

STUDIO DI INGEGNERIA IMPIANTISTICA

Renato Bruno

INGEGNERE

RELAZIONE TECNICA COME DISPOSTO DALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Come prevista dall'allegato 4 della delibera di Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna n.156/2008, atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici Aggiornata alla D.G.R. 1362/2010, modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di assemblea legislativa n.156/2008

**OPERE RELATIVE:
ALLA SOSTITUZIONE DI GENERATORI DI CALORE
AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI QUANDO L'INTERVENTO
NON RISULTA SUPERIORE AL 20 % DELLA SUPERFICIE UTILE ATTUALE**

Per presa visione

Il committente

Il Direttore dei Lavori

Il Costruttore

(Firma)

(Timbro e Firma)

(Timbro e Firma)

INQUADRAMENTO DELL'AMBITO DI INTERVENTO

La presente relazione tecnico descrittiva sul rispetto delle prescrizioni in materia di contenimento dei consumi energetici degli edifici, commissionata a codesto professionista dal Comune di Gaggio Montano, riguarda l'edificio scolastico ospitante la scuola materna "Corina Perotni Mattioli" sita in via Giovanni XXIII civico 27, nella frazione di Silla, Comune di Gaggio Montano, in Provincia di Bologna.

L'intervento, in particolare riguarda l'ampliamento dell'edificio e spostamento della centrale termica in essere in un locale dedicato facente parte del volume dell'edificio.

La nuova ubicazione della centrale termica non è stato oggetto di progettazione da parte di codesto professionista, che risulta invece vincolata da una progettazione preliminare dell'ampliamento effettuata da un precedente team di progettisti.

In accordo con il committente e proprietario dell'edificio, con riferimento alla normativa vigente in materia di contenimento dei consumi (DAL n°156/2008 e s.m.i.), l'intervento si può inquadrare tra quelli previsti al punto 3.1, lettera c) della citata Deliberazione Legislativa n°156/2008. In particolare:

- ampliamenti volumetrici, sempre che il volume a temperatura controllata della nuova porzione dell'edificio non risulti superiore al 20% di quello esistente e comunque in tutti i casi in cui l'ampliamento sia inferiore agli 80 metri quadrati;
- sostituzione di generatori di calore.

Richiamando le considerazioni che precedono, il rispetto delle prescrizioni di legge avverrà mettendo in atto le modalità previste all'allegato 2 "Disposizioni in materia di requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti", della D.A.L. n°156/2008 modificata dalla Delibera Regionale n°1362 del 2011.

In conformità al *punto 3 lettera a* del suddetto allegato 2, il valore di trasmittanza termica per le strutture opache verticali, a ponte termico corretto delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, ovvero verso ambienti non dotati di impianto termico, sarà inferiore o al massimo uguale a quello nella pertinente tabella F1 allegato 3, requisito 6.1.2, in funzione della fascia climatica di riferimento.

In conformità al *punto 3 lettera b* del suddetto allegato 2, il valore di trasmittanza termica per le strutture opache orizzontali o inclinate, a ponte termico corretto delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, ovvero verso ambienti non dotati di impianto termico, sarà inferiore o al massimo uguale a quello nella pertinente tabella F2 allegato 3, requisito 6.1.2, in funzione della fascia climatica di riferimento, per quelle superiori di copertura, ovvero tabella F3 allegato 3, requisito 6.1.2, in funzione della fascia climatica di riferimento, per quelle orizzontali inferiori (solai a terra) e su spazi esterni (solai su spazi aperti) nonché partizioni interne orizzontali (solai) tra spazi climatizzati e spazi non climatizzati.

In conformità al *punto 3 lettera c* del suddetto Allegato 2, nel caso di sostituzione/nuova installazione di serramenti, il valore massimo della trasmittanza (U) delle chiusure trasparenti comprensive dell'infilso deve rispettare i limiti riportati nella pertinente tabella dell'allegato 3 requisito 6.1.2, (tabelle G.1, G.2) in funzione della fascia climatica di riferimento. Tali limiti devono essere rispettati da tutte le chiusure apribili ed assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, considerando le parti trasparenti e/o opache che le compongono.

