venga mantenuta all'interno dei valori limite segnalati per evitare i suddetti fenomeni di condensa. L'integrazione progettuale impiantistica insieme a quella edilizia sono indispensabili per rispettare i limiti normativi e raggiungere il benessere ambientale desiderato.

2.1.3. CONTROLLO DELL'INERZIA TERMICA

Si intende l'attitudine ad attenuare entro opportuni valori l'ampiezza e l'oscillazione della temperatura e a ritardarne di una opportuna entità l'effetto.

Sotto l'azione di fattori termici estivi, i componenti edilizi devono essere dotati di una sufficiente inerzia termica in modo da garantire, attraverso adeguati livelli di attenuazione e di sfasamento dell'onda termica, condizioni accettabili di benessere termico estivo.

2.1.4. CONTROLLO DELL'ISOLAMENTO TERMICO

Si intende la capacità di garantire adeguata resistenza al flusso di calore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere termico.

Il parametro di riferimento per questo requisito è la trasmittanza termica areica o lineica in caso di ponte termico.

Coefficiente di trasmissione termica lineica ψ_e [W/mK] secondo diversi metodi di calcolo

Il coefficiente ricavato secondo le quattro modalità diverse non è del tutto attendibile poiché calcolato con metodologie e livelli di accuratezza differenti. Il confronto pertanto è indicativo ma non esaustivo.

Si ricorda che i calcoli secondo:

- UNI EN ISO 14683 ha un' accuratezza $\pm 50\%$;
- abaci e manuali $\pm 20\%$;
- numerici (modellazione elementi finiti) $\pm 5\%$

UNI EN ISO 14683	ABACO CESTEC/CENED	ATLANTE EDILCLIMA	SOFTWARE THERM 6.3
n.d.	n.d.	n.d.	-0,07

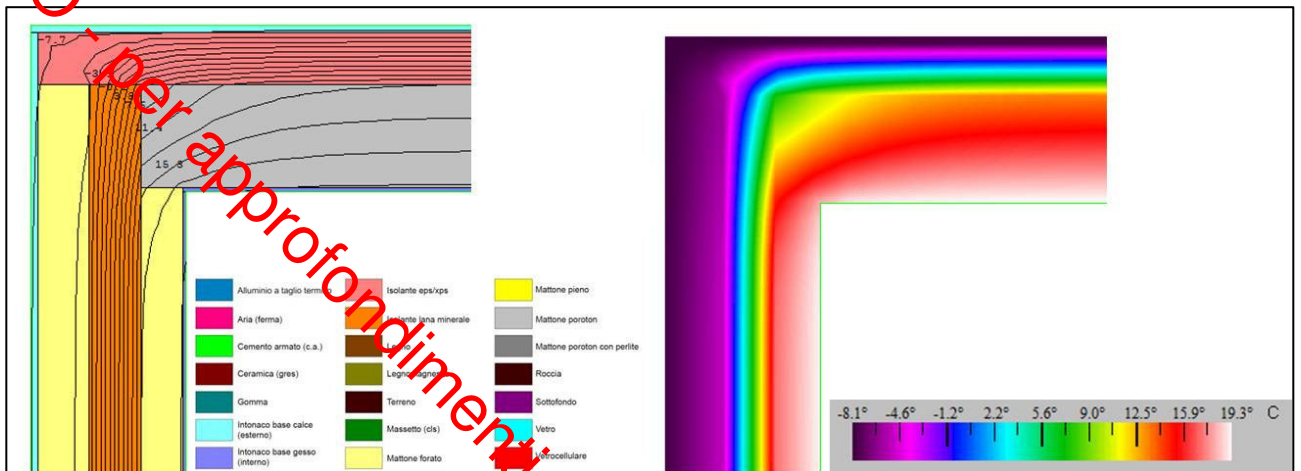


Figura B.1. simulazione termica con software agli elementi finiti (Therm 6.3)

2.2. Classe di Requisito: ACUSTICO

2.2.1. ISOLAMENTO ACUSTICO

Si intende la capacità di garantire un'adeguata resistenza alle emissioni di rumore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere acustico.

La diffusione delle vibrazioni acustiche sia per via aerea che attraverso i componenti edilizi deve essere inibita tramite l'uso di opportuni dissuasori o separatori acustici come ad esempio l'impiego di gomme di separazione tra gli elementi strutturali e la muratura di partizione o di involucro.

3. Classe Esigenziale: INTEGRABILITÀ

3.1. Classe di Requisito: INTEGRABILITÀ DEGLI ELEMENTI TECNICI

3.1.1. INTEGRAZIONE DIMENSIONALE

Si intende la capacità di un elemento o di un componente di poter essere, in parte o totalmente, integrato dimensionalmente in un sistema già esistente onde garantire prestazioni migliorate.

Durante la fase progettuale il progettista dovrà indicare le specifiche tolleranze dimensionali per i singoli elementi costituenti il nodo; tali valori dovranno essere rispettati e controllati dalla D.L. in fase esecutiva.

Durante la fase di realizzazione il costruttore dovrà rispettare i limiti di tolleranza prescritti e rendere geometricamente congruenti le superfici, degli strati intermedi, al fine di agevolare la posa e l'ancoraggio dello strato o dell'elemento contiguo.