In conformità al *punto 4* del suddetto Allegato 2, nel caso di nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici o sostituzione di generatori di calore, si procede al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico ed alla verifica che lo stesso risulti superiore al limite riportato in allegato 3, requisito 6.2.

STUDIO DI INGEGNERIA IMPIANTISTICA

Renato Bruno

INGEGNERE

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di
GAGGIO MONTANO

Provincia
BOLOGNA

Progetto per la realizzazione di
Ampliamento della scuola materna "Corinna Petroni Mattioli"

Sito in
via Giovanni XXIII, civico 27

Committente Comune di Gaggio Montano

Progettista degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio Ing Renato Bruno

Direttore lavori degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio Geom. M. Sonori

☒ L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R. n. 26/04

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti :

☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR n. 412/93)	2983 [GG]
Temperatura minima invernale di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	-8 [°C]
Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	33 [°C]
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva, se presente (secondo la norma UNI 10339 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	44,62 [%]
Irradianza solare massima estiva su superficie orizzontale: valore medio giornaliero (secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	285,60 [W/m²]

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Unità immobiliari centralizzate	T.Int. Risc.	U.R.Int. Risc.	T.Int. Raff. ^(*)	U.R.Int. Raff. ^(*)	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[m³]	[m²]	[m ⁻¹]	[m²]
Centrale: CT	20,00	65,00	26,00	50,00	2.019,74	1.611,85	0,80	463,56
Unità immobiliare: Scuola Materna					2.019,74	1.611,85	0,80	463,56

^(*) Non è previsto alcun impianto di raffrescamento dell'aria.

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Descrizione impianto

5.1.a) Tipologia

Centrale: CT **Impianto:** Autonomo

Descrizione dell'impianto:

Impianto termico autonomo per riscaldamento ambienti e produzione di acqua calda ad uso sanitario

Sistemi di generazione

Generatore di calore ad acqua calda a condensazione alimentato a combustibile gassoso, dotato di bruciatore a premiscelazione totale autoregolante. Focolare a camera stagna e tiraggio forzato.

Sistemi di termoregolazione

La termoregolazione dell'impianto oggetto della presente relazione è di tipo climatica ad azione proporzionale con controllo della temperatura di mandata dell'acqua di riscaldamento mediante un termoregolatore pilotato da una sonda termometrica che rileva le variazioni della temperatura esterna; dunque in funzione dell'effettivo carico termico. La variazione della temperatura di mandata dell'impianto, in concreto, si ottiene mediante una valvola miscelatrice a 3 vie motorizzata, asservita al termoregolatore.

La temperatura ambiente invece è controllata da un regolatore con modalità di controllo a differenziale di tipo on/off, pilotato dalla temperatura ambiente media rilevata da una sonda termometrica ubicata nel locale di riferimento.

Il regolatore inoltre è dotato di programmatore giornaliero che consente la regolazione della temperatura ambiente su almeno due livelli nell'arco delle 24 ore.

Al fine di consentire un migliore controllo della temperatura ambiente ed evitare sovrariscaldamenti in conseguenza di eventuali apporti gratuiti localizzati, nei singoli locali, ad eccezione del locale pilota in cui è già presente la sonda termometrica del regolatore ad azione differenziale, il controllo della temperatura è realizzato mediante modulazione della portata tramite installazione, su ciascun corpo scaldante, di valvole termostatiche dotate di elemento sensibile a bassa inerzia termica.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non è previsto nessun sistema di contabilizzazione in virtù del fatto che l'impianto oggetto della presente relazione non è centralizzato.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

La rete di distribuzione è del tipo a sviluppo orizzontale con circuiti a circolazione forzata, realizzata con collettori distributori (semplici o complanari), dal quale hanno origine due tubi, andata e ritorno, per ciascun corpo scaldante. La rete di distribuzione orizzontale compresi i raccordi con i terminali di erogazione del calore, sono posti in opera in traccia, e sono isolati con spessori di coibente previsti alla tabella 1 allegato B del D.P.R. 412/93.

Sistemi di ventilazione forzata (se presente): tipologie

Non è prevista la ventilazione forzata.

Sistemi di accumulo termico (se presente): tipologie

Non è previsto nessun sistema di accumulo termico.

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Centrale: CT **Impianto:** Produzione combinata riscaldamento + acqua calda sanitaria

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore

Da misurare [Gradi francesi]

Per impianti di potenza nominale del focolare complessiva minore o uguale a 100kW, nel caso di produzione di acqua calda sanitaria, è prescritto un trattamento chimico di condizionamento, in presenza di acqua di alimentazione dell'impianto con durezza temporanea maggiore di 15 gradi francesi.

Pertanto, si raccomanda una analisi preventiva della durezza dell'acqua da parte committente e/o da parte della ditta installatrice dell'impianto per una valutazione con cognizione di causa di eventuali interventi finalizzati alla salvaguardia degli impianti.

In ogni caso si prescrive almeno l'installazione di un dosatore proporzionale di sale polifosfato, contro il deposito del calcare negli scambiatori e nelle tubazioni dell'acqua calda per uso sanitario.

5.1.b) Specifiche dei generatori di energia termica (da compilare per ogni generatore di energia termica)**Logamax plus GB162 - 80 kW**

Tipo: Caldaia a gas a condensazione

Fluido termovettore

Acqua

Valore nominale della potenza termica utile

84,50 [kW]

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn del generatore di calore (h_u)

Rendimento termico utile al 100% Pn del generatore di calore a condensazione alle seguenti condizioni

97,50 [%]

- temperatura acqua di mandata all'utenza

80 [°C]

- temperatura acqua di ritorno all'utenza

60 [°C]

Valore di progetto

97,50 [%]

Valore minimo prescritto dal DAL 156/08 (se necessario)

96,85 [%]

(93.00 +2logPn)

Rendimento termico utile al 30 % Pn del generatore di calore a condensazione alle seguenti condizioni

107,50 [%]

- temperatura acqua di mandata all'utenza

80 [°C]

- temperatura acqua di ritorno all'utenza

60 [°C]

Valore di progetto del rendimento termico utile al 30% di Pn

107,50 [%]

Valore minimo del rendimento termico utile al 30% di Pn (se previsto)

90,78 [%]

(85+3logPn)

Combustibile utilizzato

GAS NATURALE

5.1.c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione prevista	<input type="checkbox"/> continua con attenuazione notturna	<input checked="" type="checkbox"/> intermittente
-----------------------------	---	---

Sistemi di termoregolazione zona ampliamneto

- Numero di apparecchi: 1

- Descrizione sintetica delle funzioni:

Il regolatore climatico è ad azione differenziale di tipo ON/OFF, elettronico analogico o elettronico digitale, dotato di un programmatore giornaliero che consente la regolazione della temperatura ambiente su due livelli nell'arco delle 24 ore e la commutazione interna estate - inverno. Montaggio a parete. Con le seguenti caratteristiche minime:

- Differenziale termico: regolabile da 0°C a 0,9°C;

- Campo di regolazione: da +2°C a +35°C;

- Livelli temperature: due, programmabili fra +2°C e +35°C;

- Risoluzione di lettura: 0,1°C;

- Campo di lettura visualizzata: da 0°C a +40°C;

- Precisione: < +/- 0,3°C;

- Temperatura antigelo: regolabile da +2°C a +35°C (intervento antigelo +5°C);

- Contatti disponibili: 1 contatto di scambio NA-NC;

- Relè: tensione massima 250V, corrente massima 5A con carico resistivo (2A con carico induttivo);

- Tensione impulsiva: 4 kV;

- Temperatura massima della testa di comando: 40°C;

- Grado di protezione: IP30;

- Isolamento elettrico classe II;

- Temperatura di funzionamento: da 0°C a +40°C;

- Alimentazione a batteria stilo 2x1,5V.

- Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore:

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi

- Numero di apparecchi:

vedi elaborato grafico di progetto

- Descrizione sintetica dei dispositivi:

Valvola termostatica a bassa inerzia termica per radiatori dotata di comando termostatico a dilatazione di liquido conforme alle prescrizioni tecniche della norma UNI EN 215.

Caratteristiche:

Valvola termostatica

- doppia tenuta sull'asta di comando con O-Ring in EPDM;

- temperatura max d'esercizio 100°C;

- pressione max d'esercizio 10 bar.

Comando termostatico

- Tmax ambiente 50°C;

- Scala graduata da 0 a 5 corrispondente ad un campo di temperatura da 0°C a 28°C, con possibilità di bloccaggio e limitazione di temperatura;

- Intervento antigelo 7°C.

5.1.d) Terminali di erogazione dell'energia termica

Numero di apparecchi (quando applicabile)	
Tipo	Radiatori a colonne in acciaio
Potenza termica nominale (quando applicabile)	Vedi elaborato grafico di progetto e scheda tecnica radiatori marca Irsap modello Tesi

5.1.e) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

L'evacuazione dei prodotti della combustione, direttamente in atmosfera esterna, è ottenuta mediante condotti modulari, ad innesto, a tenuta stagna, installati a vista, in PPS (Polipropilene autoestinguente), o materiale metallico adatto a ricevere fumi prodotti da apparecchi a condensazione nella configurazione camera stagna flusso forzato, funzionanti a gas del tipo a tubi concentrici.

Il sistema di evacuazione oltre la falda del tetto, costituito dal condotto di aspirazione dell'aria comburente e condotto di scarico fumi (prodotti della combustione), considerati parti integrante della caldaia, devono essere forniti e garantiti dal costruttore.

I condotti del sistema di aspirazione aria e scarico fumi dovrà essere integrato dai seguenti componenti:

- Terminale di scarico fornito e garantito dal costruttore dell'apparecchio;
- Guaina metallica per attraversamento di pareti e muri;
- Tegola uscita camino;
- Tronchetto prelievo fumi con tappo.

Caratteristiche principali dei condotti:

sistema a tubi concentrici

Diametro interno netto condotto di aspirazione aria e scarico fumi: 100/150 [mm];

La lunghezza massima condotti di aspirazione e scarico, compresi curve e terminali, non deve mai superare quella consentita dal costruttore della caldaia.

5.1.f) Sistemi di trattamento dell'acqua

Dosatore proporzionale di sale polifosfato, contro il deposito del calcare negli scambiatori e nelle tubazioni dell'acqua calda per uso sanitario.

5.1.g) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione

La rete di distribuzione è stata progettata in modo da assicurare un valore del rendimento medio stagionale di distribuzione compatibile con le disposizioni di cui al comma 1 Art. 5 "Requisiti e dimensionamento degli impianti termici", relative al rendimento globale medio stagionale. In ogni caso, come prescrizione minimale, tutte le tubazioni di distribuzione del calore, comprese quelle montanti in traccia o situate nelle intercapedini delle tamponature a cassetta, anche quando queste ultime siano isolate termicamente, devono essere installate e coibentate, secondo le modalità riportate nella Tabella 1 allegato B del DPR. 412/93. In particolare le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla tabella 1 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

Infine, la messa in opera della coibentazione deve essere effettuata in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche fisiche e funzionali dei materiali coibenti e di quelli da costruzione, tenendo conto in particolare della permeabilità al vapore dello strato isolante, delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, della temperatura del fluido termovettore.

Tubazioni portanti fluidi a temperature diverse, quali ad esempio le tubazioni di mandata e ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.

5.1.h) Specifiche della/e pompa/e di circolazione

Saranno impiegate pompe a rotore bagnato regolate elettronicamente.