4. Classe Esigenziale: GESTIONE

4.1. Classe di Requisito: GESTIONE DI MANUTENIBILITÀ

4.1.1. RESISTENZA AL GELO E ALL'IRRAGGIAMENTO

Si intende la capacità di mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire degni o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio o di esposizione all'irraggiamento diretto.

Si suggerisce l'utilizzo di una rete portaintonaco di rinforzo nelle zone di discontinuità materica o geometrica. La rete garantirà continuità e supporto all'intonaco e assorbirà eventuali dilatazioni e variazioni dimensionali fornendo maggiore elasticità all'intonaco. Il materiale proposto dovrà avere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello degli strati di rivestimento di intonaco. Gli spessori rimangono comunque ridotti e si evitano fenomeni di degrado e distacco di porzioni di intonaco a causa degli stress termici indotti.

Per eventuali particolarità si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati.

ESTRATTO. Per approfondimenti scrivere a: caterina.arno@gmail.com

C. INDICAZIONI DI POSA

Di seguito sono indicate le principali fasi per la realizzazione del nodo analizzato:

- 1) Posa dell'involucro murario principale per la muratura con rivestimento a cappotto prestando particolare attenzione alla complanarità delle superfici murarie con quelle strutturali al fine di preparare le superfici alla posa del successivo strato di coibente.
 - 2) Posa dello strato esterno della muratura ad intercapedine prestando particolare attenzione alla complanarità delle superfici murarie con quelle strutturali al fine di preparare le superfici alla posa del successivo strato di coibente. Realizzazione e predisposizione di collegamenti per la muratura interna che potranno essere eseguiti tramite zancature metalliche e/o conci murari, con passo e densità specifici dal tipo di muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si consiglia un rinzaffo di malta sulla faccia interna del muro esterno al fine di garantire una maggiore stabilità muraria.
- N.B. Nell'angolo, in prossimità dell'incrocio tra le due murature, interporre lo strato di materiale isolante in maniera da garantire la corretta distanza tra le due murature e l'adeguata coibentazione (da proseguire e completare nelle fasi successive).
- 3) Posa e ancoraggio (chimico e meccanico) del sistema di rivestimento a cappotto esterno. Se il materiale isolante è in lastre o pannelli è necessario garantirne, durante la posa, la perfetta complanarità e continuità tra un modulo e l'altro. In caso di interruzioni puntuali della tessitura muraria per il passaggio di canali e/o impianti sarà necessario mantenere il più possibile la continuità di isolamento termico e acustico.
 - 4) Posa e fissaggio dello strato di coibentazione verticale in intercapedine. Se il materiale isolante è in lastre o pannelli è necessario garantirne, durante la posa, la perfetta complanarità e continuità tra un modulo e l'altro. In caso di interruzioni puntuali della tessitura muraria per il passaggio di canali e/o impianti sarà necessario mantenere il più possibile la continuità di isolamento termico e acustico.
 - 5) Posa e ancoraggio dello strato interno della muratura a quello esterno.
 - 6) Posa e regolarizzazione degli strati di finitura dell'intonaco esterno usando materiali e tecniche che bene si abbinino alla superficie di posa sottostante. Al fine di compensare gli spostamenti e le dilatazioni conseguenti all'eterogeneità dei materiali impiegati si consiglia di usare reti portaintonaco.
 - 7) Posa degli strati di finitura e rivestimento verticale delle superfici interne. La realizzazione delle finiture esterna ed interna deve essere eseguita secondo le specifiche prescrizioni indicate dal progettista e dalla D.L. con particolare attenzione alla livellatura e a garantire i requisiti di resistenza alle dilatazioni termiche.

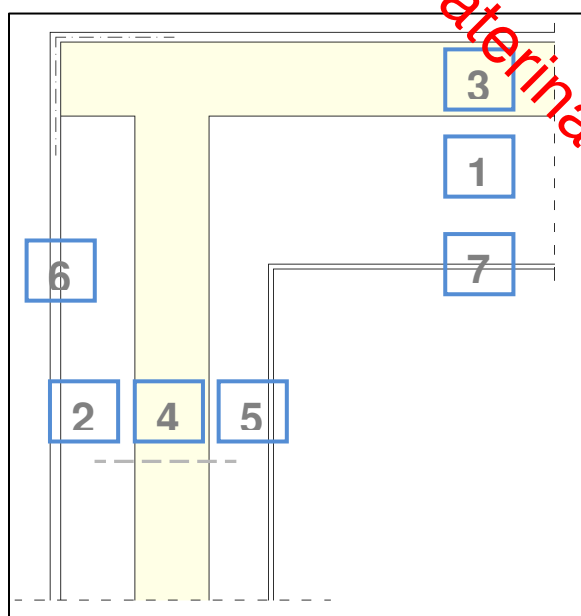
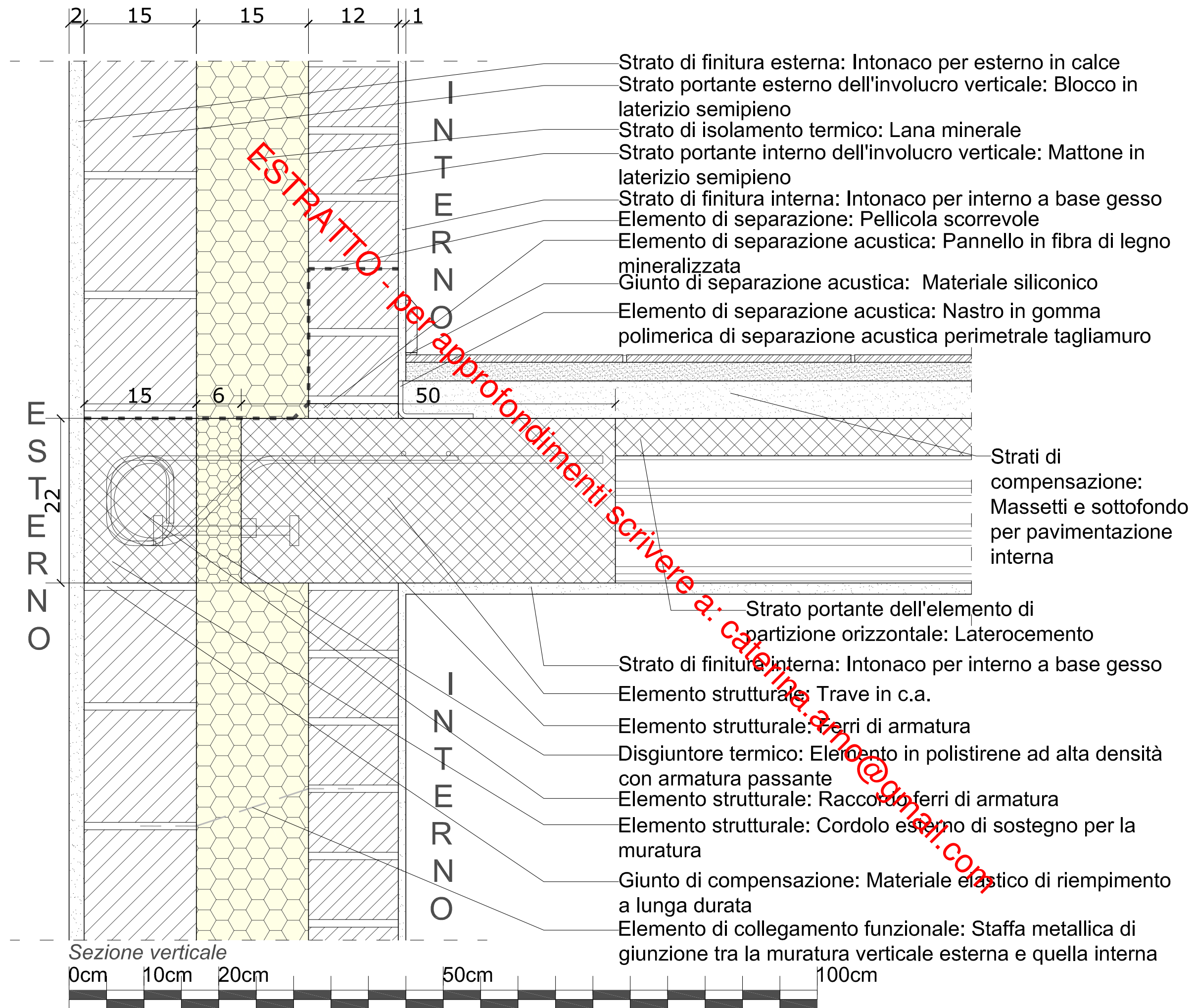


Figura C.1. indicazioni di posa



POLITECNICO DI TORINO - Dottorato ITAC - XXV CICLO

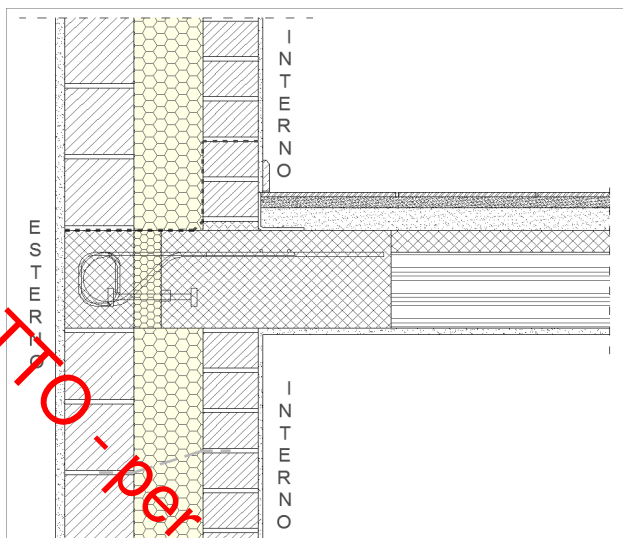
Discontinuità dell'involucro edilizio e contenimento dei fabbisogni energetici. Strumento per l'ottimizzazione di soluzioni tecnico-costruttive.

SCALA: 1:5

SOLUZIONE TECNICA DI DETTAGLIO:

IFv.02-B_ parete (continua) con isolante intermedio (cordolo disgiuntore)

IFv.02-B _ parete (continua) con isolante intermedio (cordolo disgiuntore)



NOTA 1: Il dettaglio grafico proposto intende indicare la tipologia funzionale del nodo studiato. I riferimenti grafici hanno valenza indicativa e non esaustiva. Le singole caratteristiche dei materiali possono essere variate in base alle specifiche esigenze di calcolo.

NOTA 2: L'utente deve inserire i dati solo nelle caselle campite in grigio, i risultati vengono compilati in automatico ed i dati più sensibili sono evidenziati in grassetto.

N°	STRATIGRAFIA parete	spessore	lunghezza	larghezza	densità	cond. termica	peso	resist. termica
	Nome materiale	s	h	l	d	λ	p	r
		[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[W/mK]	[kg]	[m ² K/W]
E	Rse							0,040
01	IntonacoCalce	0,026	3,00	1,00	1600	0,800	96,000	0,025
02	MattoneForato	0,150	3,00	1,00	1200	0,360	540,000	0,417
03	LanaDiRoccia	0,150	3,00	1,00	30	0,040	13,500	3,750
04	MattoneForato	0,120	3,00	1,00	1200	0,360	432,000	0,333
05	IntonacoCalceGesso	0,010	3,00	1,00	1500	0,700	45,000	0,014
I	Rsi							0,130
	Spessore totale - Sp	[m]	0,450					
	Volume - V	[m ³]	1,350					
	Massa totale - M	[kg]	1127					
	Peso totale - P	[N]	11051					
	Resistenza termica totale - R	[m ² K/W]	4,709					
	Trasmittanza termica totale - U	[W/m²K]	0,212					
	Lunghezza equivalente - L	[m]	0,300					
	Conduktività termica equivalente - C	[W/m ² K]	0,789					
	Conducibilità termica equivalente - λ_{eq}	[W/mK]	0,237					

IFv.02-B _ parete (continua) con isolante intermedio (cordolo disgiuntore)

N°	STRATIGRAFIA trave	spessore	lunghezza	larghezza	densità	cond. termica	peso	resist. termica
	Nome materiale	s	h	l	d	λ	p	r
		[m]	[m]	[m]	[kg/m ³]	[W/mK]	[kg]	[m ² K/W]
E	Rse							0,040
01	IntonacoCalce	0,020	3,00	1,00	1600	0,800	96,000	0,025
03	CementoArmato	0,150	3,00	1,00	2400	2,300	1080,000	0,065
02	Poliuretano	0,080	3,00	1,00	30	0,030	7,200	2,667
03	CementoArmato	0,200	3,00	1,00	2400	2,300	1440,000	0,087
	Rsi							0,130
	Spessore totale - Sp	[m]	0,450					
	Resistenza termica totale - R	[m ² K/W]	3,014					
	Trasmittanza termica totale - U	[W/m²K]	0,332					
	Trasmittanza adimensionale - U*	[-]	1,563					

Calcolo del coefficiente di trasmissione termica lineica secondo l'abaco Cened

Riferita alle dimensioni esterne

$$\psi_E = 0,112 + 0,428 \cdot U^* - \frac{0,127}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

Riferita alle dimensioni interne

$$\psi_I = -0,298 + 1,015 \cdot U^* - \frac{0,219}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

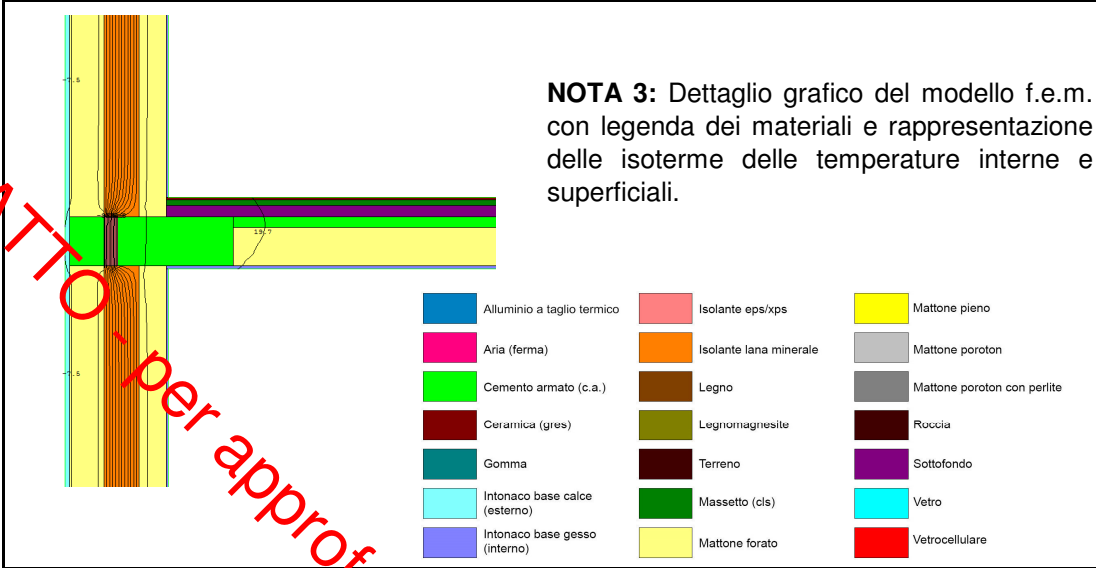
Campo di validità

$$1,08 \leq U^* \leq 1,62 \quad 0,25 \leq \lambda_{eq} \leq 0,81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

Trasmittanza termica lineica riferita a dimensioni esterne - ψ_e [W/mK] 0,24Trasmittanza termica lineica riferita a dimensioni interne - ψ_i [W/mK] 0,37

IFv.02-B _ parete (continua) con isolante intermedio (cordolo disgiuntore)

Calcolo del coefficiente di trasmissione termica lineica con l'ausilio di un modello f.e.m. (Therm 6.3)



$$F_{ideale} = \Delta T * \sum_i (L_{ie} * U_i) [W / m]$$

$$F_{reale} = \Delta T * L_e * U_{factor} [W / m]$$

$$L_{2D} = F_{reale} / \Delta T = L_e * U_{factor} [W / mK]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - \sum_i (L_{ie} * U_i) = L_e * U_{factor} - \sum_i (L_{ie} * U_i) [W / mK]$$

NOTA 4: I parametri fisicotecnici utilizzati per il modello possono differire rispetto a quelli scelti per il calcolo con le formule dell'abaco Gened poiché quest'ultimo è valido solo in precisi campi di esistenza mentre il modello f.e.m. garantisce una maggiore versatilità.

Di seguito si riporta il coefficiente calcolato rispetto al perimetro esterno d'involucro.

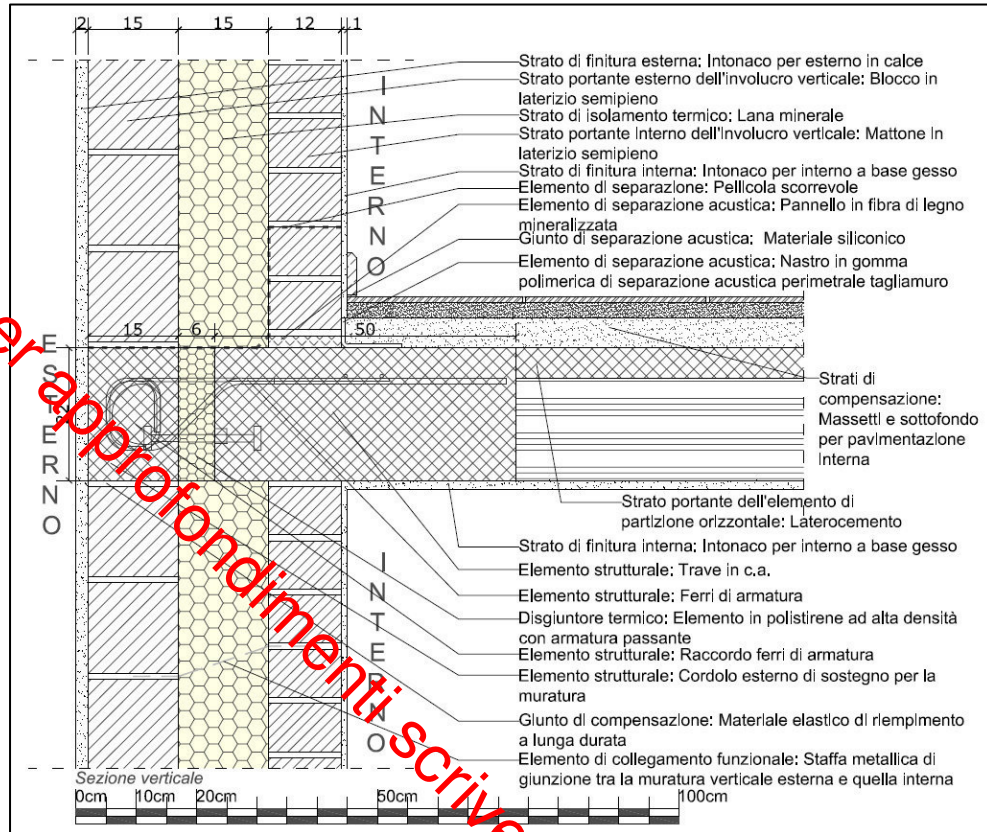
lunghezza esterna	delta termico	trasm.za termica ideale	flusso termico ideale	trasm.za termica globale	flusso termico reale	coeff. acc.mento termico	coeff. disp. termica lineica
L_e	ΔT	U_c	F_{ideale}	U_{factor}	F_{reale}	U_{2D}	Ψ_e
[m]	[K]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/m ² K]	[W/m]	[W/mK]	[W/mK]

<i>Coefficiente di dispersione termica usando poliuretano ad alta densità</i>							
5,18	28	0,2123	30,76	0,2258	32,72	6,32	0,07

<i>Coefficiente di dispersione termica usando vetrocellulare</i>							
5,18	28	0,2123	30,76	0,2402	34,80	6,73	0,14

<i>Coefficiente di dispersione termica usando legnomagnesite</i>							
5,18	28	0,2123	30,76	0,2508	36,34	7,02	0,20

IFv.02-B_ parete (continua) con isolante intermedio (cordolo disgiuntore)



A. DESCRIZIONE

Nodo di intersezione tra parete perimetrale esterna e solaio interno. Nel dettaglio proposto la muratura è in laterizio semipieno tradizionale con isolante interposto in intercapedine. L'intercapedine, se adeguatamente dimensionata può ospitare uno spessore variabile di isolamento. Il livello minimo di coibentazione viene raggiunto dal primo strato, mentre il secondo può essere aggiunto nel caso in cui si intenda implementare le prestazioni termo-igrometriche. La struttura portante è in cemento armato e la trave di bordo ha interposto al suo interno un elemento in materiale isolante ad alta densità (disgiuntore termico) che garantisce una migliore coibentazione e continuità di isolamento termico. Gli elementi per l'isolamento termico differiscono per spessore e tipologia del materiale utilizzato, ma la continuità di separazione e d'isolamento termico tra interno ed esterno è garantita. Il disegno precedente evidenzia questa continuità con una campitura di colore giallo, utilizzata anche negli elaborati grafici.



Figura A.1. getto del cemento armato e utilizzo del dissuasore termico con ferri di armatura passanti

B. CLASSI ESIGENZIALI E REQUISITI

1. Classe Esigenziale: SICUREZZA

1.1. Classe di Requisito: SICUREZZA DI STABILITÀ

La muratura interna e quella esterna sono rese solidali da zanche metalliche puntuali poste ad intervalli regolari al fine di garantire un comportamento omogeneo e continuo.

1.1.1. AFFIDABILITÀ

Si intende l'attitudine a garantire, in condizioni di normale utilizzo, livelli prestazionali costanti nel tempo.

Le caratteristiche prestazionali di capacità portante dovranno essere mantenute nel tempo. Si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati. L'utilizzo di tasselli e di zanche metalliche favorisce l'ancoraggio e il fissaggio delle tamponature agli elementi strutturali principali.

La realizzazione delle strutture portanti principali, tramite getto di cls in opera, prevede una preventiva posa delle armature alle quali dovranno essere collegate mediante debito inserimento i ferri di ancoraggio dell'elemento disgiuntore di separazione termica. L'elemento proposto dovrà perfettamente integrarsi con la struttura, garantendo una capacità portante pari e superiore al carico proprio e accidentale della muratura esterna. Le dimensioni dell'elemento possono variare in funzione della dimensione della trave (altezza e carpenteria metallica di armatura).

1.1.2. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI DINAMICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni dinamiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

In riferimento alla vigente normativa antisismica il nodo strutturale deve prevedere sollecitazioni dinamiche garantendo le prestazioni previste dalla classe di utilizzo. Nello specifico le armature di sostegno dell'elemento devono integrarsi con le armature stabilite nel normale calcolo strutturale.

1.1.3. RESISTENZA MECCANICA ALLE AZIONI STATICHE

Si intende la capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni statiche agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

La muratura perimetrale si poggerà sugli elementi strutturali principali in continuità e complanarità rispetto al filo esterno.

La muratura perimetrale esterna dovrà avere elementi puntuali di ancoraggio con le parti strutturali in cemento armato per garantire un comportamento solidale. Questi collegamenti potranno essere eseguiti tramite ferri di armatura con passo e densità specifici secondo la muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si rimanda alle prescrizioni tecniche riportate dal progettista nel disciplinare tecnico.

1.2. Classe di Requisito: SICUREZZA AL FUOCO

Le prescrizioni fondamentali in materia di antincendio sono contenute nella normativa edilizia generale ovvero nelle norme edilizie regionali e nei decreti ministeriali. Valgono pertanto le specifiche condizioni richieste dalle singole normative in riferimento anche al tipo di utilizzo della struttura e alla destinazione d'uso dell'edificio.

1.2.1. RESISTENZA AL FUOCO R

Si intende la capacità durante un incendio di mantenere inalterate le proprie caratteristiche d'esercizio per un tempo limite utile alla messa in sicurezza degli occupanti.

La classe di resistenza al fuoco base prevista è R30. In caso di particolari esigenze si rimanda comunque alle prescrizioni previste per quelle esigenze. A titolo di esempio per l'elemento evidenziato in figura si possono prevedere particolari protezioni tramite pitture o rivestimenti protettivi con materiali che soddisfino le prescrizioni di resistenza al fuoco e al calore pur mantenendo, in condizioni di uso normali, le caratteristiche di capacità portante e di solidarietà con la struttura descritte in precedenza.

2. Classe Esigenziale: **BENESSERE**

2.1. Classe di Requisito: **TERMOIGROMETRICO**

2.1.1. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di condensa sulla superficie degli elementi.

La formazione di condensa superficiale può dare origine a muffe, causa di malattie respiratorie per gli occupanti. La muffa superficiale oltre a sgradevoli problemi estetici può anche influire sul degrado dei materiali delle finiture superficiali. La presenza di condensa è sintomo di un inadeguato comportamento termo-igrometrico dell'involucro edilizio.

Attraverso la simulazione con un software agli elementi finiti è stato verificato che nel punto più sfavorevole del nodo, la temperatura superficiale fosse maggiore di quella di rugiada per le condizioni al contorno di progetto scelte per la simulazione.

La tabella seguente riassume i principali valori considerati e verificati.

Temperatura interna di progetto - T_i [°C]	Temperatura esterna di progetto - T_e [°C]	Umidità relativa interna - ϕ [%]	Temperatura di rugiada - t_r [°C]	Temperatura superficiale interna (simulata) t_{si} [°C]
20°	-8°	60%	12,0°	18,9°

2.1.2. CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE

Si intende l'attitudine ad evitare la formazione di acqua di condensa all'interno degli elementi.

Il progettista in fase di progettazione deve verificare che durante tutta la stagione di riscaldamento non si formi condensa all'interno delle partizioni murarie. La formazione di condensa può dare origine a fenomeni di degrado e ad un decadimento delle prestazioni fisico-tecniche degli elementi coinvolti.

I fenomeni di condensa dipendono principalmente dalle condizioni ambientali interne ed esterne specifiche di ogni singolo ambiente e dal contenuto di umidità dell'aria interna. Risulta necessario quindi, considerare sia il corretto comportamento termoigrometrico della parete d'involucro, sia il buon funzionamento dell'impianto di riscaldamento. Se è previsto che quest'ultimo controlli anche l'umidità dell'aria oltre alla temperatura, si sottolinea l'importanza che questa sia mantenuta all'interno dei valori limite segnalati per evitare i suddetti fenomeni di condensa. L'integrazione progettuale impiantistica insieme a quella edilizia sono indispensabili per rispettare i limiti normativi e raggiungere il benessere ambientale desiderato.

2.1.3. CONTROLLO DELL'INERZIA TERMICA

Si intende l'attitudine ad attenuare entro opportuni valori l'ampiezza di oscillazione della temperatura e a ritardarne di una opportuna entità l'effetto.

Sotto l'azione di fattori termici estivi, i componenti edilizi devono essere dotati di una sufficiente inerzia termica in modo da garantire, attraverso adeguati livelli di attenuazione e di sfasamento dell'onda termica, condizioni accettabili di benessere termico estivo.

2.1.4. CONTROLLO DELL'ISOLAMENTO TERMICO

Si intende la capacità di garantire adeguata resistenza al flusso di calore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere termico.

Il parametro di riferimento per questo requisito è la trasmittanza termica areica o lineica in caso di ponte termico.

Coefficiente di trasmissione termica lineica ψ_e [W/mK] secondo diversi metodi di calcolo

Il coefficiente ricavato secondo le quattro modalità diverse non è del tutto attendibile poiché calcolato con metodologie e livelli di accuratezza differenti. Il confronto pertanto è indicativo ma non esaustivo.

Si ricorda che i calcoli secondo:

- UNI EN ISO 14683 ha un' accuratezza $\pm 50\%$;
- abaci e manuali $\pm 20\%$;
- numerici (modellazione elementi finiti) $\pm 5\%$

UNI EN ISO 14683	ABACO CESTEC/CENED	ATLANTE EDILCLIMA	SOFTWARE THERM 6.3
0,95	0,24	0,50	0,07

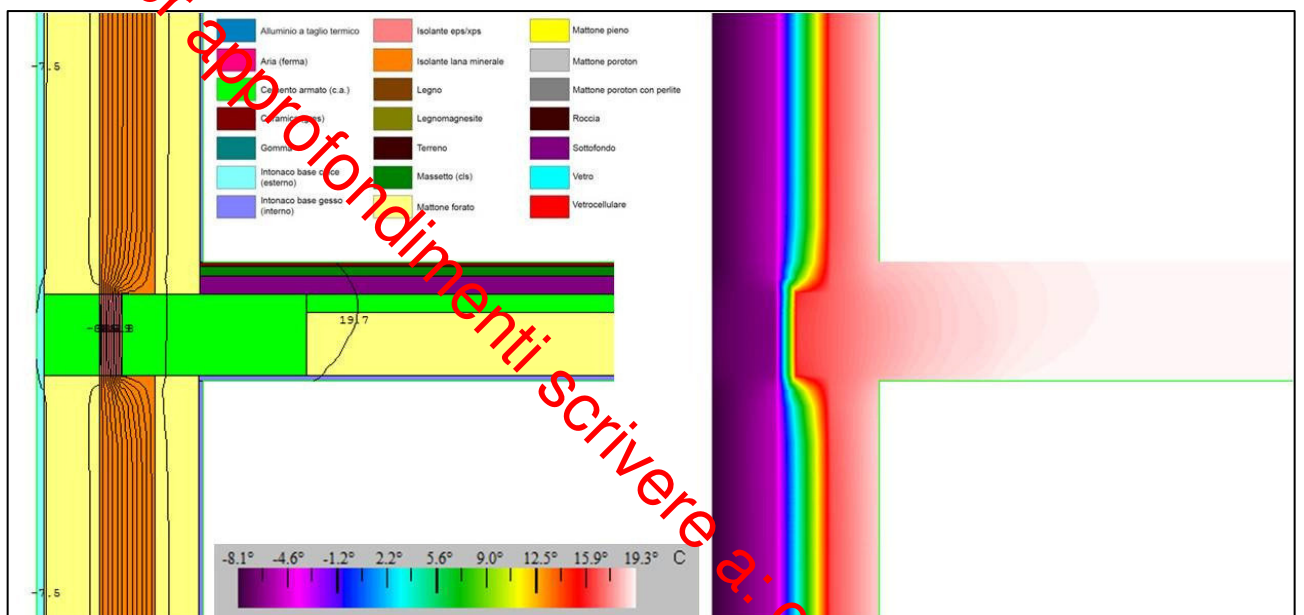


Figura B.1. simulazione termica con software agli elementi finiti (Therm 6.3)

2.2. Classe di Requisito: Acustico

2.2.1. ISOLAMENTO ACUSTICO

Si intende la capacità di garantire un'adeguata resistenza alle emissioni di rumore, dall'esterno all'interno e viceversa, assicurando il benessere acustico.

La diffusione delle vibrazioni acustiche sia per via aerea che attraverso i componenti edilizi, deve essere inibita tramite l'uso di opportuni dissuasori o separatori acustici come ad esempio l'impiego di gomme di separazione tra gli elementi strutturali e la muratura di partizione o di involucro.

In questo particolare caso la separazione acustica è svolta dal nastro in gomma polimerica posto in prossimità della giunzione della muratura interna con l'estradosso del solaio e dall'isolamento interno che attenua la trasmissione sonora sulle pareti in laterizio.

3. Classe Esigenziale: INTEGRABILITÀ

3.1. Classe di Requisito: INTEGRABILITÀ DEGLI ELEMENTI TECNICI

3.1.1. INTEGRAZIONE DIMENSIONALE

Si intende la capacità di un elemento o di un componente di poter essere, in parte o totalmente, integrato dimensionalmente in un sistema già esistente onde garantirne prestazioni migliorate.

Durante la fase progettuale il progettista dovrà indicare le specifiche tolleranze dimensionali per i singoli elementi costituenti il nodo; tali valori dovranno essere rispettati e controllati dalla D.L. in fase esecutiva.

Durante la fase di realizzazione il costruttore dovrà rispettare i limiti di tolleranza prescritti e rendere geometricamente congruenti le superfici, degli strati intermedi, al fine di agevolare la posa e l'ancoraggio dello strato o dell'elemento contiguo.

4. Classe Esigenziale: GESTIONE

4.1. Classe di Requisito: GESTIONE DI MANUTENIBILITÀ

4.1.1. RESISTENZA AL GELO E ALL'IRRAGGIAMENTO

Si intende la capacità di mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire degni o modifiche dimensionali a seguito della formazione di ghiaccio o di esposizione all'irraggiamento diretto.

Si suggerisce l'utilizzo di una rete portaintonaco di rinforzo nelle zone di discontinuità materica o geometrica. La rete garantirà continuità e supporto all'intonaco e assorbirà eventuali dilatazioni e variazioni dimensionali fornendo maggiore elasticità all'intonaco. Il materiale proposto dovrà avere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello degli strati di rivestimento di intonaco. Gli spessori rimangono comunque ridotti e si evitano fenomeni di degrado e distacco di porzioni di intonaco a causa degli stress termici indotti.

Per eventuali particolarità si rimanda a note di posa e di manutenzione indicate dal progettista e dalle specifiche tecniche indicate dai produttori dei materiali utilizzati.

C. INDICAZIONI DI POSA

Di seguito sono indicate le principali fasi per la realizzazione del nodo analizzato:

- 1) Realizzazione, con getto in opera, degli elementi strutturali e utilizzo dei sistemi con dissuasori termici.
- 2) Realizzazione solaio in laterocemento.
- 3) Posa dello strato esterno della muratura prestando particolare attenzione alla complanarità delle superfici murarie con quelle strutturali al fine di preparare le superfici alla posa del successivo strato di coibente. Realizzazione e predisposizione di collegamenti per la muratura interna che potranno essere eseguiti tramite zancature metalliche e/o conci murari, con passo e densità specifici secondo la muratura e dalle caratteristiche dimensionali tipiche della parete in questione. Si consiglia un rinzafo di malta sulla faccia interna del muro esterno al fine di garantire una maggiore stabilità muraria.
- 4) Posa e fissaggio dello strato di coibentazione verticale in intercapedine. Se il materiale isolante è in lastre o pannelli è necessario garantire, durante la posa, la perfetta complanarità e continuità tra un modulo e l'altro. In caso di interruzioni puntuali della tessitura muraria per il passaggio di canali e/o impianti sarà necessario mantenere il più possibile la continuità di isolamento termico e acustico.
- 5) Posa e ancoraggio dello strato interno della muratura a quello esterno.
- 6) Getto e realizzazione degli strati di completamento del solaio con particolare attenzione all'attenuazione dei ponti acustici.
- 7) Posa e regolarizzazione degli strati di finitura dell'intonaco esterno usando materiali e tecniche che abbinino in modo adeguato alla superficie di posa sottostante. Al fine di compensare gli spostamenti e le dilatazioni conseguenti all'eterogeneità dei materiali impiegati, si consiglia di usare reti portaintonaco.
- 8) Posa degli strati di finitura e rivestimento delle superfici interne.

La realizzazione delle finiture esterne ed interna deve essere eseguita secondo le specifiche prescrizioni indicate dal progettista e dalla D.L. con particolare attenzione alla livellatura e a garantire i requisiti di resistenza alle dilatazioni termiche.

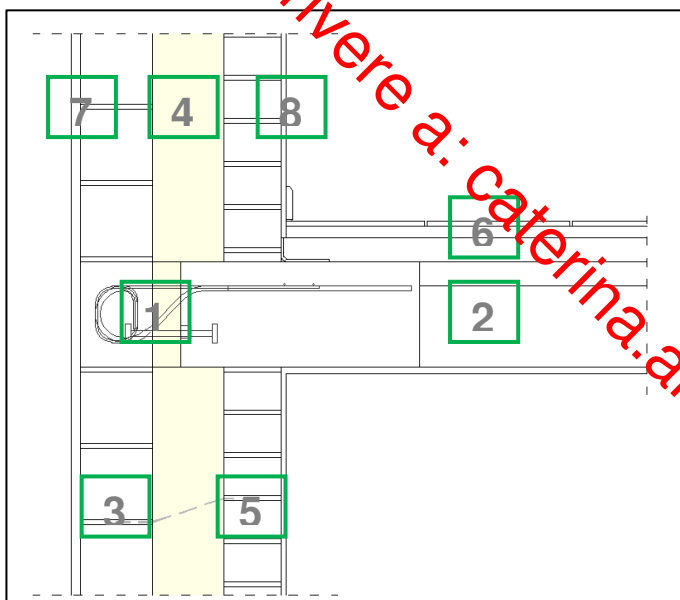


Figura C.1. indicazioni di posa

ESTRATTO - per approfondimenti scrivere a: caterina.arno@gmail.com