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**6.1 Dato termo fisici relativi all'involucro edilizio**

6.1.a) Trasmittanza chiusure	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
Trasmittanza termica delle chiusure verticali (U_{op})	$[W/m^2 K]$	$[W/m^2 K]$
• PE3- Parete esterna II° stralcio	0,24	0,306
Trasmittanza termica delle chiusure orizzontali o inclinate di copertura (U_{op})	$[W/m^2 K]$	$[W/m^2 K]$
• Falda di copertura II° stralcio	0,27	0,27
Trasmittanza termica degli infissi (U_w)	$[W/m^2 K]$	$[W/m^2 K]$
• 140x140 A	1,30	1,98
• 90x90 A	1,30	1,98
• 70x140 A	1,30	1,98
• 90x210 A	1,30	1,98
• 70x210 A	1,30	1,98
• 140x210 A	1,30	1,98

6.1.b) Trasmittanza chiusure (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
Trasmittanza termica dei solai di separazione	$[W/m^2 K]$	$[W/m^2 K]$
• Pavimento II° stralcio soletta su vespaio non aera to	0,27	0,297

6.1.c) Attenuazione dei ponti termici

I ponti termici saranno attenuati come da accordi con la Direzione Lavori. In via cautelativa, è stata considerata l'influenza dei ponti termici nei calcoli energetici e di potenza dell'edificio oggetto della presente relazione.

Modalità suggerita per l'attenuazione dei ponti termici

L'edificio oggetto della relazione tecnica, sarà realizzato con un telaio in c.a. tamponato con blocchi alveolati di laterizio. La struttura così costituita sarà successivamente avvolta con un sistema a cappotto. In questo modo si potrà ovviare del tutto ai ponti termici prodotti da solai ed architravi, mentre per quelli prodotti dai pilastri della struttura si provvederà con un isolamento degli stessi anche dall'interno.

6.1.d) Comportamento termico in regime estivo	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio per il raffrescamento ($EP_{e,inv}$)		
Centrale: CT	1,89 [kWh/m ³ anno]	10 [kWh/m ³ anno]

6.2 Controllo della condensazione

Vedi allegati alla presente relazione

Centrale termica: CT / Unità immobiliare: Scuola Materna / Zona: ZR II° Stralcio**6.4 Ventilazione**

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) (specificare per le diverse zone)	0,3
---	-----

6.5 Verifica dell'impianto termico**6.5.a) Rendimenti dei sottosistemi dell'impianto termico**

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto	
Rendimento di produzione	101,04 [%]
Rendimento di regolazione	95,00 [%]
Rendimento di distribuzione	97,40 [%]
Rendimento di emissione	88,97 [%]

6.5.b) Rendimento globale medio stagionale	Valore di progetto	Valore limite
Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico	[%]	[%]
Centrale termica - CT	83,51	80,78

6.6) Indici di prestazione energetica**6.6.a) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale**

Valore di progetto EP_i	82,36 [kWh/m ³ anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	25,37 [kWh/m ³ anno]
Fabbisogno di combustibile	17.093,59 [Nm ³ /anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	1.029,71 [kWh _e]

6.6.b) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto (trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto 6.6.a)	99,39 [kJ/m ³ GG]
--	------------------------------

6.6.c) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (EP_{acs})

Valore di progetto EP_{acs}	1,71 [kWh/m ³ anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	0,01 [kWh/m ³ anno]
Fabbisogno di combustibile	328,83 [Nm ³ /anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	136,67 [kWh _e]

7. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (elenco indicativo)

N.1 piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.

N.2 schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".

N. tabelle ed elaborati con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

N. tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria compreso le caratteristiche di trasmettere calore verso gli ambienti interni (fattore solare)

N. elaborati atti a documentare e descrivere la ventilazione incrociata dell'unità immobiliare, i sistemi di captazione dell'aria, i sistemi di camini di ventilazione o altre soluzioni progettuali e/o tecnologiche.

Altra eventuale documentazione necessaria a dimostrare il soddisfacimento dei livelli di prestazione richiesti dai requisiti minimi.

10. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto **Ing RENATO BRUNO** iscritto all'ordine degli ingegneri di Pistoia numero di iscrizione 704 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale

Dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni nella Delibera di Assemblea Legislativa n. 156 e s.m.i.;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali;

Sambuca P.se 20 luglio 2011

Il progettista

(ING RENATO BRUNO)

Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
3. Caratteristiche termiche dei **componenti finestrati** dell'involucro edilizio.
4. Verifica **termo-igrometrica dei componenti** opachi dell'involucro edilizio
5. Relazione tecnica di calcolo **canna fumaria singola**

1) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conducibilità termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	C
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{iw}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_p
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_b
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_f
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

Stru2 – PE3– Parete esterna II° stralcio			
Spessore totale [cm]: 46,00		Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,24	Tot. [(m²·K)/W]:	4,25
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,24	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	4,25

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [cm]	λ [W/m°C]	C [W/m²°C]	ρ [kg/m³]	δ _a 10-12 [kg/msPa]	δ _u 10-12 [kg/msPa]	R [m²°C/W]
INT_CC	Intonaco calce e cemento Lambda utile di calcolo 0,9 UNI10351	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
Poroton P90 ID	Muratura di blocchi alveolati di laterizio tipo Porotherm Modulare 30x30x19_44% Malta 0,83	30,00		0,82	870,00	19,30	21,23	1,21
INT_CC	Intonaco calce e cemento Lambda utile di calcolo 0,9 UNI10351	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
A96	Adesivo rasante edile per sistema cappotto a base cementizia	0,40	0,750		1.500,00	7,72	8,49	0,01
EPS_150	Lastre di polistirene espanso sinterizzato Lambda utile di calcolo 0,040 UNI 10351	12,00	0,040		25,00	2,76	3,03	3,03
A96	Adesivo rasante edile per sistema cappotto a base cementizia	0,40	0,750		1.500,00	7,72	8,49	0,01
RTA_549	Rivestimento di finitura a base acrilica per pareti termocoibentate	0,20	0,675		1.850,00	0,30	0,33	0,00

Nota Bene:

Esula dalla presente relazione tecnica di calcolo ed in particolare dalla stratigrafia della sopraindicata struttura, suggerire e/o prescrivere qualsivoglia modalità operativa di posa in opera. La posa in opera della struttura e degli elementi che compongono la struttura dovrà essere oggetto di specifica progettazione.

2) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale strutture opache orizzontali dell'involucro edilizio

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conducibilità termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	C
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_P
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

Stru5 – Pavimento II° stralcio soletta su vespaio non aerato

Spessore totale [cm]:	35,00	Massa superficiale [kg/m²]:	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,17
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. [(m²·K)/W]:	3,70
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	3,70

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _a 10 ⁻¹²	δ _u 10 ⁻¹²	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
PavCeramica	Piastrelle in ceramica Lambda utile di calcolo 1,0 UNI10351	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
MAS_2000	Massetto a base cementizia UNI10351	12,00	1,400		2.000,00	7,72	8,49	0,09
Styrodur_3035CS-6	Lastra di polistirene espanso estruso monostrato con pelle Styrodur Lambda dichiarato 0,034 UNI EN 13164	6,00	0,037		33,00	1,29	1,42	1,60
Styrodur_3035CS-6	Lastra di polistirene espanso estruso monostrato con pelle Styrodur Lambda dichiarato 0,034 UNI EN 13164	6,00	0,037		33,00	1,29	1,42	1,60
Membrana Bitume	Membrana bituminosa armata – Lambda utile di calcolo 0,50 – UNI 10351	0,00	0,500		1.250,00	0,01	0,01	0,00
MAS_2400	Massetto strutturale in cls ordinario (m 15%) UNI10351	10,00	1,909		2.400,00	1,93	2,12	0,05

Stru8 – Falda di copertura II° stralcio

Spessore totale [cm]:	19,50	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. [(m²·K)/W]:	3,70
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	3,70

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _{a10-12}	δ _{e10-12}	R
		[cm]	[W/m²C]	[W/m²C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²C/W]
PER25_AB	Perlina a vista sp=2,5cm legno massello di abete Lambda utile di calcolo 0,12 m=20% UNI 10351	2,50		4,80	450,00	3,22	3,54	0,21
Riwega USB Micro	Telo Freno al Vapore Sd 2,0	0,00	1,000		293,00	0,10	0,11	0,00
FL150	Pannello isolante in fibra di legno pressate, densità 160kg/mc, Lambda dichiarato 0,040	6,00	0,048		160,00	38,60	42,46	1,25
FL150	Pannello isolante in fibra di legno pressate, densità 160kg/mc, Lambda dichiarato 0,040	6,00	0,048		160,00	38,60	42,46	1,25
FL270	Pannello isolante in fibra di legno pressate, densità 270kg/mc, Lambda dichiarato 0,049	3,00	0,059		270,00	38,60	42,46	0,51
FL270	Pannello isolante in fibra di legno pressate, densità 270kg/mc, Lambda dichiarato 0,049	2,00	0,059		270,00	38,60	42,46	0,34
Riwega USB Classic_L	Telo Traspirante al Vapore Sd 0,02	0,00	1,000		363,00	9,65	10,62	0,00

Nota Bene

Eventuale intercapedine d'aria, ed gli altri strati che sovrastano e separano la suddetta intercapedine d'aria dall'ambiente esterno vengono trascurati ai fini del calcolo della resistenza termica totale della falda di copertura in virtù del fatto che l'eventuale strato d'aria costituisce un intercapedine di ventilazione.

3) Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Area del vetro	Ag
Area del telaio	Af
Lunghezza della superficie vetrata	Lg
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	Ug
Trasmittanza termica del telaio	Uf
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	Ul
Trasmittanza termica totale del serramento	Uw
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)

W4 - 140x140 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	1,44	0,52	7,28	1,40	1,30

W5 - 90x90 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	0,55	0,26	2,96	1,40	1,30

W6 - 70x140 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	0,67	0,31	3,56	1,40	1,30

W8 – 90x210 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
1,30			0,77		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	1,39	0,50	6,72	1,40	1,30

W7 – 70x210 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
1,30			0,77		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	1,02	0,45	5,92	1,40	1,30

W9 – 140x210 A					
CONDUTTANZA UNITARIA			RESISTENZA UNITARIA		
Superficiale interna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale interna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
Superficiale esterna $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Superficiale esterna(*) $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) $[W/(m^2 \cdot K)]$:			Tot. $[(m^2 \cdot K)/W]$:		
1,30			0,77		
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	$[m^2]$	$[m^2]$	$[m]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
SERRAMENTO SINGOLO	2,18	0,76	12,16	1,40	1,30

4) Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	\dot{M}_a	[kg/m ²]
Resistenza termica specifica	R	[(m ² · K)/W]
Temperatura	T	[°C]
Fattore di resistenza igroscopica	μ	
Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	R_{si}	
Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	$R_{si,min}$	
Spessore dello strato corrente	S	[cm]

PE3- Parete esterna II° stralcio			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Intonaco calce e cemento Lambd	20	0,017	1,5
Muratura di blocchi alveolati	10	1,214	30
Intonaco calce e cemento Lambd	20	0,017	1,5
Adesivo rasante edile per sist	25	0,005	0,4
Lastre di polistirene espanso	70	3,03	12
Adesivo rasante edile per sist	25	0,005	0,4
Rivestimento di finitura a bas	640	0,003	0,2
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9450		4,581	46

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	0,9	87	20	65	0,56	1,51	16,6	0,8220	0,001	0,001
Gennaio	-1	90	20	65	0,5	1,51	16,6	0,8380	0,042	0,042
Febbraio	1,5	87	20	65	0,59	1,51	16,6	0,8160	-0,001	0,042
Marzo	6,3	72	20	65	0,69	1,51	16,6	0,7510	-0,042	0
Aprile	11,1	67	20	65	0,88	1,51	16,6	0,6170	0	0
Maggio	15,1	68	20	65	1,16	1,51	16,6	0,3050	0	0
Giugno	19,8	65	20	65	1,49	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	22,3	57	20	65	1,52	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,8	61	20	65	1,58	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	18,1	64	20	65	1,33	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,8	75	20	65	1,03	1,51	16,6	0,5850	0	0
Novembre	5,6	86	20	65	0,77	1,51	16,6	0,7640	0	0

Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale