

## **AZIENDA LOMBARDA EDILIZIA RESIDENZIALE**

VIA MAZZINI 32/a – 24128 BERGAMO

Tel 035-259595 – Fax 035-264714 – [www.alerbg.it](http://www.alerbg.it) - e-mail: tecnico@pec.alerbg.it

### **INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA AI FINI DELL'EFFICIENZA ENERGETICA**

**FABBRICATO ALER**

**COMUNE DI TREVIGLIO - Via dei Mulini 10/20**

### **PROGETTO RISPARMIO ENERGETICO E DIAGNOSI**

Bergamo, li 04/02/2016

*Ing. Massimo Ruotolo  
ALER di Bergamo*

## **Premessa**

Nell'anno 2014, è stato programmato nell'ambito del piano triennale degli interventi di manutenzione straordinaria dell'ALER di Bergamo di intervenire sul complesso residenziale ubicato nel comune di Treviglio (BG) alla via Dei Mulini n. 10/20.

E' stato verificato che è in essere un contratto di terzo responsabile stipulato dall'ALER con la ditta Bettoni Servizi srl. da Orio Al Serio (BG), che ha la responsabilità della conduzione secondo la normativa vigente.

La ditta mantiene l'impianto con buone pratiche di gestione, ottimizzando i parametri di conduzione con discreti risultati anche in presenza di un generatore vetusto e con un sistema di regolazione climatica agente sui circuiti di mandata (presenza di valvole miscelatrici) e non direttamente sul bruciatore, che è a due stadi con inversione di fiamma.

In relazione alle disposizioni di cui alla D.G.R. 8745/2008, trattandosi di interventi di manutenzione straordinaria che incidono sul risparmio energetico, si provvede, come di seguito indicato, a redigere la diagnosi energetica con il raffronto dei risultati ottenuti in termini di efficienza energetica tra prima e dopo gli interventi.

In sintesi secondo il D. Lgs. 115/2008, per diagnosi energetica si intende una:

*“Procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”.*

Le presente diagnosi energetica è stata elaborata in conformità con la norma UNI TS 11300 - 1 e 2, procedura A3 (tailored rating).

Per quanto attiene ai modelli di simulazione, questi sono gli stessi utilizzati per la progettazione termica degli edifici e degli impianti e fanno riferimento alle norme UNI fatta salva la possibilità di riprodurre le reali modalità di utilizzo dell'edificio e dell'impianto e non solo a quelle standard previste dalle norme stesse.

Come indicato dalla UNI 11300:2 *“la valutazione è effettuata in condizioni effettive di utilizzo sulla base dei dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto, si assumono i valori effettivi di funzionamento nelle condizioni reali di intermittenze dell'impianto. ”*

In altri termini la normativa richiede che il modello di simulazione sia in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed i fabbisogni calcolati.

## ***Risultati della diagnosi energetica sull'edificio esistente***

Ai fini della stesura del documento di diagnosi energetica si è proceduto con le seguenti fasi operative:

- rilievi dell'edificio da disegni in archivio e da sopralluoghi;
- calcolo del fabbisogno di energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento;
- confronto dei dati con i valori di riferimento (diagnosi vera e propria) e classificazione energetica dell'edificio;
- individuazione e simulazione dei possibili interventi di risparmio energetico;
- scelta degli interventi da eseguire e definizione di un piano finanziario (quest'ultimo documento facoltativo per ALER);
- certificazione energetica dell'edificio.

### ***Rilievi dell'edificio da disegni in archivio e da sopralluoghi***

Il complesso edificatorio di via Dei Mulini n. 10/20 che risale alla fine degli anni '70, è costituito da un unico corpo di fabbrica con 6 ingressi distinti (vani scala) per 54 alloggi, da 4 piani fuori terra (il piano terra è destinato a box, locali comuni e porticato) ed ha altezza sotto gronda pari a 11.60 m.

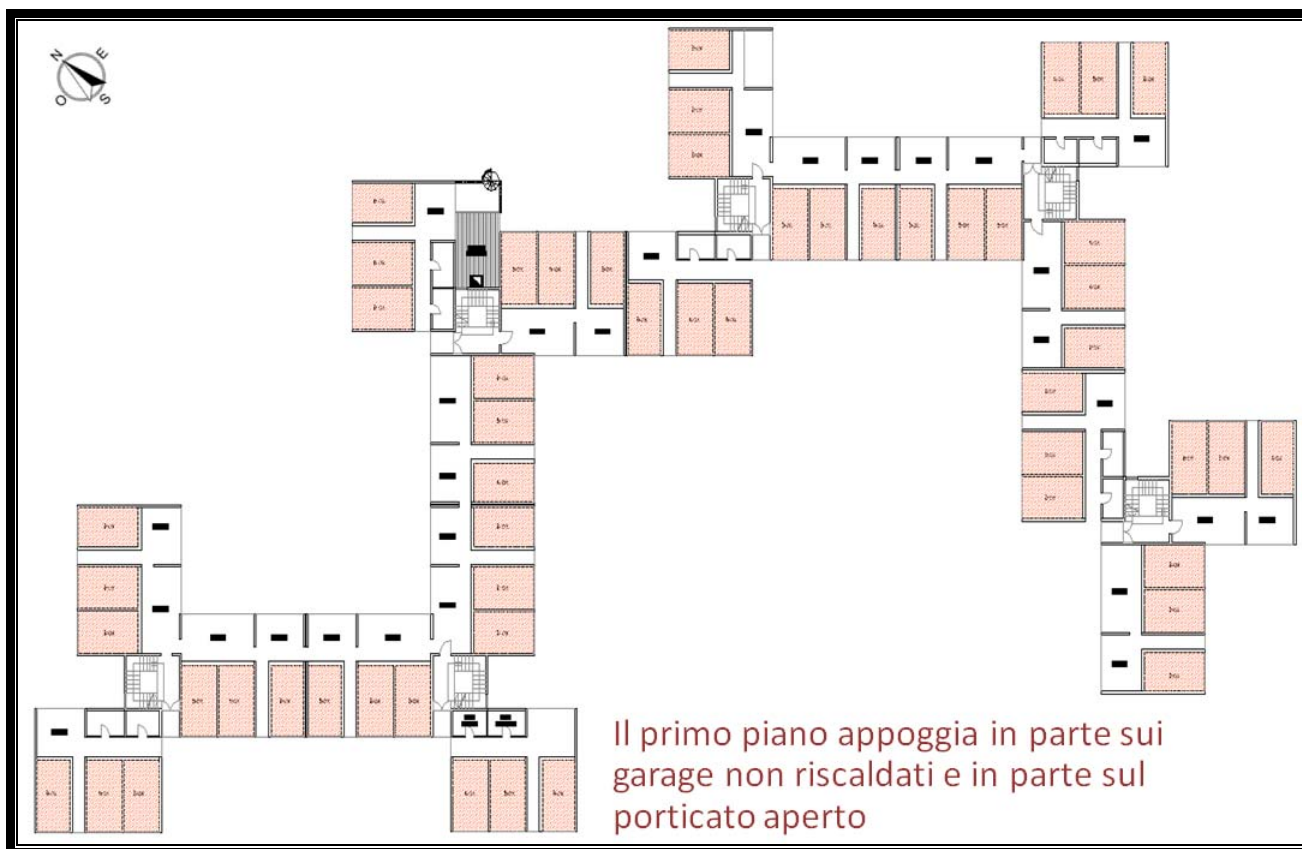
La centrale termica per il riscaldamento degli ambienti è unica ed è alimentata a gas metano.

La struttura portante dei fabbricati è costituita da elementi verticali, cosiddette quinte in calcestruzzo armato ordinario e da orizzontamenti costituiti da solai latero cementizio.

Il primo piano abitato confina su locali non riscaldati adibiti a box e a porticato aperto.

La quota parte di solaio di calpestio dell'alloggio del piano primo che confina con i box non risulta essere coibentato, mentre quella parte a confine con il porticato è stata coibentata all'estradosso nella metà degli anni '80 con materassino di lana di roccia dello spessore di 10 cm contenuto da controsoffittatura in doghe di alluminio.

In dettaglio si riporta la planimetria del piano terra che contraddistingue con colori diversi le due tipologie di solaio sopra descritte. In particolare quella rosa il solaio non isolato confinante con i box.



Di seguito si riportano le foto significative delle altre partizioni del fabbricato, quali il solaio di sotto tetto, che risulta essere o non isolato o scarsamente isolato con pannelli di lana di vetro degradati, il solaio su porticato isolato all'estradosso e la tipologia dei serramenti con telaio in ferro e doppio vetro.



#### PROSPETTO SUD/OVEST

Il terzo piano presenta il solaio di sottotetto non coibentato

Isolamento esistente  
spessore 10 cm lana di roccia



PORTICATO





Sottotetto non isolato

Serramento in ferro e tapparella in pvc

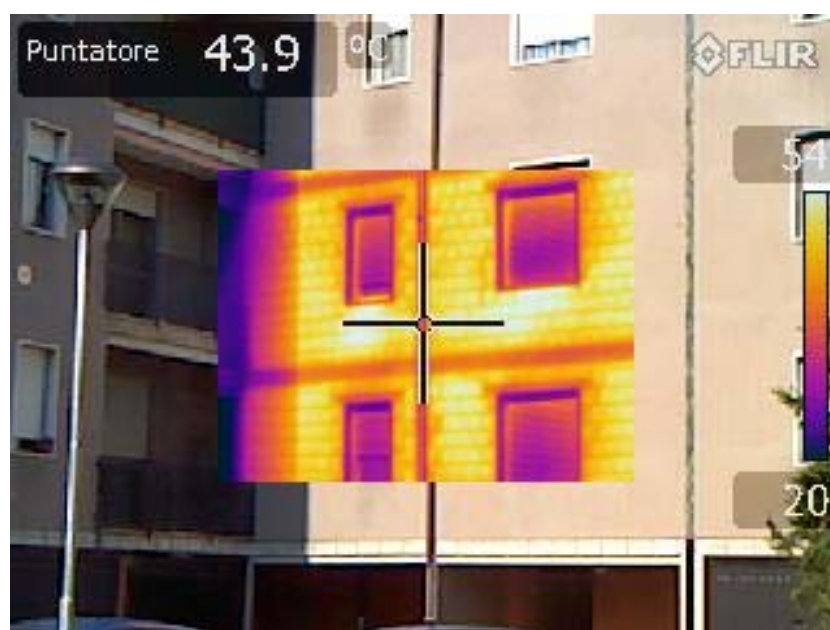


Doppio vetro e cassonetto in ferro

Sulla base dei dati progettuali di archivio, si è proceduto a riportare le planimetrie in formato .dwg con il programma Autocad e ad inserire nel software di calcolo Edilclima EC 700 versione 6.3.1, le stratigrafie esistenti dei muri, dei solai e dei serramenti, nonché a caratterizzare i ponti termici più significativi e a costruire il modello termico in regime semi dinamico con l'input grafico.

I risultati dell'analisi termografica a raggi infrarossi delle superfici disperdenti consente di individuare la presenza di anomalie termiche e di valutare l'integrità dei manufatti.

Nella foto seguente è visibile il ponte termico di materia tra la struttura portante in calcestruzzo armato e i muri in laterizio, oltre che la trama dei mattoni, a dimostrazione di parete scarsamente isolata.





Nella foto seguente si nota che lo spessore ridotto del muro sottofinestra aumenta le dispersioni termiche rispetto al resto della facciata. L'effetto viene enfatizzato dalla presenza del radiatore che disperde buona parte del calore verso l'esterno.



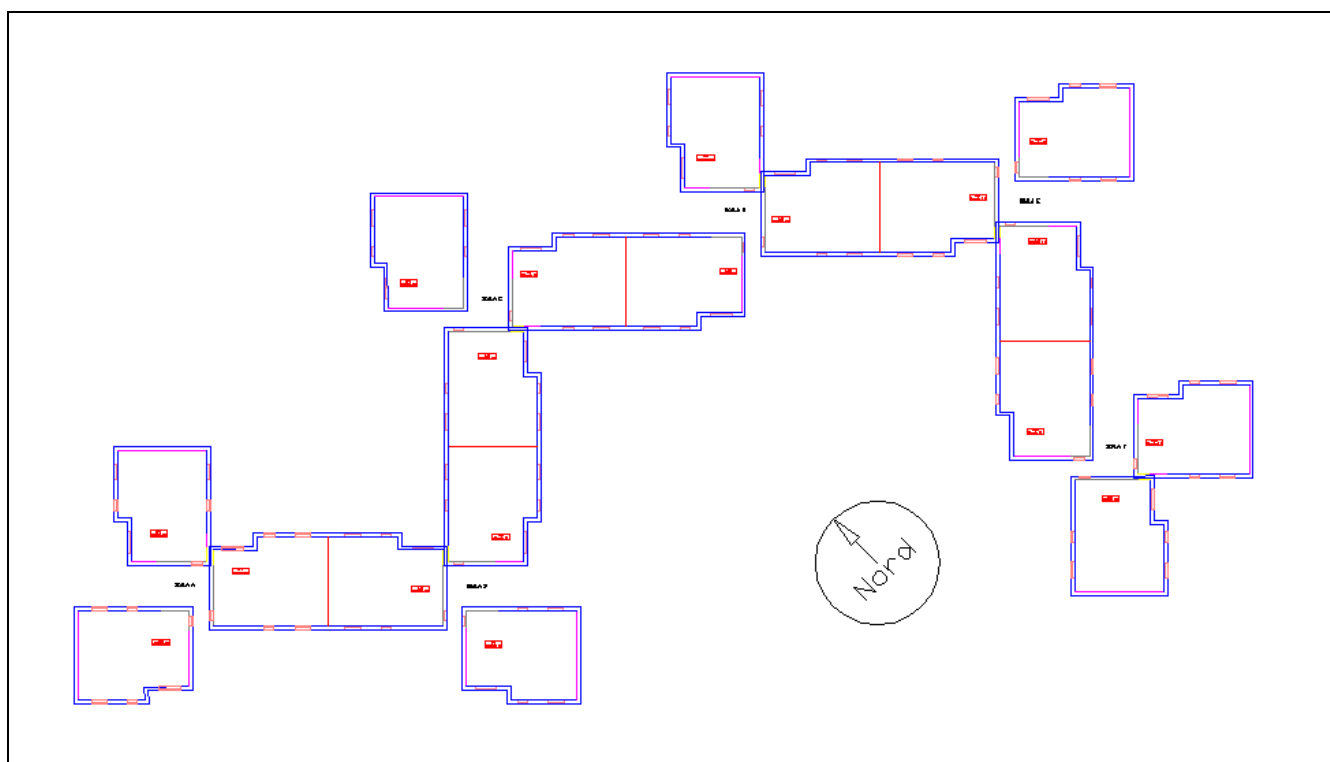
Nella seguente foto è possibile notare le infiltrazioni d'aria presenti nella giunzione tra telaio mobile e fisso ancorato nella muratura, a dimostrazione della mancanza di tenuta all'aria.



## ***Calcolo del fabbisogno di energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento.***

Successivamente, si è effettuato il calcolo dell'energia termica utile come indicato dalle norme UNI TS 11300-1 e 2, e a seguito dell'inserimento dei dati dell'impianto di riscaldamento esistente (temperatura ambiente di comfort rilevata, fasce orarie di attivazione dell'impianto funzionante in regime intermittente, temperature di mandata del fluido termo vettore, dati curva climatica ecc.), si è effettuato il calcolo dell'energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento.

Si è proceduto poi ad elaborare il modello energetico del sistema edificio/impianto esistente, collegato ad un unico impianto di riscaldamento centralizzato (la produzione di acqua calda sanitaria è autonoma) e non è stata presa in considerazione nella diagnosi energetica.



## ***Confronto dei dati con i valori di riferimento (diagnosi vera e propria) e classificazione energetica dell'edificio.***

Per poter analizzare il risparmio energetico derivante dagli interventi che si andranno a proporre e a programmare, si è partiti dai consumi storici di gas metano forniti dall'ufficio gestione alloggi, che di seguito si riportano in dettaglio:

### Consumi storici gas metano dell'impianto di riscaldamento centrale

- anno 2007/2008	70.410,00 Nmc/anno
- anno 2008/2009	65.600,00 Nmc/anno
- anno 2009/2010	67.407,00 Nmc/anno
- anno 2011/2012	64.445,00 Nmc/anno

Il consumo medio di riferimento è pari a: **66.965,50 Nmc/anno.**

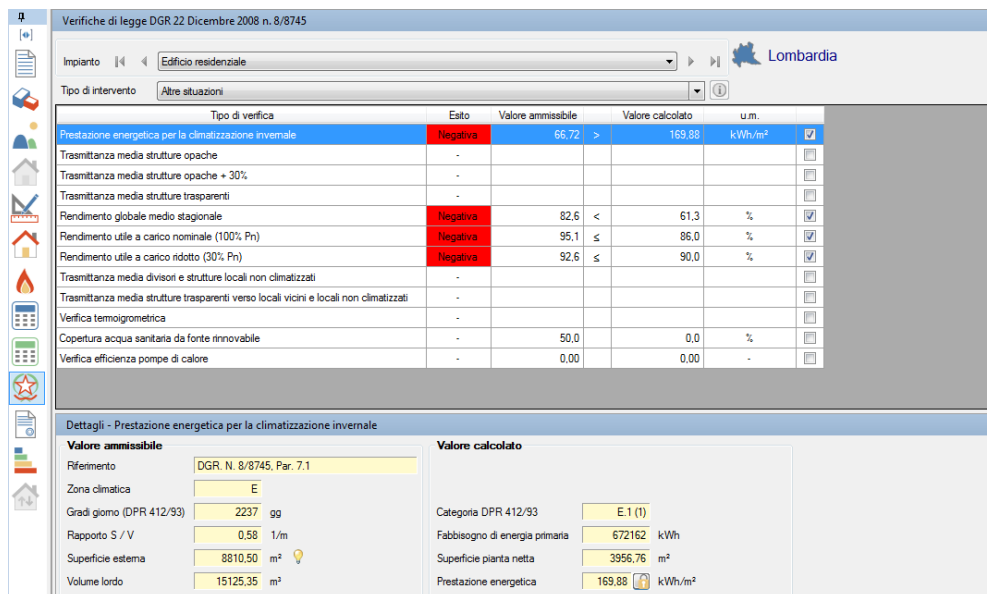
La spesa di riscaldamento storica, dati disponibili stagioni 2008/2013, risulta pari a € 65.300,00 come da report aziendali.

Si riporta di seguito la verifica di validazione del modello termico, confrontando i consumi reali storici con il fabbisogno calcolato con i parametri relativi al “tailored rating” cioè, introducendo nel nostro caso quelli di utilizzo reale dell’edificio analizzati sul posto, ma riferendosi comunque all’andamento climatico convenzionale del comune di Treviglio (non avendo a disposizione i dati reali climatici della zona e degli ambienti riscaldati).

In dettaglio si ha:

- Consumo reale:  $Q_{reale} = (66.965,50 \text{ Nmc/anno} \times 9,94 \text{ (pci) kWh/Nmc}) = 665.637,07 \text{ kWh/h}$
- Consumo di calcolo in regime convenzionale (zona climatica E 183 gg. per 14 ore giornaliere):  $Q_{calcolo} = 672.162,00 \text{ kWh/h}$
- Errore =  $Q_{reale}/Q_{calcolo} =$  circa 1 % (modello termico del sistema edificio/impianto attendibile)

Appurato ciò, si è calcolato l’indice di prestazione energetica risultato pari a **E<sub>pi</sub> = 169,88 kWh/(mq x anno)** della stagione di riscaldamento convenzionale e con regime di funzionamento intermittente, come di seguito indicato:



Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile	Valore calcolato	u.m.
Prestazione energetica per la climatizzazione invernale	Negativa	66,72	169,88	kWh/m²
Trasmittanza media strutture opache	-			
Trasmittanza media strutture opache + 30%	-			
Trasmittanza media strutture trasparenti	-			
Rendimento globale medio stagionale	Negativa	82,6	61,3	%
Rendimento utile a carico nominale (100% Pn)	Negativa	95,1	86,0	%
Rendimento utile a carico ridotto (30% Pn)	Negativa	92,6	90,0	%
Trasmittanza media divisorii e strutture locali non climatizzati	-			
Trasmittanza media strutture trasparenti verso locali vicini e locali non climatizzati	-			
Verifica termoisolamento	-			
Copertura acqua sanitaria da fonte rinnovabile	-	50,0	0,0	%
Verifica efficienza pompe di calore	-	0,00	0,00	-

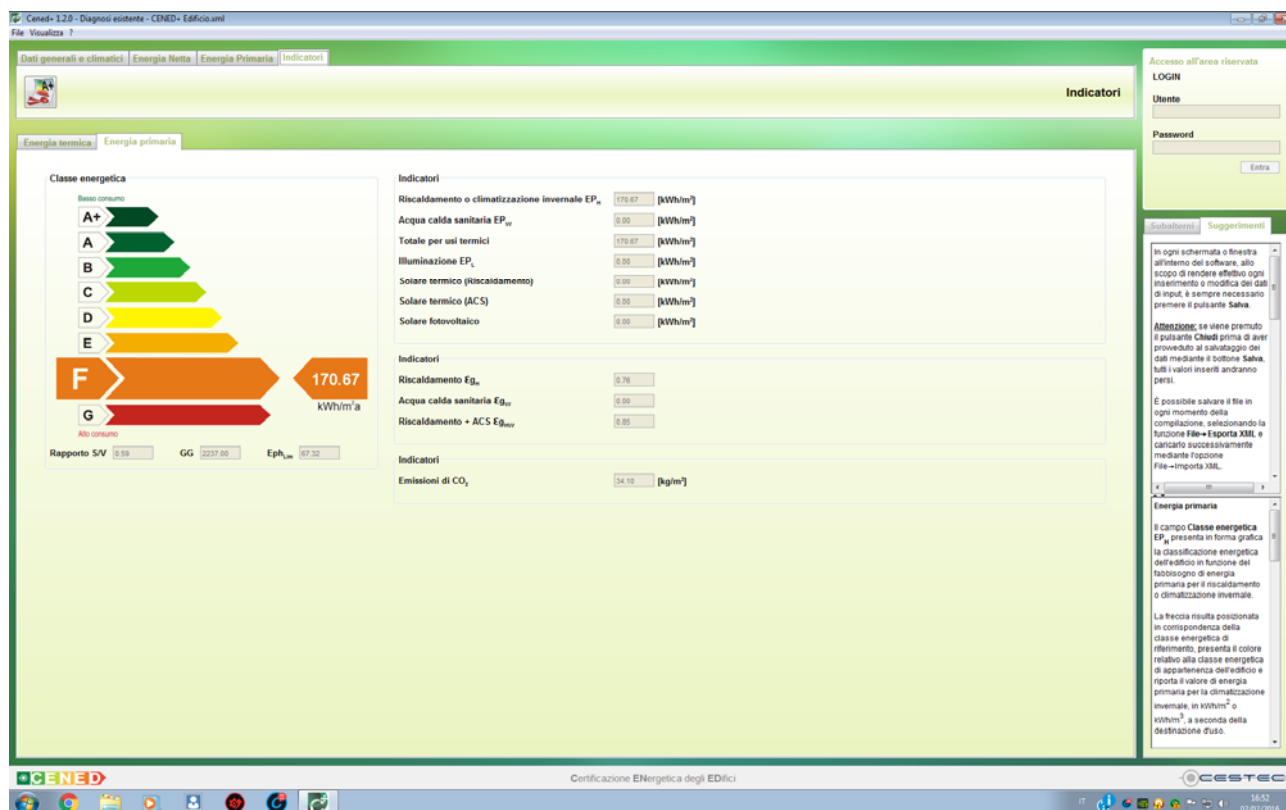
Valore ammissibile		Valore calcolato	
Riferimento	DGR N. 8/8745, Par. 7.1	Categoria DPR 412/93	E.1 (1)
Zona climatica	E	Fabbisogno di energia primaria	672162 kWh
Gradi giorno (DPR 412/93)	2237 gg	Superficie pianta netta	3956,76 m²
Rapporto S / V	0,58 1/m	Prestazione energetica	169,88 kWh/m²
Superficie esterna	8810,50 m²		
Volume lordo	15125,35 m³		

Di seguito si è individuata la classe energetica di appartenenza del complesso edificio-impianto secondo l’allegato A della DGR 8745/2008, in quanto la normativa regionale impone anche di esprimere in maniera oggettiva il fabbisogno di energia primaria, riferendosi a condizioni climatiche e di esercizio standardizzate.

A tal fine si è calcolato l’indice specifico di prestazione energetica, estrapolando il files della diagnosi dal programma Edilclima EC 700 Versione 6.3.1 con estensione .xlm e importandolo successivamente nel software aperto regionale CENED<sup>+</sup> versione 1.2 (asset rating) .



La classificazione energetica ha fornito il seguente dato di partenza:



- **Classe energetica F** in quanto  $145 < EP_i 170,67 < 175 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$ .

### *Individuazione e simulazione dei possibili interventi di risparmio energetico.*

E' evidente sia dal valore di calcolo dell'indice di prestazione energetica e sia dalla spesa pro-capite documentata (circa 1.500 €/alloggio per anno) per il solo riscaldamento, che trattasi di sistema edificio-impianto classificabile come energivoro, cosa che ha motivato la decisione di effettuare degli interventi di riqualificazione impiantistica (sostituzione della caldaia e della centralina di regolazione analogica esistenti con due nuovi generatori a condensazione e a modulazione totale della potenza termica funzionanti in cascata e del regolatore climatico digitale PID agente su bruciatore e pilotato da sonda esterna, dei circolatori esistenti con nuovi elettronici a portata variabile, installazione di nuove valvole a quattro vie con detentore incorporato e con comando meccanico termostatico e di contatori di calore diretti compatti di energia termica, montati a valle del collettore di piano sullo stacco dell'anello del singolo alloggio) e dell' involucro del fabbricato (sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi in PVC e doppio vetro camera, isolamento del sottotetto, posa del pannello riflettente posizionato dietro ai corpi scaldanti e isolamento cappotto esterno sulle quinte laterali in c.a.).

L'individuazione degli interventi di risparmio energetico sono il frutto di simulazioni intermedie delle prestazioni energetiche del modello termico esistente semi dinamico validato (il consumo medio annuo di metano calcolato si discosta di circa l'1 % da quello reale medio stagionale).

Ai fini di un corretto dimensionamento del nuovo generatore di calore si interviene in prima battuta sull'involucro e cioè ricalcolando il fabbisogno di potenza termica e di energia termica in presenza

di nuovi serramenti (prima simulazione) e di isolamento a cappotto delle quinte laterali e con cappotto rasante di concezione nanotecnologica i soffitti dei box e dei locali comuni ubicati al piano terra (seconda simulazione). Con la terza simulazione, si vanno a verificare i nuovi rendimenti d'impianto e il nuovo indice di prestazione energetica a seguito dell'installazione dei nuovi generatori a condensazione, delle valvole termostatiche e dei contatori di calore diretti.

In particolare si è proceduto nel seguente modo:

#### 1° simulazione

- sostituzione dei serramenti esistenti con telaio metallico e vetro doppio, con nuovi a doppio vetro camera, aventi intercapedine ad argon e rivestimento esterno basso emissivo.

#### 2° simulazione

- interventi di cui alla prima simulazione;
- isolamento del solaio sottotetto con pannello in lana di vetro rigido accoppiato con carta kraft dello spessore di 10 cm;
- isolamento esterno delle quinte in cemento armato intonacate e non a cappotto in polistirene espanso con grafite di spessore 80 mm e dei soffitti dei locali box e comuni al piano terra con cappotto rasante di concezione nanotecnologica.

#### 3° simulazione

- interventi di cui alla prima e seconda simulazione;
- sostituzione del generatore esistente con due nuovi a condensazione e relativa regolazione PID per il funzionamento a cascata;
- sostituzione delle valvole di intercettazione dei caloriferi esistenti a 4 vie con nuove dotate di detentore e di attuatore meccanico termostatico auto azionante e contemporanea implementazione della contabilizzazione del calore diretto con l'installazione su ogni singolo stacco del collettore al piano di contatore diretto munito di capsula a lettura dati a distanza a mezzo sistema wi fi;
- installazione sulla parete retrostante del termosifone di pannello in polietilene con rivestimento in alluminio riflettente pre verniciato;
- sostituzione dei circolatori esistenti con nuovi elettronici a portata variabile.

In sintesi si riporta l'indice di prestazione energetica della terza simulazione (talored rating) calcolato e pari a  **$E_{Pi} = 81,22 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$**  della stagione di riscaldamento convenzionale e con regime di funzionamento intermittente, come di seguito indicato:

Verifiche di legge DGR 22 Dicembre 2008 n. 8/8745

Impianto: Edificio residenziale

Tipo di intervento: Ristrutturazione edilizia > 25% della superficie disperdente

Verifiche previste dal DGR n. 8/8745, par. 7.1

Verifiche alternative previste dal DGR n. 8/8745, par. 7.2

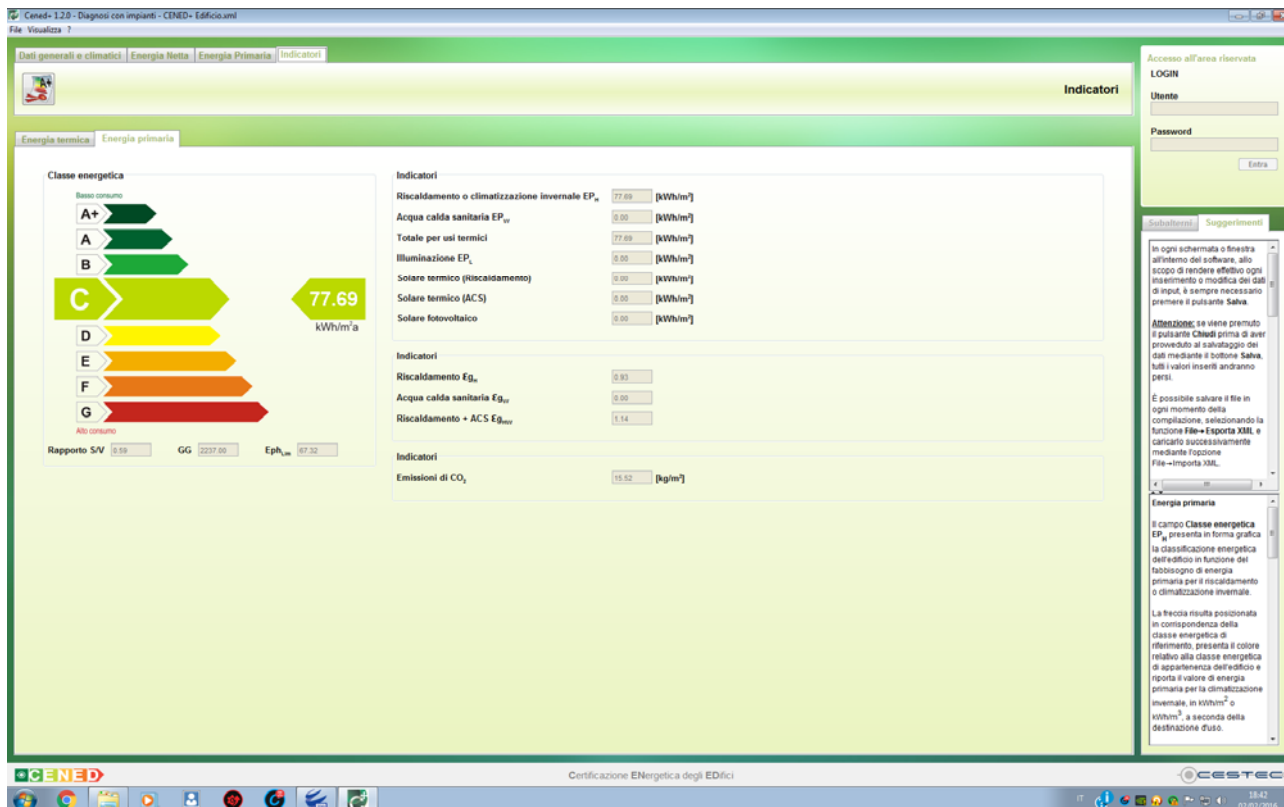
Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile	Valore calcolato	u.m.
Prestazione energetica per la climatizzazione invernale	Negativa	66,54	81,22	kWh/m²
Rendimento globale medio stagionale	-	82,5	78,9	%
Trasmittanza media divisorii e strutture locali non climatizzati	Negativa			
Trasmittanza media strutture trasparenti verso locali vicini e locali non climatizzati				
Verifica termoisolante	Negativa			

**Dettagli - Prestazione energetica per la climatizzazione invernale**

Valore ammissibile		Valore calcolato	
Riferimento	DGR N. 8/8745, Par. 7.1	Categoria DPR 412/93	E.1 (1)
Zona climatica	E	Fabbisogno di energia primaria	321384 kWh
Gradi giorno (DPR 412/93)	2237 gg	Superficie pianta netta	3956,76 m²
Rapporto S / V	0,58 1/m	Prestazione energetica	81,22 kWh/m²
Superficie esterna	8887,65 m²		
Volume lordo	15315,74 m³		

Di seguito si è individuata la classe energetica di appartenenza del complesso edificio-impianto secondo l'allegato A della DGR 8745/2008.

A tal fine si è calcolato l'indice specifico di prestazione energetica, estrapolando il files della diagnosi dal programma Edilclima EC 700 Versione 6.3.1 con estensione .xlm e importandolo successivamente nel software aperto regionale CENED<sup>+</sup> versione 1.2 (asset rating).



- Classe energetica C in quanto  $58 < EP_i 77,69 < 87 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$

### Scelta degli interventi da eseguire e definizione di un piano finanziario.

Come sopra descritto, la scelta degli interventi ha riguardato l'involucro del fabbricato e gli impianti.

La sostituzione dei serramenti esistenti in ferro con vetro stratificato con nuovi in PVC e doppio vetro camera con intercapedine ad argon e protezione esterna basso emissiva e dei cassonetti in ferro con nuovi in PVC isolati, interessa il 32,0 % della superficie disperdente e comporta un notevole miglioramento in termini di comfort e di dispersioni energetiche, come è possibile notare dal confronto tra i valori della trasmittanza telaio+vetro del serramento esistente con quello di progetto:

Tipologia serramento	Trasmittanza esistente	Trasmittanza di progetto
Finestra 890 x 1525 mm	$U_W = 4,180 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$
Finestra 1390 x 1525 mm	$U_W = 4,095 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$
Porta finestra 1890 x 2425 mm	$U_W = 3,736 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

Le caratteristiche termiche dei nuovi componenti finestrati inseriti nel modello termico esistente sono riportate nelle seguenti schede.

#### CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

##### Descrizione della finestra: *Finestra 890 x 1525*

Codice: *W1*

##### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Telaio in PVC e doppio vetro camera</i>		
Classe di permeabilità	<i>Classificazione A4</i>		
Trasmittanza termica	$U_W$	<i>1,300</i>	$\text{W/m}^2\text{K}$
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>1,100</i>	$\text{W/m}^2\text{K}$

##### Dati per il calcolo degli apporti solari

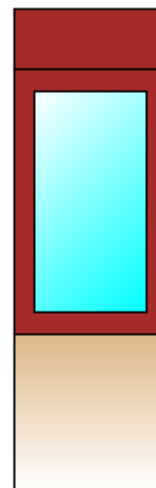
Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c \text{ inv}}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c \text{ est}}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,750</i>	-

##### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	<i>0,16</i>	$\text{m}^2\text{K/W}$
Ore giornaliere di chiusura	<i>8,0</i>	h

##### Dimensioni del serramento

Larghezza	<i>89,0</i>	cm
Altezza	<i>152,5</i>	cm



##### Caratteristiche del telaio

Area totale	$A_W$	<i>1,357</i>	$\text{m}^2$
-------------	-------	--------------	--------------

Area vetro	$A_g$	<b>0,835</b>	$m^2$
Area telaio	$A_f$	<b>0,522</b>	$m^2$
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,62</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>3,870</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>4,830</b>	m

**Descrizione della finestra:** *Finestra 1390 x 1525*

**Codice:** *W2*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Telaio in PVC e doppio vetro camera</b>		
Classe di permeabilità	<b>Classificazione A4</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>1,300</b>	$W/m^2K$
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>1,100</b>	$W/m^2K$

Dati per il calcolo degli apporti solari

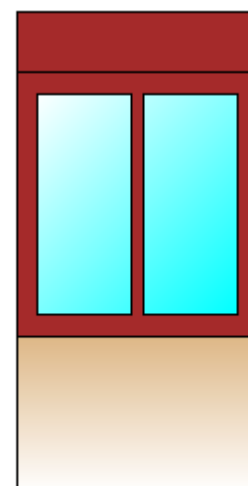
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,750</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	<b>0,16</b>	$m^2K/W$
Ore giornaliere di chiusura	<b>8,0</b>	h

Dimensioni del serramento

Larghezza	<b>139,0</b>	cm
Altezza	<b>152,5</b>	cm



Caratteristiche del telaio

Area totale	$A_w$	<b>2,120</b>	$m^2$
Area vetro	$A_g$	<b>1,375</b>	$m^2$
Area telaio	$A_f$	<b>0,745</b>	$m^2$
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,65</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>7,280</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,830</b>	m

**Descrizione della finestra: Porta Finestra 1890 x 2425****Codice: W3**Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Telaio in PVC e doppio vetro camera</b>		
Classe di permeabilità	<b>Classificazione A4</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>1,300</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>1,100</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

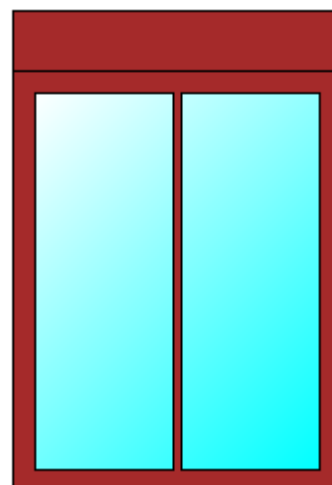
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,750</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	<b>0,16</b>	m <sup>2</sup> K/W
Ore giornaliere di chiusura	<b>8,0</b>	h

Dimensioni del serramento

Larghezza	<b>189,0</b>	cm
Altezza	<b>242,5</b>	cm

Caratteristiche del telaio

Area totale	$A_w$	<b>4,583</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>3,518</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,065</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,77</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>11,960</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>8,630</b>	m

Il costo complessivo stimato per la sostituzione dei serramenti esistenti, compreso i cassonetti e le tapparelle in pvc ammonta a € 242.250,23 = + IVA, di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **60.000,00**, considerando la componente differenziale di costo del doppio vetro con intercapedine ad argon e rivestimento basso emissivo proposto rispetto al doppio vetro esistente.

L'isolamento del solaio del sottotetto, quello a cappotto delle quinte in calcestruzzo armato e infine dell'estradosso del solaio degli alloggi al primo piano con i sottostanti locali non riscaldati adibiti a box e a locali comuni dei fabbricati interessa il 26,10 % della superficie disperdente e comporta un notevole miglioramento in termini di comfort e di contenimento delle dispersioni energetiche, come è possibile notare dal confronto tra i valori delle trasmittanze prima e dopo gli interventi di isolamento:

Tipologia serramento	Trasmittanza esistente	Trasmittanza di progetto
Soffitto sotto tetto	$U = 1,183 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U = 0,299 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$
Quinta perimetrale	$U = 0,609 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U = 0,293 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$
Pavimento su box	$U = 0,870 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U = 0,318 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$



Le caratteristiche termiche dei nuovi componenti opachi inseriti nel modello termico esistente sono riportate nelle seguenti schede.

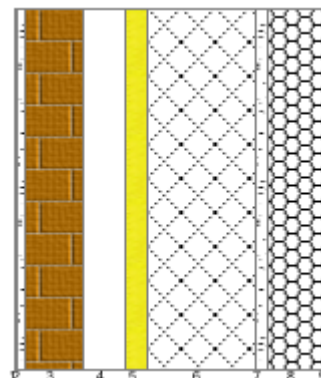
## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

### Descrizione della struttura: *Quinta perimetrale*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<b>0,293</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>435</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,0</b>	°C
Permeanza	<b>199,00</b> <b>5</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>486</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>424</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,010</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,034</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,9</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<b>5,00</b>	<b>0,350</b>	-	<b>1200</b>	<b>1,00</b>	<b>11</b>
2	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	-	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
3	Mattone forato	<b>80,00</b>	<b>0,400</b>	-	<b>775</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>60,00</b>	-	-	-	-	-
5	Fibra di vetro - Feltro resinato	<b>30,00</b>	<b>0,053</b>	-	<b>11</b>	<b>0,84</b>	-
6	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	<b>150,00</b>	<b>1,910</b>	-	<b>2400</b>	<b>1,00</b>	-
7	Malta di cemento	<b>15,00</b>	<b>1,400</b>	-	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	-
8	Polistirene espanso Greypor TK 8	<b>80,00</b>	<b>0,032</b>	-	<b>20</b>	<b>1,45</b>	-
9	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>	<b>0,300</b>	-	<b>1300</b>	<b>0,84</b>	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,040</b>	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Soffitto sotto tetto***Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<b>0,299</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>385</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,659</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>317</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>290</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,000</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-0,9</b>	h

**Stratigrafia:**

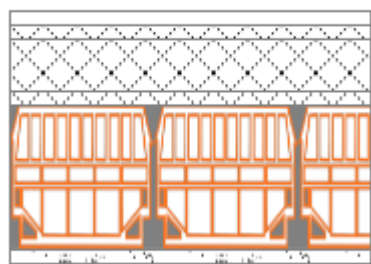
N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Lana di vetro con carta kraft	100,00	0,040	2,500	12	1030,00	3000
2	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	50,00	0,160	0,313	500	1,00	7
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	23
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su box***Codice:** *P2*

Trasmittanza termica	<b>0,318</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>356</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,981</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>425</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>389</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,017</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,052</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,8</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,700	0,029	1600	0,88	20
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	70,00	0,160	0,438	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
7	Skudoclima EC02	6,00	0,003	2,000	730	1,00	9
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Il costo complessivo stimato per la sostituzione dell'isolamento esistente presente nel sottotetto con il nuovo pannello di lana di vetro dello spessore di 10 cm, dell'isolamento a cappotto delle quinte perimetrali e del cappotto rasante dei soffitti dei box al piano terra è pari a € 188.614,72 di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **137.000,00** per la componente differenziale di costo dell'isolamento a cappotto rispetto al rifacimento dell'intonaco plastico esistente, per la differenza di spessore tra l'isolamento ammalorato presente e quello nuovo e del rasante a cappotto.

L'intervento di riqualificazione degli impianti riguarda in aggiunta a quelli in precedenza descritti sull'involucro dei fabbricati, la sostituzione del generatore esistente obsoleto del tipo ad inversione di fiamma dotato di bruciatore a gas metano del tipo bistadio ad aria soffiata, con due nuove caldaie a basamento a condensazione collegate in parallelo e funzionanti in cascata, ciascuna dotata di bruciatore a tappeto e modulazione totale della potenza termica, in abbinamento al regolatore climatico digitale pilotato da sonda esterna e da sonde in campo per il controllo della temperatura, del tipo PID (con azione diretta sui bruciatori modulanti, eliminando le valvole miscelatrici esistenti). A completamento, come indicato dalla normativa vigente, è prevista l'implementazione dell'impianto di termoregolazione e di contabilizzazione del calore dell'impianto di riscaldamento centralizzato. Ciò per ottenere il miglior comfort ambientale avendo la possibilità di regolare la temperatura interna dei singoli locali e trasparenza nell'addebito dei consumi di energia, ripartiti secondo i reali consumi registrati dal contabilizzatore. L'utente potrà verificare direttamente quando sta consumando e quale sarà il risparmio energetico se attuerà un comportamento virtuoso. Dal punto di vista operativo, l'implementazione dei contatori di calore diretti sarà possibile installando le apparecchiature con le relative sonde sullo stacco del circuito idraulico ad anello dell'impianto riscaldamento del singolo alloggio, in quanto ad ogni piano è presente il collettore di distribuzione in derivazione dal montante comune ispezionabile in nicchia posta sul vano scala. Su ciascun radiatore è previsto poi il montaggio della nuova valvola a quattro vie dotata di detentore di preregolazione e di testina termostatica con sonda. I contatori di energia sono dotati di capsula per il collegamento wi fi, consentendo al terzo responsabile di effettuare la lettura remota dei consumi. Infine, per evitare fenomeni di blocco delle portate del fluido in conseguenza della chiusura

automatica delle valvole termostatiche, in sostituzione degli esistenti, si prevede l'installazione di nuovi circolatori elettronici a portata variabile in classe A, a basso assorbimento elettrico.

Si riportano di seguito la documentazione fotografica delle apparecchiature esistenti che saranno oggetto di sostituzione.



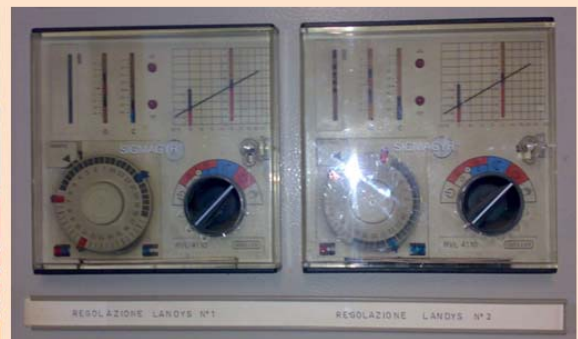
Pompa circuito



Due circuiti principali e uno di riserva con valvole miscelatrici di regolazione della temperatura dell'acqua dei caloriferi.



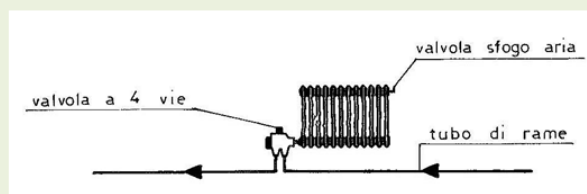
Caldaia in acciaio di tipo standard a temperatura costante (70°-80°) rendimento di combustione 86%. Bruciatore a metano del tipo bistadio.



Centraline di regolazione climatica con sonda esterna e su mandata.

## - sostituzione delle valvole esistenti dei radiatori con nuove termostatiche

Circuito esistente  
monotubo



Valvola esistente a quattro vie (totale n. 328)



Valvola termostattizzabile per impianti monotubo e comando termostatico.

Il costo complessivo stimato per la ristrutturazione della centrale termica e la contabilizzazione del calore ammonta a € 178.905,65 = IVA, di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **30.000,00** per la componente differenziale di costo di fornitura e posa dei contatori di calore diretti.

Eseguite le simulazione con il software Edilclima EC 700 ver. 6.3.1, è possibile confrontare il profilo energetico reale prima e dopo gli interventi di riqualificazione del sistema edificio impianto di via Dei Mulini n. 10/20 in Treviglio (BG).

Nelle tabelle seguenti si riportano in sintesi i dati significativi delle diagnosi energetiche:

**RISULTATI DIAGNOSI ENERGETICA: MODELLO TERMICO ESISTENTE**

Consumo combustibile gas metano	( mc /anno)	63.572
Fabbisogno di energia utile per il riscaldamento	(kWh/anno)	411.831
Fabbisogno di energia primaria	(kWh/anno)	672.162
Rendimento globale medio stagionale	%	61,3
Costo totale dei consumi (costo metano 0,82 €/mc)	(euro/anno)	52.129,04

**RISULTATI DIAGNOSI ENERGETICA: MODELLO TERMICO RIQUALIFICATO**

Consumo combustibile gas metano	( mc /anno)	28.202
Fabbisogno di energia utile per il riscaldamento	(kWh/anno)	239.681
Fabbisogno di energia primaria	(kWh/anno)	301.818
Rendimento globale medio stagionale	%	79,4
Costo totale dei consumi (costo metano 0,82 €/mc)	(euro/anno)	23.125,64

Il risparmio annuo prodotto dagli interventi è pari a:

$$R_{\text{annuo}} = (34.996,78 - 23.217,48) = \text{€ } \mathbf{29.003,40}.$$

Nell'ipotesi che l'inflazione sia trascurabile e che i risparmi complessivi rimangano costanti per ogni anno, per  $r = 5\%$  (tasso d'interesse) e  $n = 30$  (durata degli interventi di efficientamento), si ottiene dalle tabelle il fattore di annualità pari a 15,3725, quindi possiamo calcolare il VAN (valore attuale netto dell'investimento):

$$VAN = (29.003,40 \times 15,3725) - (227.000,00) = \text{€ } \mathbf{218.854,77}.$$

Dal valore e dal segno ottenuti per il VAN è possibile concludere che l'investimento è remunerativo per il capitale impegnato.

Il tempo di ritorno dell'investimento (periodo, espresso come numero di anni, a partire dal quale il risparmio annuo avrà compensato il costo iniziale, e quindi il momento a partire dal quale l'investimento sarà solo vantaggioso) è pari a:

$$TR = (227.000,00) / 29.003,40 = \text{circa } 8 \text{ anni}$$

Si riporta di seguito il piano finanziario dell'intervento considerando opportunamente la quota di ammortamento dell'investimento degli interventi sopradescritti.

PIANO FINANZIARIO			
INTERVENTO N.		Treviglio via Dei Mulini n. 10/20	
DESCRIZIONE		Ristrutturazione impianto con sostituzione caldaia, aggiunta valvole termostatiche e contabilizzazione individuale.	
SITUAZIONE PRIMA DELL'INTERVENTO			
<div>Gas naturale</div>	Stagione	Combustibile	Energia elettrica
		<i>Stm<sup>3</sup></i>	<i>kWh</i>
Consumi di combustibile ed energia elettrica negli anni precedenti	2009/2010	44.383	5.000
	2010/2011	65.600	5.000
	2011/2012	67.407	5.000
	2012/2013	64.445	5.000
	MEDIA	60.459	5.000
Costo combustibile	€/Stm <sup>3</sup>	0,82	
Costo energia elettrica	€/kWh	0,24	
Costo annuo medio energia prima dell'intervento			€ 50.776,18
COSTO DELL'INTERVENTO			
Importo totale interventi IVA esclusa		€ 227.000,00	
IVA	10%	€ 22.700,00	
Importo totale interventi compresa IVA			€ 249.700,00
SITUAZIONE DOPO L'INTERVENTO			
<div>Gas naturale</div>	Consumo annuo	Prezzo unitario	
	<i>Stm<sup>3</sup></i>	€/Stm <sup>3</sup>	
	28.202	0,82	
Energia elettrica	kWh	€/kWh	
	3.828	0,24	
Spesa energetica annua successiva all'intervento			€ 24.044,36
CARATTERISTICHE DEL FINANZIAMENTO			
Tasso di interesse		5%	
Durata del finanziamento (anni)		20	



<b>Quota annuale ammortamento</b>		<b>€ 20.036,57</b>
<b>CALCOLO DEL VALORE DELL'INTERVENTO</b>		
Spesa annua totale per consumi e quota di ammortamento	€ 44.080,93	
Risparmio annuo per la durata dell'ammortamento	€ 6.695,24	
<b>Risparmio totale attualizzato al termine dell'ammortamento</b>		<b>€ 83.437,50</b>
Risparmio annuo dopo l'estinzione del finanziamento	€ 26.731,82	
Durata di vita dell'intervento	(anni) <b>30</b>	
<b>Risparmio totale attualizzato dell'intervento</b>		<b>€ 157.434,73</b>

**Legenda:**



Dati di Input



Risultati di calcolo

## ***Firma energetica***

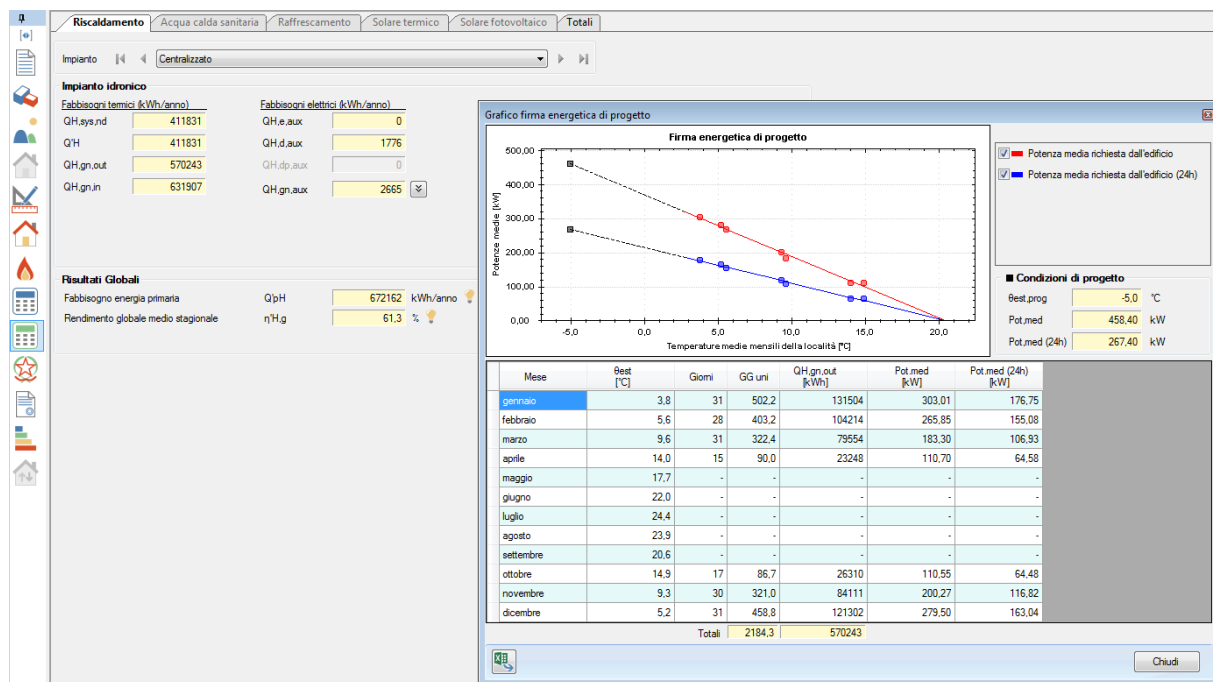
La firma energetica è sostanzialmente l'analisi della relazione che intercorre fra la temperatura esterna e la potenza termica media assorbita da un edificio. Essa si costruisce con letture ad intervalli regolari (possibilmente settimanali) nella fattispecie del contatore di metano con il rilievo della temperatura esterna media, valore quest'ultimo che può essere facilmente richiesto dall'ARPA di Bergamo che li pubblica sul sito internet.

In questa fase, ai fini di una buona dimostrazione di come reagisce il sistema edificio-impianto alle variazioni di temperatura esterna, si riportano le rette interpolanti (ottenibili per progressione lineare) del complesso ALER in esame sia nelle condizioni esistenti e sia in quelle di efficientamento con gli interventi progettuali proposti.

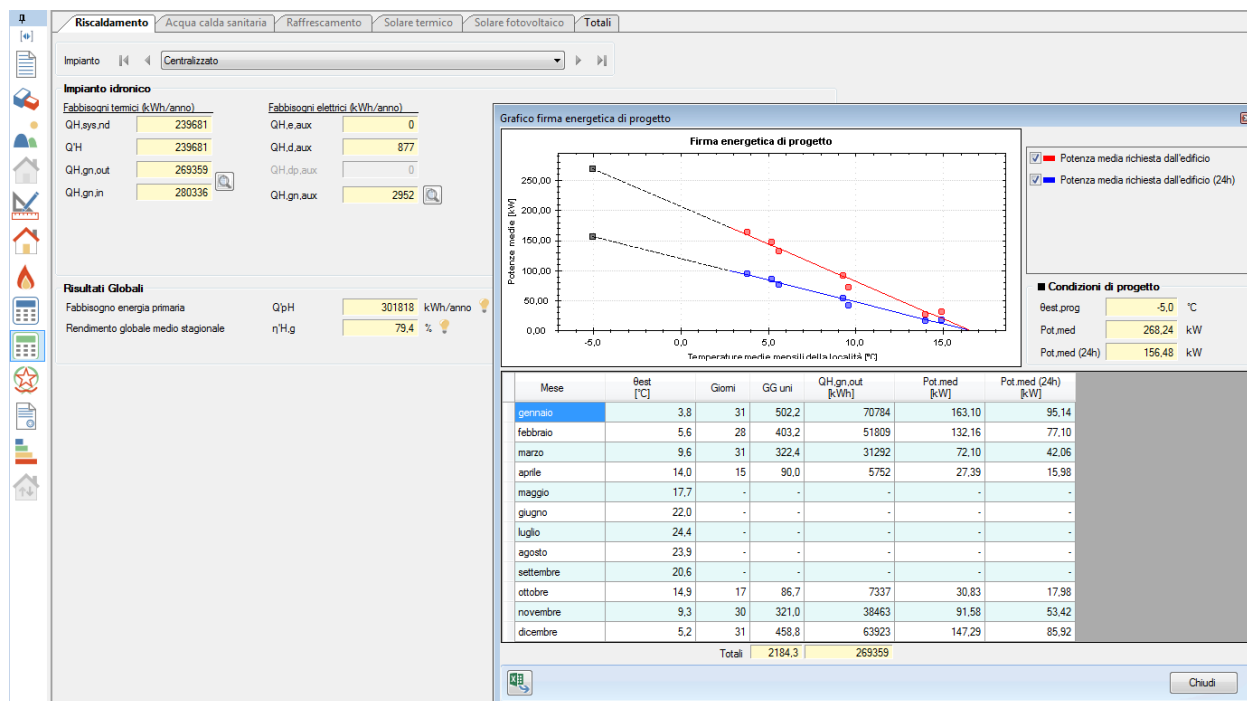
Estendendo la firma energetica fino alla temperatura di progetto, si ottiene anche la verifica del corretto dimensionamento della potenza del generatore.

Nel caso di via Dei Mulini n. 10/20 è possibile constatare che la potenza di progetto con funzionamento standard di 14 ore giornaliere in corrispondenza di una temperatura media di  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  risulta pari a 458,40 kW, leggermente superiore al valore di targa del generatore esistente ad inversione di fiamma che è pari a 400 kW di potenza termica nominale.

Si riporta di seguito la firma energetica del sistema edificio impianto esistente di cui al modello termico validato:



E quella del modello termico del sistema edificio impianto a seguito degli interventi di efficientamento che hanno caratterizzato sia l'involucro dei fabbricati e sia gli impianti di riscaldamento.



In tal caso è possibile osservare che la taglia progettuale delle due caldaie funzionanti in cascata a condensazione del tipo a quattro stelle e alimentate a gas metano pari a circa 300 kW di potenza al focolare risulta essere compatibili con le condizioni di progetto determinate con la firma energetica, per le quali necessita una potenza termica di circa 268,2 kW. Inoltre è possibile osservare che in corrispondenza di una temperatura esterna di 17 °C la retta punta ad una potenza nulla, in quanto i contributi degli apporti gratuiti fanno sì che la potenza richiesta dall'edificio si annulli ben prima che la temperatura media esterna raggiunga i 20 °C.

### ***Certificazione energetica degli edifici***

La certificazione energetica degli edifici sarà effettuata a lavori ultimati da un professionista incaricato dall'ALER di Bergamo-Lecco-Sondrio e potrà fornire risultati migliorativi rispetto a quelli prospettati in sede di diagnosi energetica nell'ambito delle simulazioni.

## RELAZIONE DI CALCOLO

### Sommario:

Premessa  
Riferimenti normativi  
Dati climatici della località  
Caratteristiche termiche ed igrometriche dei componenti opachi  
Caratteristiche dei ponti termici  
Caratteristiche termiche dei componenti finestrati  
Fabbisogno di potenza termica invernale  
Fabbisogno di energia termica utile  
Fabbisogno di energia primaria  
Risultati di calcolo stagionali  
Rete di distribuzione analitica

### PREMESSA

A dimostrazione dei risultati sopra descritti, si riportano di seguito i calcoli eseguiti per la costruzione del modello termico semi-dinamico del sistema edificio impianto esistente caratterizzato dal complesso edificatorio di via Dei Mulini n. 10/20 in Treviglio (BG).  
Gli estratti di cui al sommario sono quelli desunti dal programma Edilclima EC 700 versione 6.3.1

### RIFERIMENTI NORMATIVI

NORMA	DESCRIZIONE
UNI/TS 11300-1:2014	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI/TS 11300-2:2014	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione.
UNI/TS 11300-3:2010	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
UNI/TS 11300-4:2012	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
UNI/TR 11552	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici.
UNI 10339	Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI 10356	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.
UNI EN 15316-4-8	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 10211	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.
UNI EN ISO 10456	Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo.
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.

EC 1-2011 UNI EN ISO 13786	Errata corregge 1 del 15.3.2011 alla UNI EN ISO 13786:2008.
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
Raccomandazione CTI 14	Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio.
Legge 9.1.91, n. 10	Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
D.P.R. 26.8.93, n. 412	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 10/91.
Direttiva 2002/91/CE	Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 19.8.2005, n. 192	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 29.12.2006, n. 311	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 30.5.2008, n. 115	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
D.Lgs. 3.3.2011, n. 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
D.P.R. 2.4.2009, n. 59	Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
D.M. 26.6.2009	Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici. Decreto Legge
D. L. 4.6.2013 n.63	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.
Legge 3.8.2013, n. 90	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante 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.

#### DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

##### Caratteristiche geografiche

Località	<b>TREVIGLIO</b>	
Provincia	<b>Bergamo</b>	
Altitudine s.l.m.		<b>125</b> m
Latitudine nord	<b>45° 31'</b>	Longitudine est <b>9° 35'</b>
Gradi giorno		<b>2237</b>
Zona climatica		<b>E</b>

##### Località di riferimento

per la temperatura	<b>BERGAMO</b>
per l'irradiazione	I località: <b>BERGAMO</b>
	II località: <b>LODI</b>
per il vento	<b>BERGAMO</b>

##### Caratteristiche del vento

Regione di vento:	<b>A</b>
-------------------	----------

Direzione prevalente *Nord-Est*

Distanza dal mare *> 40* km

Velocità media del vento *1,9* m/s

Velocità massima del vento *3,8* m/s

#### **Dati invernali**

Temperatura esterna di progetto *-5,0* °C

Stagione di riscaldamento convenzionale dal *15 ottobre* al *15 aprile*

#### **Dati estivi**

Temperatura esterna bulbo asciutto *31,0* °C

Temperatura esterna bulbo umido *22,7* °C

Umidità relativa *50,0* %

Escursione termica giornaliera *13* °C

#### **Temperature esterne medie mensili**

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	<i>3,8</i>	<i>5,6</i>	<i>9,6</i>	<i>14,0</i>	<i>17,7</i>	<i>22,0</i>	<i>24,4</i>	<i>23,9</i>	<i>20,6</i>	<i>14,9</i>	<i>9,3</i>	<i>5,2</i>

#### **Irradiazione solare media mensile**

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m <sup>2</sup>	<i>1,6</i>	<i>2,4</i>	<i>3,6</i>	<i>5,3</i>	<i>7,6</i>	<i>9,2</i>	<i>9,1</i>	<i>6,4</i>	<i>4,2</i>	<i>2,9</i>	<i>1,8</i>	<i>1,4</i>
Nord-Est	MJ/m <sup>2</sup>	<i>1,7</i>	<i>2,9</i>	<i>5,2</i>	<i>8,0</i>	<i>10,4</i>	<i>11,9</i>	<i>12,5</i>	<i>9,7</i>	<i>6,5</i>	<i>3,7</i>	<i>2,0</i>	<i>1,5</i>
Est	MJ/m <sup>2</sup>	<i>3,2</i>	<i>5,2</i>	<i>8,3</i>	<i>10,9</i>	<i>12,8</i>	<i>13,9</i>	<i>15,3</i>	<i>13,0</i>	<i>10,0</i>	<i>6,6</i>	<i>3,5</i>	<i>2,9</i>
Sud-Est	MJ/m <sup>2</sup>	<i>5,3</i>	<i>7,5</i>	<i>10,3</i>	<i>11,6</i>	<i>11,9</i>	<i>12,2</i>	<i>13,5</i>	<i>13,1</i>	<i>11,8</i>	<i>9,4</i>	<i>5,7</i>	<i>5,0</i>
Sud	MJ/m <sup>2</sup>	<i>6,7</i>	<i>8,9</i>	<i>10,9</i>	<i>10,5</i>	<i>9,8</i>	<i>9,6</i>	<i>10,5</i>	<i>11,2</i>	<i>11,7</i>	<i>10,9</i>	<i>7,0</i>	<i>6,4</i>
Sud-Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	<i>5,3</i>	<i>7,5</i>	<i>10,3</i>	<i>11,6</i>	<i>11,9</i>	<i>12,2</i>	<i>13,5</i>	<i>13,1</i>	<i>11,8</i>	<i>9,4</i>	<i>5,7</i>	<i>5,0</i>
Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	<i>3,2</i>	<i>5,2</i>	<i>8,3</i>	<i>10,9</i>	<i>12,8</i>	<i>13,9</i>	<i>15,3</i>	<i>13,0</i>	<i>10,0</i>	<i>6,6</i>	<i>3,5</i>	<i>2,9</i>
Nord-Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	<i>1,7</i>	<i>2,9</i>	<i>5,2</i>	<i>8,0</i>	<i>10,4</i>	<i>11,9</i>	<i>12,5</i>	<i>9,7</i>	<i>6,5</i>	<i>3,7</i>	<i>2,0</i>	<i>1,5</i>
Orizzontale	MJ/m <sup>2</sup>	<i>4,0</i>	<i>6,8</i>	<i>11,3</i>	<i>15,9</i>	<i>19,5</i>	<i>21,6</i>	<i>23,2</i>	<i>19,1</i>	<i>13,9</i>	<i>8,7</i>	<i>4,6</i>	<i>3,6</i>

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: *269* W/m<sup>2</sup>

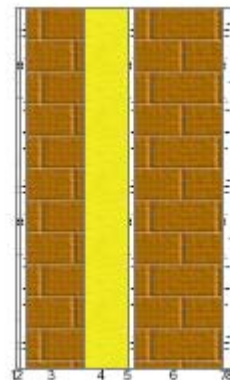


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Muro perimetrale*

**Codice:** *MI*

Trasmittanza termica	<b>0,535</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>305</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,0</b>	°C
Permeanza	<b>69,686</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>231</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>149</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,227</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,430</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,6</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<b>5,00</b>	<b>0,350</b>	<b>0,014</b>	<b>1200</b>	<b>1,00</b>	<b>11</b>
2	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
3	Mattone forato	<b>80,00</b>	<b>0,400</b>	<b>0,200</b>	<b>775</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	<b>60,00</b>	<b>0,053</b>	<b>1,132</b>	<b>11</b>	<b>0,84</b>	<b>1</b>
5	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
6	Mattone forato	<b>120,00</b>	<b>0,387</b>	<b>0,310</b>	<b>717</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
7	Malta di cemento	<b>15,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,011</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
8	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>	<b>0,300</b>	<b>0,017</b>	<b>1300</b>	<b>0,84</b>	<b>30</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,040</b>	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro perimetrale*

**Codice:** *MI*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- [] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- [x] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

**Condizioni al contorno**

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ )

*Positiva*

Mese critico

*gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico

$f_{RSI,max}$  *0,796*

Fattore di temperatura del componente

$f_{RSI}$  *0,874*

Umidità relativa superficiale accettabile

*80* %

### Verifica del rischio di condensa interstiziale

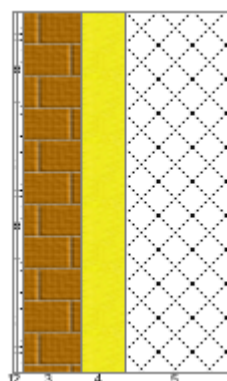
Verifica condensa interstiziale

*Negativa*

**Descrizione della struttura:** *Quinta perimetrale*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<i>0,609</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>305</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-5,0</i>	°C
Permeanza	<i>12,567</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>389</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>363</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,191</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,318</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-9,1</i>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<i>5,00</i>	<i>0,350</i>	<i>0,014</i>	<i>1200</i>	<i>1,00</i>	<i>11</i>
2	Malta di cemento	<i>10,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,007</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
3	Mattone forato	<i>80,00</i>	<i>0,400</i>	<i>0,200</i>	<i>775</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	<i>60,00</i>	<i>0,053</i>	<i>1,132</i>	<i>11</i>	<i>0,84</i>	<i>1</i>
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	<i>150,00</i>	<i>1,260</i>	<i>0,119</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>99</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>	-	-	-

### Legenda simboli

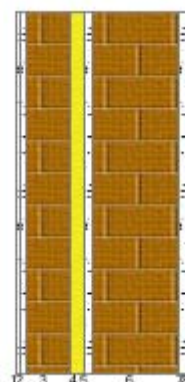
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:***Quinta perimetrale*Codice: *M2*

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☒ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

**Condizioni al contorno**

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °CUmidità relativa interna costante, pari a *65* %**Verifica criticità di condensa superficiale**Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) *Positiva*Mese critico *gennaio*Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,796*Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,858*Umidità relativa superficiale accettabile *80* %**Verifica del rischio di condensa interstiziale**Verifica condensa interstiziale *Negativa*Quantità massima di condensa durante l'anno  $M_a$  *1027* g/m<sup>2</sup>Quantità di condensa ammissibile  $M_{lim}$  *13* g/m<sup>2</sup>Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ ) *Negativa*Mese con massima condensa accumulata *gennaio*L'evaporazione a fine stagione è *Completa***Descrizione della struttura:** *Muro sotto finestra*Codice: *M3*Trasmittanza termica *0,926* W/m<sup>2</sup>KSpessore *245* mmTemperatura esterna  
(calcolo potenza invernale) *-5,0* °CPermeanza *79,051* 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>PaMassa superficiale  
(con intonaci) *205* kg/m<sup>2</sup>Massa superficiale  
(senza intonaci) *122* kg/m<sup>2</sup>Trasmittanza periodica *0,510* W/m<sup>2</sup>KFattore attenuazione *0,562* -Sfasamento onda termica *-6,9* h**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<i>5,00</i>	<i>0,350</i>	<i>0,014</i>	<i>1200</i>	<i>1,00</i>	<i>11</i>
2	Malta di cemento	<i>10,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,007</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>60,00</i>	<i>0,360</i>	<i>0,167</i>	<i>600</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>

4	Fibra di vetro - Feltro resinato	20,00	0,053	0,377	11	0,84	1
5	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
6	Mattone forato	120,00	0,387	0,310	717	0,84	9
7	Malta di cemento	15,00	1,400	0,011	2000	1,00	23
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00	0,300	0,017	1300	0,84	30
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro sotto finestra*

**Codice:** *M3*

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☒ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

#### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

#### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) *Negativa*

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,796*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,792*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Verifica condensa interstiziale *Negativa*

Quantità massima di condensa durante l'anno  $M_a$  *232* g/m<sup>2</sup>

Quantità di condensa ammissibile  $M_{lim}$  *4* g/m<sup>2</sup>

Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ ) *Negativa*

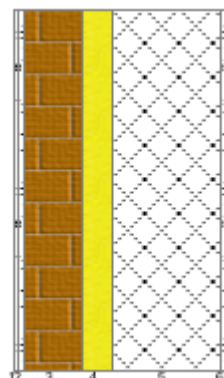
Mese con massima condensa accumulata *gennaio*

L'evaporazione a fine stagione è *Completa*

**Descrizione della struttura:** *Muro su vano scala*

**Codice:** *M4*

Trasmittanza termica	<i>0,754</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>300</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>8,0</i>	°C
Permeanza	<i>12,315</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>478</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>422</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,140</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,185</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-9,7</i>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<i>5,00</i>	<i>0,350</i>	<i>0,014</i>	<i>1200</i>	<i>1,00</i>	<i>11</i>
2	Malta di cemento	<i>10,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,007</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
3	Mattone forato	<i>80,00</i>	<i>0,400</i>	<i>0,200</i>	<i>775</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	<i>40,00</i>	<i>0,053</i>	<i>0,755</i>	<i>11</i>	<i>0,84</i>	<i>1</i>
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	<i>150,00</i>	<i>1,910</i>	<i>0,079</i>	<i>2400</i>	<i>1,00</i>	<i>99</i>
6	Malta di cemento	<i>15,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,011</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro su vano scala*

**Codice:** *M4*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

**Condizioni al contorno**

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) *Positiva*

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico	$f_{RSI,max}$	<b>0,574</b>	
Fattore di temperatura del componente	$f_{RSI}$	<b>0,840</b>	
Umidità relativa superficiale accettabile		<b>80</b>	%

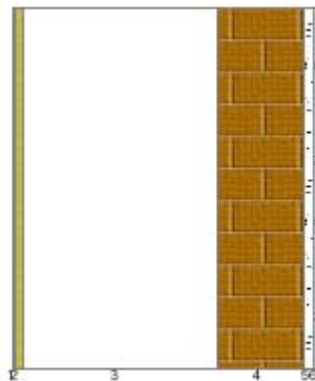
#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

#### Descrizione della struttura: **Cassonetto**

**Codice:** **M5**

Trasmittanza termica	<b>1,122</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>422</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>139</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>102</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,911</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,830</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-3,8</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>	-	-	-
1	Acciaio	<b>2,00</b>	<b>52,000</b>	-	<b>7800</b>	<b>0,45</b>	<b>9999999</b>
2	Polistirene espanso sint. in lastre (UNI 7819)	<b>10,00</b>	<b>0,040</b>	-	<b>30</b>	<b>1,25</b>	<b>60</b>
3	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>270,00</b>	-	-	-	-	-
4	Mattone forato	<b>120,00</b>	<b>0,387</b>	-	<b>717</b>	<b>0,84</b>	-
5	Malta di cemento	<b>15,00</b>	<b>1,400</b>	-	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	-
6	Intonaco plastico	<b>5,00</b>	<b>0,400</b>	-	<b>1400</b>	<b>0,84</b>	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,040</b>	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

#### Descrizione della struttura: **Cassonetto**

**Codice:** **M5**

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☐ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

#### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili



Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

#### **Verifica criticità di condensa superficiale**

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Negativa**

Mese critico **gennaio**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,796**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,667**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

#### **Verifica del rischio di condensa interstiziale**

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

#### **Descrizione della struttura:** *Porta ingresso alloggio*

**Codice:** *M6*

Trasmittanza termica	<b>1,911</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>45</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>20</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>20</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,899</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,994</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-0,6</b>	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	<i>5,00</i>	<i>0,120</i>	<i>0,042</i>	<i>450</i>	<i>2,70</i>	<i>643</i>
2	Acciaio	<i>1,00</i>	<i>52,000</i>	<i>0,000</i>	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<i>33,00</i>	<i>0,183</i>	<i>0,180</i>	-	-	-
4	Acciaio	<i>1,00</i>	<i>52,000</i>	<i>0,000</i>	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	<i>5,00</i>	<i>0,120</i>	<i>0,042</i>	<i>450</i>	<i>2,70</i>	<i>643</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-

#### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Porta ingresso alloggio*

**Codice:** *M6*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- [] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Positiva**

Mese critico **gennaio**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,574**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,673**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

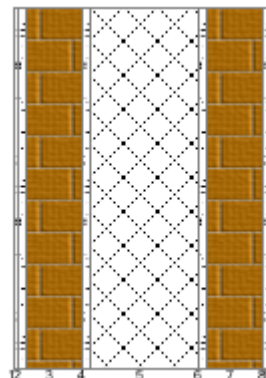
### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

### Descrizione della struttura: **Quinta divisorio alloggio**

**Codice: M8**

Trasmittanza termica	<b>1,268</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>360</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>20,0</b>	°C
Permeanza	<b>11,547</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>577</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>484</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,177</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,139</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,2</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<b>5,00</b>	<b>0,350</b>	<b>0,014</b>	<b>1200</b>	<b>1,00</b>	<b>11</b>
2	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
3	Mattone forato	<b>80,00</b>	<b>0,400</b>	<b>0,200</b>	<b>775</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
4	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	<b>150,00</b>	<b>1,910</b>	<b>0,079</b>	<b>2400</b>	<b>1,00</b>	<b>99</b>
6	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
7	Mattone forato	<b>80,00</b>	<b>0,400</b>	<b>0,200</b>	<b>775</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
8	Malta di cemento	<b>10,00</b>	<b>1,400</b>	<b>0,007</b>	<b>2000</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
9	Intonaco di calce e gesso	<b>5,00</b>	<b>0,700</b>	<b>0,007</b>	<b>1400</b>	<b>1,00</b>	<b>11</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,130</b>	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

### Descrizione della struttura: *Quinta divisorio alloggio*

Codice: **M8**

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Positiva**

Mese critico **ottobre**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,000**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,757**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

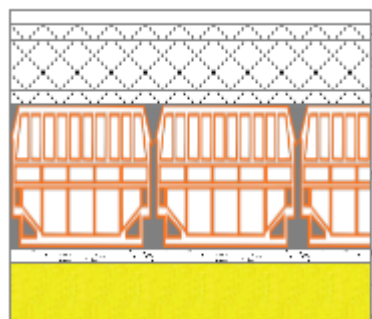
### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

### Descrizione della struttura: *Pavimento su porticato*

Codice: **P1**

Trasmittanza termica	<b>0,395</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>432</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>427</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>391</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,023</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,058</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,700	0,029	1600	0,88	20
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	70,00	0,160	0,438	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
7	Fibra di vetro - Feltro resinato	80,00	0,053	1,509	11	0,84	1
8	Alluminio	2,00	220,000	0,000	2700	0,96	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

#### Descrizione della struttura:

*Pavimento su porticato*

**Codice: P1**

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
 [] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
 [x] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

#### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

#### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ )

*Positiva*

Mese critico

*gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico

$f_{RSI,max}$  **0,796**

Fattore di temperatura del componente

$f_{RSI}$  **0,904**

Umidità relativa superficiale accettabile

**80** %

#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Verifica condensa interstiziale

*Positiva*

Quantità massima di condensa durante l'anno

$M_a$  **6** g/m<sup>2</sup>

Quantità di condensa ammissibile

$M_{lim}$  **18** g/m<sup>2</sup>

Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ )

*Positiva*

Mese con massima condensa accumulata

*gennaio*

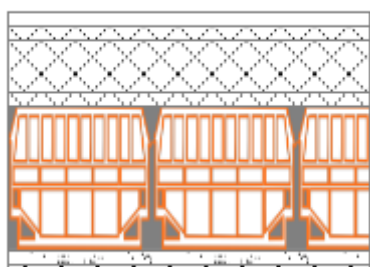
L'evaporazione a fine stagione è

*Completa*

#### Descrizione della struttura: Pavimento su box

**Codice: P2**

Trasmittanza termica	0,318	W/m2K
Spessore	356	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	0,0	°C
Permeanza	0,981	10-12kg/sm2Pa
Massa superficiale (con intonaci)	425	kg/m2
Massa superficiale (senza intonaci)	389	kg/m2
Trasmittanza periodica	0,017	W/m2K
Fattore attenuazione	0,052	-
Sfasamento onda termica	-13,8	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,700	0,029	1600	0,88	20
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	70,00	0,160	0,438	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
7	Skudoclima EC02	6,00	0,003	2,000	730	1,00	9
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

#### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m2K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m3
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

#### **Descrizione della struttura:**

*Pavimento su box*

**Codice: P2**

- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☐ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

#### **Condizioni al contorno**

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

#### **Verifica criticità di condensa superficiale**

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Positiva**

Mese critico **gennaio**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,743**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,924**

Umidità relativa superficiale accettabile

80 %

### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

**Descrizione della struttura:** *Pavimento intermedio*

**Codice:** *P3*

Trasmittanza termica	1,124	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	305	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0	°C
Permeanza	0,981	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	396	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	369	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,254	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,226	-
Sfasamento onda termica	-10,4	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottopavimento di cemento magro	20,00	0,900	0,022	1800	0,88	30
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	30,00	0,160	0,188	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	23
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:**

*Pavimento intermedio*

**Codice:** *P3*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- [] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento 20,0 °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ )

**Positiva**

Mese critico

**ottobre**

Fattore di temperatura del mese critico

$f_{RSI,max}$  **0,000**

Fattore di temperatura del componente

$f_{RSI}$  **0,762**

Umidità relativa superficiale accettabile

**80** %

### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

### Descrizione della struttura: **Soffitto sotto tetto**

**Codice: SI**

Trasmittanza termica	<b>1,183</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>285</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,0</b>	°C
Permeanza	<b>57,225</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>316</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>289</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,400</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,338</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,1</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-
1	C.l.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	<b>50,00</b>	<b>0,160</b>	<b>0,313</b>	<b>500</b>	<b>1,00</b>	<b>7</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>20,00</b>	<b>1,490</b>	<b>0,013</b>	<b>2200</b>	<b>0,88</b>	<b>70</b>
3	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	<b>200,00</b>	<b>0,660</b>	<b>0,303</b>	<b>1100</b>	<b>0,84</b>	<b>7</b>
4	Malta di calce o di calce e cemento	<b>15,00</b>	<b>0,900</b>	<b>0,017</b>	<b>1800</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduktività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

### Descrizione della struttura:

**Soffitto sotto tetto**

**Codice: SI**

- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☐ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

### Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0** °C

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

### Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Positiva**

Mese critico **gennaio**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,659**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,782**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

### Descrizione della struttura: *Soffitto intermedio*

Codice: **S2**

Trasmittanza termica	<b>1,334</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>305</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>20,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,981</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>396</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>369</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,437</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,327</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,3</b>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	<b>20,00</b>	<b>3,000</b>	<b>0,007</b>	<b>2700</b>	<b>1,00</b>	<b>10000</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>20,00</b>	<b>0,900</b>	<b>0,022</b>	<b>1800</b>	<b>0,88</b>	<b>30</b>
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	<b>30,00</b>	<b>0,160</b>	<b>0,188</b>	<b>500</b>	<b>1,00</b>	<b>7</b>
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>20,00</b>	<b>1,490</b>	<b>0,013</b>	<b>2200</b>	<b>0,88</b>	<b>70</b>
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	<b>200,00</b>	<b>0,660</b>	<b>0,303</b>	<b>1100</b>	<b>0,84</b>	<b>7</b>
6	Malta di calce o di calce e cemento	<b>15,00</b>	<b>0,900</b>	<b>0,017</b>	<b>1800</b>	<b>1,00</b>	<b>23</b>
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-

### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK



R.V. Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

-

**Descrizione della struttura:** *Soffitto intermedio*

**Codice:** S2

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

**Condizioni al contorno**

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento 20,0 °C

Umidità relativa interna costante, pari a 65 %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) *Positiva*

Mese critico *ottobre*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  0,000

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  0,762

Umidità relativa superficiale accettabile 80 %

**Verifica del rischio di condensa interstiziale**

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

### Descrizione del ponte termico: *R - Parete - Copertura*

**Codice:** *Z1*

Trasmittanza termica lineica di calcolo *-0,326* W/mK

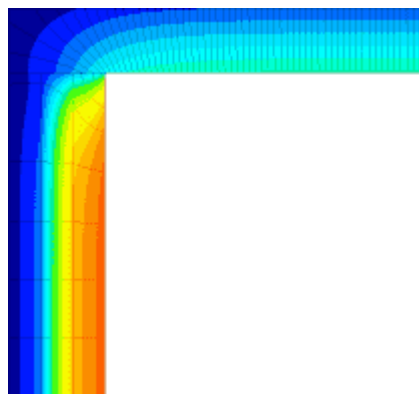
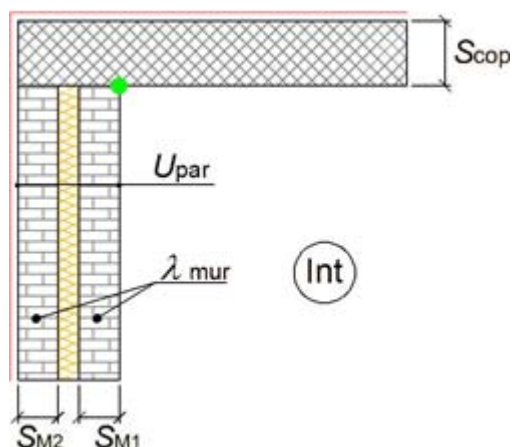
Trasmittanza termica lineica di riferimento *-0,326* W/mK

Fattore di temperatura  $f_{rsi}$  *0,321* -

Riferimento *UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211*

Note

*R14 - Giunto parete con isolamento in intercapedine – copertura non isolata*  
*Trasmittanza termica lineica di riferimento ( $\phi_e$ ) = -0,653 W/mK.*



### Caratteristiche

Spessore copertura	Scop	<i>235,0</i>	mm
Spessore muro M1	Sm1	<i>100,0</i>	mm
Spessore muro M2	Sm2	<i>100,0</i>	mm
Trasmittanza termica parete	Upar	<i>0,700</i>	W/m²K
Conduttività termica muro	$\lambda_{mur}$	<i>0,500</i>	W/mK

### Verifica temperatura critica

#### Condizioni interne:

Umidità relativa interna costante	<i>65</i> %
Temperatura interna periodo di riscaldamento	<i>20,0</i> °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	<i>80</i> %

#### Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	$\theta_i$	$\theta_e$	$\theta_{si}$	$\theta_{acc}$	Verifica
ottobre	<i>20,0</i>	<i>14,9</i>	<i>16,5</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
novembre	<i>20,0</i>	<i>9,3</i>	<i>12,7</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
dicembre	<i>20,0</i>	<i>5,2</i>	<i>9,9</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
gennaio	<i>20,0</i>	<i>3,8</i>	<i>9,0</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
febbraio	<i>20,0</i>	<i>5,6</i>	<i>10,2</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
marzo	<i>20,0</i>	<i>9,6</i>	<i>12,9</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
aprile	<i>20,0</i>	<i>14,0</i>	<i>15,9</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>

### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna al locale	°C
$\theta_e$	Temperatura esterna	°C

$\theta_{si}$	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
$\theta_{acc}$	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

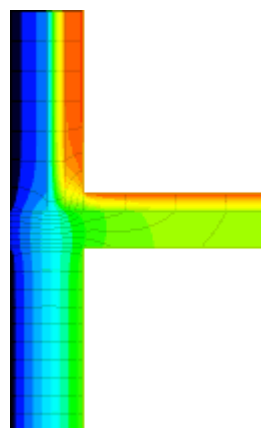
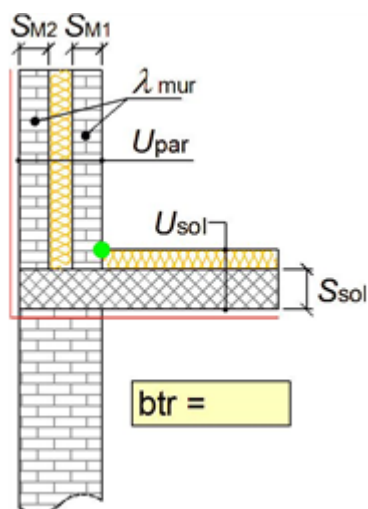
#### Descrizione del ponte termico: GF - Parete - Solaio rialzato

Codice: Z2

Trasmittanza termica lineica di calcolo	<b>-0,093</b>	W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	<b>-0,093</b>	W/mK
Fattore di temperatura $f_{rsi}$	<b>0,639</b>	-
Riferimento	<b>UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211</b>	

Note

**GF14 - Giunto parete con isolamento in intercapedine – solaio rialzato con isolamento all'estradosso su ambiente non riscaldato**  
**Trasmittanza termica lineica di riferimento ( $\phi_e$ ) = -0,185 W/mK.**



#### Caratteristiche

Coeff. correzione temperatura	btr	<b>0,50</b>	-
Spessore solaio	Ssol	<b>220,0</b>	mm
Spessore muro M1	SM1	<b>100,0</b>	mm
Spessore muro M2	SM2	<b>100,0</b>	mm
Trasmittanza termica solaio	Usol	<b>0,700</b>	W/m²K
Trasmittanza termica parete	Upar	<b>0,100</b>	W/m²K
Conduttività termica muro	λmur	<b>0,500</b>	W/mK

#### Verifica temperatura critica

##### Condizioni interne:

Umidità relativa interna costante	<b>65</b>	%
Temperatura interna periodo di riscaldamento	<b>20,0</b>	°C
Umidità relativa superficiale ammissibile	<b>80</b>	%

##### Condizioni esterne:

Temperature medie mensili	-	°C
---------------------------	---	----

Mese	$\theta_i$	$\theta_e$	$\theta_{si}$	$\theta_{acc}$	Verifica
ottobre	<b>20,0</b>	<b>17,4</b>	<b>19,1</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
novembre	<b>20,0</b>	<b>14,7</b>	<b>18,1</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
dicembre	<b>20,0</b>	<b>12,6</b>	<b>17,3</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
gennaio	<b>20,0</b>	<b>11,9</b>	<b>17,1</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
febbraio	<b>20,0</b>	<b>12,8</b>	<b>17,4</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
marzo	<b>20,0</b>	<b>14,8</b>	<b>18,1</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
aprile	<b>20,0</b>	<b>17,0</b>	<b>18,9</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>

#### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna al locale	°C
$\theta_e$	Temperatura esterna	°C
$\theta_{si}$	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
$\theta_{acc}$	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

#### Descrizione del ponte termico: *IF - Parete - Solaio interpiano*

**Codice:** Z3

Trasmittanza termica lineica di calcolo **0,537** W/mK

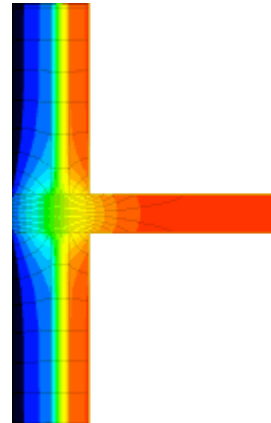
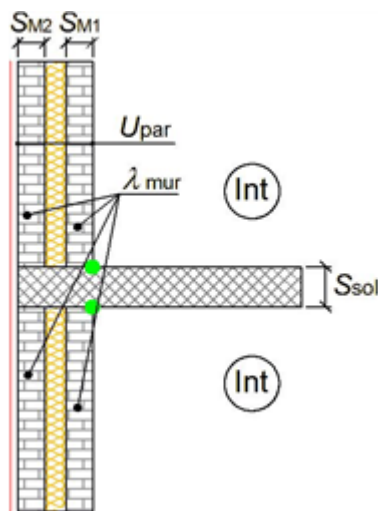
Trasmittanza termica lineica di riferimento **0,537** W/mK

Fattore di temperatura  $f_{rsi}$  **0,587** -

Riferimento **UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211**

Note **IF2 - Giunto parete con isolamento in intercapedine – solaio interpiano**

**Trasmittanza termica lineica di riferimento ( $\phi_e$ ) = 1,074 W/mK.**



#### Caratteristiche

Spessore solaio	Ssol	<b>300,0</b>	mm
Spessore muro M1	Sm1	<b>100,0</b>	mm
Spessore muro M2	Sm2	<b>100,0</b>	mm
Trasmittanza termica parete	Upar	<b>0,700</b>	W/m²K
Conducibilità termica muro	λmur	<b>0,450</b>	W/mK

#### Verifica temperatura critica

##### Condizioni interne:

Umidità relativa interna costante	<b>65</b> %
Temperatura interna periodo di riscaldamento	<b>20,0</b> °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	<b>80</b> %

##### Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	$\theta_i$	$\theta_e$	$\theta_{si}$	$\theta_{acc}$	Verifica
ottobre	<b>20,0</b>	<b>14,9</b>	<b>17,9</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
novembre	<b>20,0</b>	<b>9,3</b>	<b>15,6</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
dicembre	<b>20,0</b>	<b>5,2</b>	<b>13,9</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
gennaio	<b>20,0</b>	<b>3,8</b>	<b>13,3</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
febbraio	<b>20,0</b>	<b>5,6</b>	<b>14,1</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
marzo	<b>20,0</b>	<b>9,6</b>	<b>15,7</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
aprile	<b>20,0</b>	<b>14,0</b>	<b>17,5</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>

### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna al locale	°C
$\theta_e$	Temperatura esterna	°C
$\theta_{si}$	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
$\theta_{acc}$	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

### Descrizione del ponte termico: IW - Parete - Parete interna

**Codice: Z4**

Trasmittanza termica lineica di calcolo **0,293** W/mK

Trasmittanza termica lineica di riferimento **0,293** W/mK

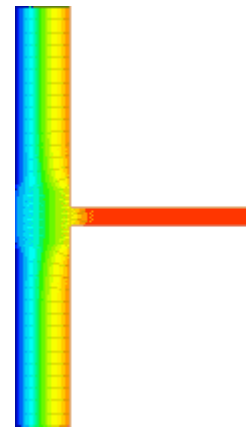
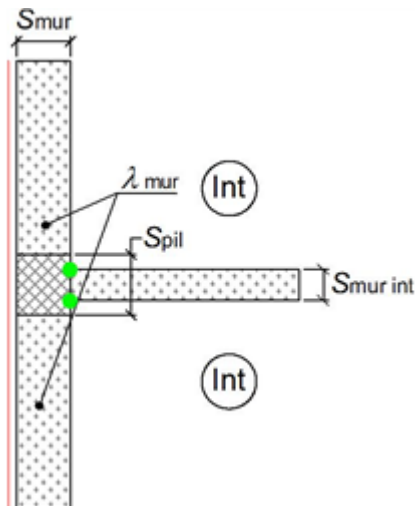
Fattore di temperatura  $f_{rsi}$  **0,531** -

Riferimento **UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211**

Note

**IW9 - Giunto parete con isolamento ripartito – parete interna con pilastro**

**Trasmittanza termica lineica di riferimento ( $\phi_e$ ) = 0,587 W/mK.**



### Caratteristiche

Spessore pilastro	Spil	<b>300,0</b>	mm
Spessore muro interno	Smur int	<b>150,0</b>	mm
Spessore muro	Smur	<b>350,0</b>	mm
Conduttività termica muro	$\lambda_{mur}$	<b>0,400</b>	W/mK

### Verifica temperatura critica

#### Condizioni interne:

Umidità relativa interna costante	<b>65</b> %
Temperatura interna periodo di riscaldamento	<b>20,0</b> °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	<b>80</b> %

#### Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	$\theta_i$	$\theta_e$	$\theta_{si}$	$\theta_{acc}$	Verifica
ottobre	<b>20,0</b>	<b>14,9</b>	<b>17,6</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>
novembre	<b>20,0</b>	<b>9,3</b>	<b>15,0</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
dicembre	<b>20,0</b>	<b>5,2</b>	<b>13,1</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
gennaio	<b>20,0</b>	<b>3,8</b>	<b>12,4</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
febbraio	<b>20,0</b>	<b>5,6</b>	<b>13,3</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
marzo	<b>20,0</b>	<b>9,6</b>	<b>15,1</b>	<b>16,7</b>	<b>NEGATIVA</b>
aprile	<b>20,0</b>	<b>14,0</b>	<b>17,2</b>	<b>16,7</b>	<b>POSITIVA</b>

### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna al locale	°C
$\theta_e$	Temperatura esterna	°C
$\theta_{si}$	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
$\theta_{acc}$	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

### Descrizione del ponte termico: *W - Parete - Telaio*

**Codice:** *Z5*

Trasmittanza termica lineica di calcolo *0,347* W/mK

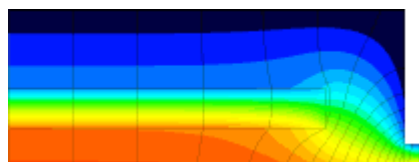
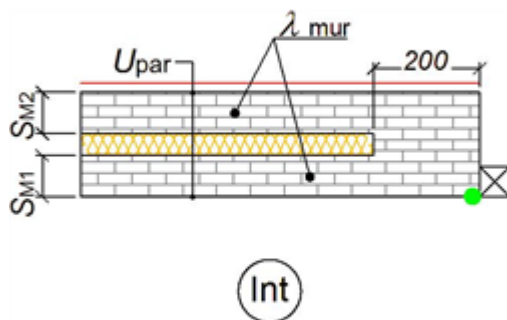
Trasmittanza termica lineica di riferimento *0,347* W/mK

Fattore di temperature  $f_{rsi}$  *0,530* -

Riferimento *UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211*

Note *W14 - Giunto parete con isolamento in intercapedine interrotto – telaio posto a filo interno*

*Trasmittanza termica lineica di riferimento ( $\phi_e$ ) = 0,347 W/mK.*



### Caratteristiche

Spessore muro M1	S_M1	<i>100,0</i>	mm
Spessore muro M2	S_M2	<i>100,0</i>	mm
Trasmittanza termica parete	U <sub>par</sub>	<i>0,700</i>	W/m²K
Conduttività termica muro	λ <sub>mur</sub>	<i>0,500</i>	W/mK

### Verifica temperatura critica

#### Condizioni interne:

Umidità relativa interna costante *65* %

Temperatura interna periodo di riscaldamento *20,0* °C

Umidità relativa superficiale ammissibile *80* %

#### Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	$\theta_i$	$\theta_e$	$\theta_{si}$	$\theta_{acc}$	Verifica
ottobre	<i>20,0</i>	<i>14,9</i>	<i>17,6</i>	<i>16,7</i>	<i>POSITIVA</i>
novembre	<i>20,0</i>	<i>9,3</i>	<i>15,0</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
dicembre	<i>20,0</i>	<i>5,2</i>	<i>13,0</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
gennaio	<i>20,0</i>	<i>3,8</i>	<i>12,4</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
febbraio	<i>20,0</i>	<i>5,6</i>	<i>13,2</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
marzo	<i>20,0</i>	<i>9,6</i>	<i>15,1</i>	<i>16,7</i>	<i>NEGATIVA</i>
aprile	<i>20,0</i>	<i>14,0</i>	<i>17,2</i>	<i>16,7</i>	<i>POSITIVA</i>

### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna al locale	°C
$\theta_e$	Temperatura esterna	°C
$\theta_{si}$	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
$\theta_{acc}$	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

### Descrizione della finestra: *Finestra 890 x 1525*

Codice: *W1*

#### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<i>4,180</i>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>3,012</i>	W/m <sup>2</sup> K

#### Dati per il calcolo degli apporti solari

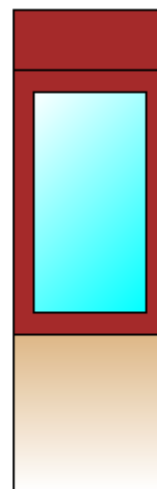
Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,750</i>	-

#### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,16</i>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<i>0,3</i>	-

#### Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>89,0</i>	cm
Altezza		<i>152,5</i>	cm

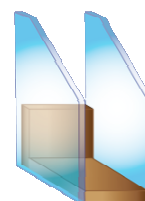


### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<i>5,90</i>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<i>0,02</i>	W/mK
Area totale	$A_w$	<i>1,357</i>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<i>0,835</i>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<i>0,522</i>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<i>0,62</i>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<i>3,870</i>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<i>4,830</i>	m

### Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<b>3,540</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	---	--------------	--------------------

### Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M5</b>	<b>Cassonetto</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>1,122</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub>	<b>35,00</b>	cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,31</b>	m <sup>2</sup>

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Muro sotto finestra</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>0,926</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,00</b>	cm
Area		<b>0,80</b>	m <sup>2</sup>

### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	$\Psi$	<b>0,347</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>4,83</b>	m



**Descrizione della finestra: *Finestra 1390 x 1525*****Codice: *W2***Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento

*Singolo*

Classe di permeabilità

*Senza classificazione*

Trasmittanza termica

 $U_w$  *4,095* W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza solo vetro

 $U_g$  *3,012* W/m<sup>2</sup>KDati per il calcolo degli apporti solari

Emissività

 $\epsilon$  *0,837* -

Fattore tendaggi (invernale)

 $f_{c\text{ inv}}$  *1,00* -

Fattore tendaggi (estivo)

 $f_{c\text{ est}}$  *1,00* -

Fattore di trasmittanza solare

 $g_{gl,n}$  *0,750* -Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure

*0,16* m<sup>2</sup>K/W

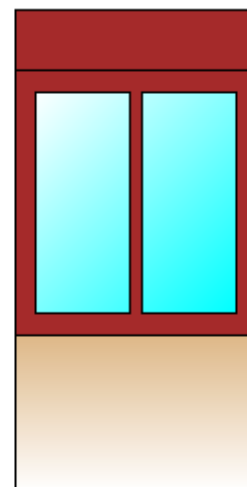
f shut

*0,3* -Dimensioni del serramento

Larghezza

*139,0* cm

Altezza

*152,5* cmCaratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio

 $U_f$  *5,90* W/m<sup>2</sup>K

K distanziale

 $K_d$  *0,02* W/mK

Area totale

 $A_w$  *2,120* m<sup>2</sup>

Area vetro

 $A_g$  *1,375* m<sup>2</sup>

Area telaio

 $A_f$  *0,745* m<sup>2</sup>

Fattore di forma

 $F_f$  *0,65* -

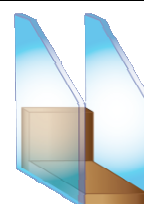
Perimetro vetro

 $L_g$  *7,280* m

Perimetro telaio

 $L_f$  *5,830* mStratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>

Legenda simboli

s Spessore  
 $\lambda$  Conduttività termica  
R Resistenza termica

mm  
W/mK  
m<sup>2</sup>K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

 $U$  *3,339* W/m<sup>2</sup>KCassonetto

Struttura opaca associata

*M5 Cassonetto*

Trasmittanza termica

 $U$  *1,122* W/m<sup>2</sup>K

Altezza	H <sub>cass</sub>	<b>35,00</b>	cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,49</b>	m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Muro sotto finestra</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>0,926</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,00</b>	cm
Area		<b>1,25</b>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,347</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,83</b>	m

**Descrizione della finestra: Porta Finestra 1890 x 2425****Codice: W3**Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<i>3,736</i>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>3,012</i>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

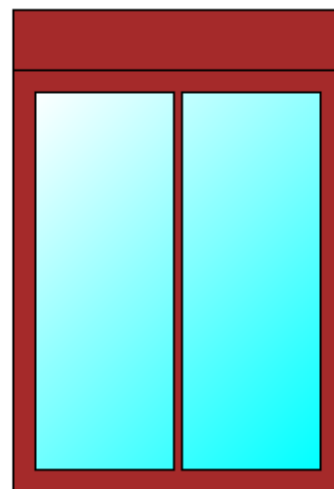
Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,750</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,16</i>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<i>0,3</i>	-

Dimensioni del serramento

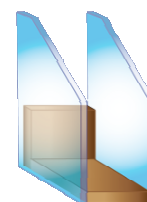
Larghezza		<i>189,0</i>	cm
Altezza		<i>242,5</i>	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<i>5,90</i>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<i>0,02</i>	W/mK
Area totale	$A_w$	<i>4,583</i>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<i>3,518</i>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<i>1,065</i>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<i>0,77</i>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<i>11,960</i>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<i>8,630</i>	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>

Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<i>4,099</i>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<i>M5 Cassonetto</i>		
Trasmittanza termica	$U$	<i>1,122</i>	W/m <sup>2</sup> K

Altezza	$H_{\text{cass}}$	<b>35,00</b>	cm
Profondità	$P_{\text{cass}}$	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,66</b>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b><i>W - Parete - Telaio</i></b>	
Trasmittanza termica lineica	$\Psi$	<b>0,347</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>8,63</b>	m

**FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE**  
secondo UNI EN 12831

**Dati climatici della località:**

Località	<i>TREVIGLIO</i>	
Provincia	<i>Bergamo</i>	
Altitudine s.l.m.	<i>125</i>	m
Gradi giorno	<i>2237</i>	
Zona climatica	<i>E</i>	
Temperatura esterna di progetto	<i>-5,0</i>	°C

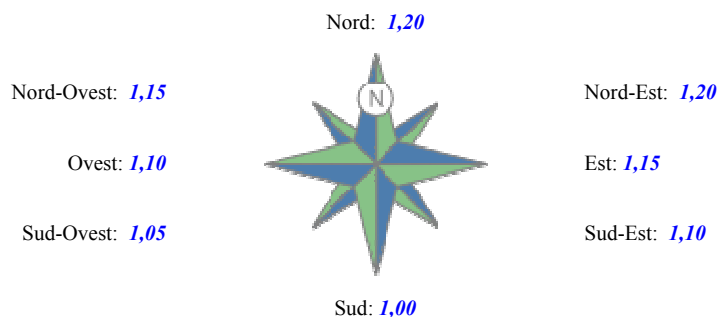
**Dati geometrici dell'intero edificio:**

Superficie in pianta netta	<i>3956,76</i>	m <sup>2</sup>
Superficie esterna lorda	<i>8810,50</i>	m <sup>2</sup>
Volume netto	<i>11078,93</i>	m <sup>3</sup>
Volume lordo	<i>15125,35</i>	m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	<i>0,58</i>	m <sup>-1</sup>

**Opzioni di calcolo:**

Metodologia di calcolo	<i>Vicini presenti</i>	
Coefficiente di sicurezza adottato	<i>1,10</i>	-

**Coefficienti di esposizione solare:**



**DISPERSIONI COMPLESSIVE DELL'EDIFICIO**

**Dispersioni per Trasmissione raggruppate per esposizione:**

Prospetto Nord-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
<i>M1</i>	<i>Muro perimetrale</i>	<i>0,529</i>	<i>-5,0</i>	<i>692,61</i>	<i>11425</i>	<i>4,7</i>
<i>M2</i>	<i>Quinta perimetrale</i>	<i>0,868</i>	<i>-5,0</i>	<i>280,22</i>	<i>7588</i>	<i>3,1</i>
<i>M3</i>	<i>Muro sotto finestra</i>	<i>0,926</i>	<i>-5,0</i>	<i>61,59</i>	<i>1779</i>	<i>0,7</i>
<i>M5</i>	<i>Cassonetto</i>	<i>1,122</i>	<i>-5,0</i>	<i>66,57</i>	<i>2331</i>	<i>1,0</i>
<i>Z1</i>	<i>R - Parete - Copertura</i>	<i>-0,326</i>	<i>-5,0</i>	<i>128,43</i>	<i>-1308</i>	<i>-0,5</i>
<i>Z2</i>	<i>GF - Parete - Solaio rialzato</i>	<i>-0,093</i>	<i>-5,0</i>	<i>128,43</i>	<i>-371</i>	<i>-0,2</i>
<i>Z3</i>	<i>IF - Parete - Solaio interpiano</i>	<i>0,537</i>	<i>-5,0</i>	<i>513,72</i>	<i>8609</i>	<i>3,5</i>
<i>Z5</i>	<i>W - Parete - Telaio</i>	<i>0,347</i>	<i>-5,0</i>	<i>475,14</i>	<i>5150</i>	<i>2,1</i>
<i>W1</i>	<i>Finestra 890 x 1525</i>	<i>4,180</i>	<i>-5,0</i>	<i>40,72</i>	<i>5310</i>	<i>2,2</i>
<i>W2</i>	<i>Finestra 1390 x 1525</i>	<i>4,095</i>	<i>-5,0</i>	<i>63,64</i>	<i>8132</i>	<i>3,3</i>

W3	Porta Finestra 1890 x 2425	3,736	-5,0	82,42	9606	3,9
Totale:					58252	23,7

Prospetto Sud-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,529	-5,0	537,69	8130	3,3
M2	Quinta perimetrale	0,868	-5,0	381,15	9461	3,9
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	49,27	1305	0,5
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	50,31	1615	0,7
Z1	R - Parete - Copertura	-0,326	-5,0	115,83	-1081	-0,4
Z2	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,093	-5,0	115,83	-307	-0,1
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,537	-5,0	463,32	7118	2,9
Z5	W - Parete - Telaio	0,347	-5,0	359,42	3571	1,5
W1	Finestra 890 x 1525	4,180	-5,0	32,58	3894	1,6
W2	Finestra 1390 x 1525	4,095	-5,0	50,91	5963	2,4
W3	Porta Finestra 1890 x 2425	3,736	-5,0	54,95	5871	2,4
Totale:					45540	18,6

Prospetto Sud-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,529	-5,0	750,15	10827	4,4
M2	Quinta perimetrale	0,868	-5,0	299,84	7104	2,9
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	61,59	1557	0,6
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	59,21	1814	0,7
Z1	R - Parete - Copertura	-0,326	-5,0	133,11	-1186	-0,5
Z2	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,093	-5,0	133,11	-337	-0,1
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,537	-5,0	532,44	7808	3,2
Z5	W - Parete - Telaio	0,347	-5,0	423,41	4016	1,6
W1	Finestra 890 x 1525	4,180	-5,0	40,72	4647	1,9
W2	Finestra 1390 x 1525	4,095	-5,0	63,64	7115	2,9
W3	Porta Finestra 1890 x 2425	3,736	-5,0	54,95	5604	2,3
Totale:					48969	20,0

Prospetto Nord-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,529	-5,0	650,32	10280	4,2
M2	Quinta perimetrale	0,868	-5,0	258,14	6699	2,7
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	49,27	1364	0,6
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	46,63	1565	0,6
Z1	R - Parete - Copertura	-0,326	-5,0	113,17	-1105	-0,5
Z2	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,093	-5,0	113,17	-313	-0,1
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,537	-5,0	452,68	7270	3,0
Z5	W - Parete - Telaio	0,347	-5,0	333,55	3465	1,4
W1	Finestra 890 x 1525	4,180	-5,0	32,58	4071	1,7
W2	Finestra 1390 x 1525	4,095	-5,0	50,91	6234	2,5
W3	Porta Finestra 1890 x 2425	3,736	-5,0	41,21	4603	1,9

Totale: **44134** **18,0**

Prospetto Orizzontale:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
P1	Pavimento su porticato	0,395	-5,0	618,14	6356	2,6
P2	Pavimento su box	0,870	5,0	927,30	12911	5,3
S1	Soffitto sotto tetto	1,183	10,0	1545,45	20103	8,2
Z1	R - Parete - Copertura	-0,326	-5,0	688,91	-2474	-1,0
Z2	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,093	-5,0	688,91	-1276	-0,5

Totale: **35620** **14,5**

Prospetto non disperdente:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,529	-5,0	34,02	468	0,2
M4	Muro su vano scala	0,811	8,0	822,22	8668	3,5
M6	Porta ingresso alloggio	1,911	8,0	62,37	1549	0,6
Z1	R - Parete - Copertura	-0,326	-5,0	93,88	-398	-0,2
Z2	GF - Parete - Solaio rialzato	-0,093	-5,0	93,88	-113	0,0
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,537	-5,0	375,52	2622	1,1

Totale: **12795** **5,2**

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica di un elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica di un ponte termico
θ <sub>e</sub>	Temperatura di esposizione dell'elemento
Sup.	Superficie di un elemento disperdente
Lung.	Lunghezza di un ponte termico
Φ <sub>tr</sub>	Potenza dispersa per trasmissione
%Φ <sub>Tot</sub>	Rapporto percentuale tra il Φ <sub>tr</sub> dell'elemento e il totale dei Φ <sub>tr</sub>

**FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE**  
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

**Dati climatici della località:**

Località **TREVIGLIO**  
 Provincia **Bergamo**  
 Altitudine s.l.m. **125** m  
 Gradi giorno **2237**  
 Zona climatica **E**  
 Temperatura esterna di progetto **-5,0** °C

**Irradiazione solare giornaliera media mensile:**

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,4	3,6	5,3	7,6	9,2	9,1	6,4	4,2	2,9	1,8	1,4
Nord-Est	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Est	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Sud-Est	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Sud	MJ/m²	6,7	8,9	10,9	10,5	9,8	9,6	10,5	11,2	11,7	10,9	7,0	6,4
Sud-Ovest	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Ovest	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Nord-Ovest	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Orizzontale	MJ/m²	4,0	6,8	11,3	15,9	19,5	21,6	23,2	19,1	13,9	8,7	4,6	3,6

**Edificio : Edificio residenziale**

**Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:**

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	3,8	5,6	9,6	13,0	-	-	-	-	-	13,5	9,3	5,2
N° giorni	-	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31

**Opzioni di calcolo:**

Metodologia di calcolo **Vicini presenti**  
 Stagione di calcolo **Convenzionale** dal **15 ottobre** al **15 aprile**  
 Durata della stagione **183** giorni

**Dati geometrici:**

Superficie in pianta netta **3956,76** m²  
 Superficie esterna lorda **8810,50** m²  
 Volume netto **11078,93** m³  
 Volume lordo **15125,35** m³  
 Rapporto S/V **0,58** m⁻¹



**ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE**  
**Dettaglio perdite e apporti**

**Edificio : Edificio residenziale**

**Energia dispersa per trasmissione e ventilazione:**

Mese	$Q_{H,trT}$ [kWh]	$Q_{H,trG}$ [kWh]	$Q_{H,trA}$ [kWh]	$Q_{H,trU}$ [kWh]	$Q_{H,trN}$ [kWh]	$Q_{H,rT}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]
Ottobre	20152	0	0	5003	0	2618	3411
Novembre	55145	0	0	13691	0	4727	9333
Dicembre	76952	0	0	19105	0	5085	13024
Gennaio	83770	0	0	20798	0	4503	14177
Febbraio	67745	0	0	16819	0	5116	11465
Marzo	55522	0	0	13784	0	6184	9397
Aprile	18838	0	0	4677	0	3120	3188
<b>Totali</b>	<b>378125</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93877</b>	<b>0</b>	<b>31352</b>	<b>63995</b>

**Apporti termici solari e interni:**

Mese	$Q_{sol,k,c}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	$Q_{int,k}$ [kWh]
Ottobre	1885	5475	8718
Novembre	1944	5450	15385
Dicembre	1691	4614	15898
Gennaio	1825	5032	15898
Febbraio	2482	7523	14359
Marzo	4074	12055	15898
Aprile	2494	7455	7693
<b>Totali</b>	<b>16396</b>	<b>47604</b>	<b>93850</b>

**Legenda simboli**

$Q_{H,trT}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,trG}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso terreno
$Q_{H,trA}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali a temperatura fissa
$Q_{H,trU}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati
$Q_{H,trN}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini
$Q_{H,rT}$	Energia dispersa per extraflusso da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{sol,k,c}$	Apporti solari diretti attraverso le strutture opache
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari diretti attraverso gli elementi finestrati
$Q_{int,k}$	Apporti interni

**FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE**  
**Sommario perdite e apporti**

**Edificio : Edificio residenziale**

Categoria DPR 412/93	<i>E.1 (I)</i>	-	Superficie esterna	<i>8810,50</i>	m <sup>2</sup>
Superficie utile	<i>3956,76</i>	m <sup>2</sup>	Volume lordo	<i>15125,35</i>	m <sup>3</sup>
Volume netto	<i>11078,93</i>	m <sup>3</sup>	Rapporto S/V	<i>0,58</i>	m <sup>-1</sup>

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	Q <sub>H,ve</sub> [kWh]	Q <sub>H,ht</sub> [kWh] <sub>t</sub>	Q <sub>sol</sub> [kWh]	Q <sub>int</sub> [kWh]	Q <sub>gn</sub> [kWh]	Q <sub>H,nd</sub> [kWh]
Ottobre	<i>25888</i>	<i>3411</i>	<i>29298</i>	<i>7361</i>	<i>8718</i>	<i>14414</i>	<i>16000</i>
Novembre	<i>71619</i>	<i>9333</i>	<i>80952</i>	<i>7394</i>	<i>15385</i>	<i>21224</i>	<i>60122</i>
Dicembre	<i>99450</i>	<i>13024</i>	<i>112473</i>	<i>6306</i>	<i>15898</i>	<i>20914</i>	<i>91725</i>
Gennaio	<i>107246</i>	<i>14177</i>	<i>121424</i>	<i>6856</i>	<i>15898</i>	<i>21332</i>	<i>100238</i>
Febbraio	<i>87198</i>	<i>11465</i>	<i>98664</i>	<i>10005</i>	<i>14359</i>	<i>22245</i>	<i>76704</i>
Marzo	<i>71416</i>	<i>9397</i>	<i>80813</i>	<i>16128</i>	<i>15898</i>	<i>28354</i>	<i>53507</i>
Aprile	<i>24140</i>	<i>3188</i>	<i>27328</i>	<i>9949</i>	<i>7693</i>	<i>15342</i>	<i>13535</i>
<b>Totali</b>	<i><b>486957</b></i>	<i><b>63995</b></i>	<i><b>550952</b></i>	<i><b>64000</b></i>	<i><b>93850</b></i>	<i><b>143825</b></i>	<i><b>411831</b></i>

**Legenda simboli**

Q <sub>H,tr</sub>	Energia dispersa per trasmissione e per extraflusso
Q <sub>H,ve</sub>	Energia dispersa per ventilazione
Q <sub>H,ht</sub>	Totale energia dispersa = Q <sub>H,tr</sub> + Q <sub>H,ve</sub>
Q <sub>sol</sub>	Apporti solari
Q <sub>int</sub>	Apporti interni
Q <sub>gn</sub>	Totale apporti gratuiti = Q <sub>sol</sub> + Q <sub>int</sub>
Q <sub>H,nd</sub>	Energia utile

**FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA**  
secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

*Edificio : Edificio residenziale*

**Modalità di funzionamento**

**Circuito Riscaldamento Centralizzato**

*Modalità di funzionamento dell'impianto:*

*Funzionamento intermittente (con spegnimento)*

Giorni a settimana di funzionamento 7 giorni  
Ore giornaliere di spegnimento 10,0 ore

**SERVIZIO RISCALDAMENTO (impianto idronico)**

*Rendimenti stagionali dell'impianto:*

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	91,3	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	85,2	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	92,8	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	85,3	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	61,3	%

**Dati per circuito**

**Circuito Riscaldamento Centralizzato**

*Caratteristiche sottosistema di emissione:*

Tipo di terminale di erogazione *Radiatori su parete esterna non isolata ( $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ )*  
Temperatura di mandata di progetto 80,0 °C  
Potenza nominale dei corpi scaldanti 317353 W  
Fabbisogni elettrici 0 W  
  
Rendimento di emissione 91,3 %

*Caratteristiche sottosistema di regolazione:*

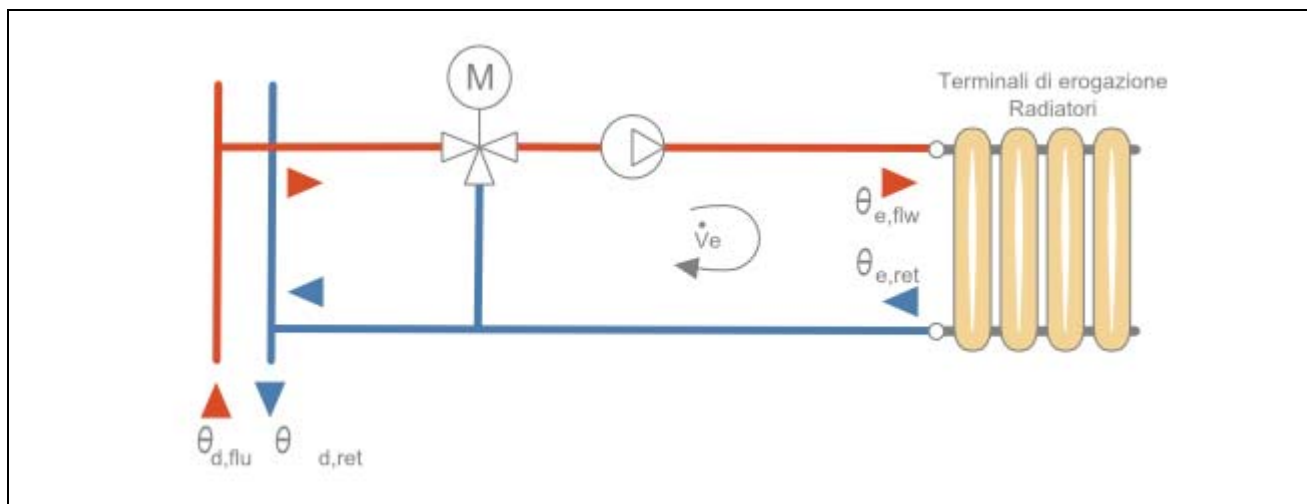
Tipo *Solo climatica (compensazione con sonda esterna)*  
Caratteristiche —  
  
Rendimento di regolazione 85,2 %

*Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:*

Metodo di calcolo *Analitico*  
Descrizione rete *Rete di distribuzione riscaldamento*  
Coefficiente di recupero 0,85  
  
Fabbisogni elettrici 1065 W  
Fattore di recupero termico 0,85  
  
Rendimento di distribuzione utenza 0,00 %

*Temperatura dell'acqua - Riscaldamento*

Tipo di circuito *A portata costante*



Maggiorazione potenza corpi scaldanti	10,0	%
$\Delta T$ nominale lato aria	50,0	°C
Esponente n del corpo scaldante	1,30	-
$\Delta T$ di progetto lato acqua	10,0	°C
Portata nominale	30042,02	kg/h
Sovratemperatura della valvola miscelatrice	5,0	°C

Mese	giorni	EMETTITORI		
		$\theta_{e,avg}$ [°C]	$\theta_{e,flu}$ [°C]	$\theta_{e,ret}$ [°C]
ottobre	17	40,3	41,7	38,8
novembre	30	51,7	54,4	49,1
dicembre	31	60,9	64,6	57,2
gennaio	31	63,5	67,5	59,4
febbraio	28	59,3	62,9	55,8
marzo	31	49,7	52,1	47,2
aprile	15	40,3	41,7	38,8

#### Legenda simboli

$\theta_{e,avg}$	Temperatura media degli emettitori del circuito
$\theta_{e,flu}$	Temperatura di mandata degli emettitori del circuito
$\theta_{e,ret}$	Temperatura di ritorno degli emettitori del circuito

#### Dati comuni

#### Temperatura dell'acqua:

Mese	giorni	DISTRIBUZIONE		
		$\theta_{d,avg}$ [°C]	$\theta_{d,flu}$ [°C]	$\theta_{d,ret}$ [°C]
ottobre	17	54,4	70,0	38,8
novembre	30	59,5	70,0	49,1
dicembre	31	63,6	70,0	57,2
gennaio	31	66,0	72,5	59,4
febbraio	28	62,9	70,0	55,8
marzo	31	58,6	70,0	47,2
aprile	15	54,4	70,0	38,8

#### Legenda simboli

$\theta_{d,avg}$  Temperatura media della rete di distribuzione  
 $\theta_{d,flw}$  Temperatura di mandata della rete di distribuzione  
 $\theta_{d,ret}$  Temperatura di ritorno della rete di distribuzione

## SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

### Dati generali:

Servizio *Riscaldamento*  
 Tipo di generatore *Caldaia tradizionale*  
 Metodo di calcolo *Analitico*  
 Marca/Serie/Modello *PIROIL*  
 Potenza nominale al focolare  $\Phi_{cn}$  *400,00* kW

### Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on}$  *10,00* %  
*Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata*  
 Perdita al camino a bruciatore spento  $P'_{ch,off}$  *1,00* %  
*Bruciatore aria soffiata, combustibile liquido/gassoso senza chiusura aria all'arresto, camino < 10m*  
 Perdita al mantello  $P'_{gn,env}$  *2,32* %  
*Generatore vecchio, isolamento medio*  
 Rendimento utile a potenza nominale  $\eta_{gn,Pn}$  *86,00* %  
 Rendimento utile a potenza intermedia  $\eta_{gn,Pint}$  *90,00* %

### Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br}$  *2000* W  
 Fattore di recupero elettrico  $k_{br}$  *0,80* -  
 Potenza elettrica pompe circolazione  $W_{af}$  *116* W  
 Fattore di recupero elettrico  $k_{af}$  *0,80* -

### Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare  $\Phi_{cn,min}$  *120,00* kW  
 Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on,min}$  *8,00* %  
 Potenza elettrica bruciatore  $W_{br,min}$  *36* W

### Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione *Centrale termica*  
 Fattore di riduzione delle perdite  $k_{gn,env}$  *0,30* -

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
<span style="color: blue;"><i>8,8</i></span>	<span style="color: blue;"><i>10,6</i></span>	<span style="color: blue;"><i>14,6</i></span>	<span style="color: blue;"><i>19,0</i></span>	<span style="color: blue;"><i>22,7</i></span>	<span style="color: blue;"><i>27,0</i></span>	<span style="color: blue;"><i>29,4</i></span>	<span style="color: blue;"><i>28,9</i></span>	<span style="color: blue;"><i>25,6</i></span>	<span style="color: blue;"><i>19,9</i></span>	<span style="color: blue;"><i>14,3</i></span>	<span style="color: blue;"><i>10,2</i></span>

### Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore a temperatura di mandata fissa *70,0* °C

Tipo di circuito *Circuito diretto con pompa anticondensa*

Portata pompa anticondensa *9500,0* kg/h

		GENERAZIONE		
Mese	giorni	$\theta_{gn,avg}$ [°C]	$\theta_{gn,flw}$ [°C]	$\theta_{gn,ret}$ [°C]
ottobre	<span style="color: blue;"><i>17</i></span>	<span style="color: blue;"><i>66,5</i></span>	<span style="color: blue;"><i>70,0</i></span>	<span style="color: blue;"><i>62,9</i></span>
novembre	<span style="color: blue;"><i>30</i></span>	<span style="color: blue;"><i>65,3</i></span>	<span style="color: blue;"><i>70,0</i></span>	<span style="color: blue;"><i>60,7</i></span>

dicembre	31	65,8	70,0	61,7
gennaio	31	68,2	72,5	63,9
febbraio	28	65,7	70,0	61,3
marzo	31	65,4	70,0	60,8
aprile	15	66,5	70,0	62,9

#### Legenda simboli

$\theta_{gn,avg}$	Temperatura media del generatore di calore
$\theta_{gn,flw}$	Temperatura di mandata del generatore di calore
$\theta_{gn,ret}$	Temperatura di ritorno del generatore di calore

#### Vettore energetico:

Tipo	<b>Metano</b>		
Potere calorifico inferiore	$H_i$	<b>9,940</b>	kWh/Nm <sup>3</sup>
Fattore di conversione in energia primaria (rinnovabile)	$f_{p,ren}$	<b>0,000</b>	-
Fattore di conversione in energia primaria (non rinnovabile)	$f_{p,nren}$	<b>1,050</b>	-
Fattore di conversione in energia primaria	$f_p$	<b>1,050</b>	-
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>		<b>0,1998</b>	kgCO <sub>2</sub> /kWh

### RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

#### Risultati mensili servizio riscaldamento – impianto idronico

#### Edificio : Edificio residenziale

#### Dettagli generatore: 1 - Caldaia tradizionale

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gn}$ [%]	Combustibile [Nm <sup>3</sup> ]
gennaio	31	131504	146201	84,9	14708
febbraio	28	104214	115431	85,2	11613
marzo	31	79554	87897	85,6	8843
aprile	15	23248	25802	85,6	2596
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	26310	29188	85,6	2936
novembre	30	84111	92927	85,6	9349
dicembre	31	121302	134460	85,2	13527

Mese	gg	$FC_{nom}$ [-]	$FC_{min}$ [-]	$P_{ch,on}$ [%]	$P_{ch,off}$ [%]	$P_{gn,env}$ [%]
gennaio	31	0,842	2,751	9,47	1,19	0,83
febbraio	28	0,736	2,411	9,05	1,10	0,77
marzo	31	0,506	1,663	8,38	1,02	0,71
aprile	15	0,307	1,007	7,86	0,95	0,66
maggio	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	0,307	1,005	7,86	0,93	0,65
novembre	30	0,553	1,817	8,51	1,02	0,71
dicembre	31	0,775	2,535	9,17	1,11	0,77

#### Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,out}$	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
$\eta_{H,gn}$	Rendimento mensile del generatore
Combustibile	Consumo mensile di combustibile
$FC_{nom}$	Fattore di carico a potenza nominale
$FC_{min}$	Fattore di carico a potenza minima
$P_{ch,on}$	Perdite al camino a bruciatore acceso
$P_{ch,off}$	Perdite al camino a bruciatore spento
$P_{gn,env}$	Perdite al mantello

#### Fabbisogno di energia primaria

Mese	gg	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$Q_{H,aux}$ [kWh]	$Q_{pH}$ [kWh]
gennaio	31	146201	1138	155729
febbraio	28	115431	865	122889
marzo	31	87897	564	93391
aprile	15	25802	107	27302
maggio	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-
ottobre	17	29188	121	30885
novembre	30	92927	623	98789
dicembre	31	134460	1023	143178
<b>TOTALI</b>	<b>183</b>	<b>631907</b>	<b>4441</b>	<b>672162</b>

#### Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per riscaldamento
$Q_{H,aux}$	Fabbisogno elettrico totale per riscaldamento
$Q_{pH}$	Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento

## RISULTATI DI CALCOLO STAGIONALI

### Servizio riscaldamento

#### *Edificio : Edificio residenziale*

---

##### *Impianto idronico*

Fabbisogno di energia primaria annuale	$Q_{pH}$	<b>672162</b>	kWh/anno
Rendimento di generazione medio annuale	$\eta_{H,gn}$	<b>85,3</b>	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	<b>61,3</b>	%
Consumo annuo di Metano		<b>63572</b>	Nm <sup>3</sup>
Consumo annuo di Energia elettrica		<b>4441</b>	kWhe



# **RETE DI DISTRIBUZIONE ANALITICA**

calcolo secondo UNI/TS 11300-2

Descrizione rete: *Rete di distribuzione riscaldamento*

Descrizione tubazione	D [mm]	L [m]	U [W/mK]	Tipologia
<i>Distribuzione in centrale termica D = 95/102</i>	<i>102</i>	<i>20,00</i>	<i>0,632</i>	<i>Tubazione corrente in aria</i>
<i>Rete interrata D = 70/76</i>	<i>76</i>	<i>230,00</i>	<i>0,418</i>	<i>Tubazioni in coppia interrate</i>
<i>Rete interrata D = 64/70</i>	<i>70</i>	<i>110,00</i>	<i>0,396</i>	<i>Tubazioni in coppia interrate</i>
<i>Rete interrata D = 51/57</i>	<i>57</i>	<i>15,00</i>	<i>0,345</i>	<i>Tubazioni in coppia interrate</i>
<i>Montanti D = 1" 1/4</i>	<i>32</i>	<i>70,00</i>	<i>0,251</i>	<i>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</i>
<i>Montanti D = 1" 1/2</i>	<i>40</i>	<i>170,00</i>	<i>0,285</i>	<i>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</i>
<i>Montanti D = 1"</i>	<i>25</i>	<i>70,00</i>	<i>0,218</i>	<i>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</i>
<i>Diramazione principale D = 3/4"</i>	<i>20</i>	<i>110,00</i>	<i>0,194</i>	<i>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</i>
<i>Distribuzione secondaria 18x16</i>	<i>18</i>	<i>1350,00</i>	<i>0,423</i>	<i>Tubazione singola incassata nella muratura</i>
<i>Distribuzione secondaria 16 x 14</i>	<i>16</i>	<i>1350,00</i>	<i>0,392</i>	<i>Tubazione singola incassata nella muratura</i>

## Legenda

D            Diametro esterno della tubazione  
L            Lunghezza della tubazione  
U            Trasmittanza lineica della tubazione

## Dettagli tubazioni

Descrizione tubazione                      *Distribuzione in centrale termica D = 95/102*

Trasmittanza lineica della tubazione                      *0,632*    W/mK  
Diametro esterno    *102*    mm  
Lunghezza    *20,00*    m

Tipologia    *Tubazione corrente in aria*

## Isolamento

Isolante 1    Spessore                      *25*    mm    Conduttività                      *0,060*    W/mK

## Singolarità

Lunghezza equivalente (per staffaggi in linea non isolati)    Leq                      *2,00*    m  
Lunghezza equivalente (per singolarità in centrale termica)    Ls                      *3,10*    m  
Trasmittanza termica equivalente    Us                      *3,140*    W/mK

## Ambiente di installazione

Ambiente di installazione    *Centrale termica*

Coefficiente di recuperabilità delle perdite    *0,70*    -

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
<i>8,8</i>	<i>10,6</i>	<i>14,6</i>	<i>19,0</i>	<i>22,7</i>	<i>27,0</i>	<i>29,4</i>	<i>28,9</i>	<i>25,6</i>	<i>19,9</i>	<i>14,3</i>	<i>10,2</i>

Descrizione tubazione                      *Rete interrata D = 70/76*

Trasmittanza lineica della tubazione                      *0,418*    W/mK  
Diametro esterno    *76*    mm  
Lunghezza    *230,00*    m

TipologiaTubazioni in coppia interrate

Conduttività terreno	2,000	W/mK
Profondità di interramento	0,60	m
Interasse delle tubazioni	200	mm

Isolamento

Isolante 1	Spessore	25	mm	Conduttività	0,040	W/mK
------------	----------	----	----	--------------	-------	------

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione	Terreno
Coefficiente di recuperabilità delle perdite	0,00 -
Temperatura ambiente installazione	20,0 °C

Descrizione tubazione Rete interrata D = 64/70

---

Trasmittanza lineica della tubazione	0,396	W/mK
Diametro esterno	70	mm
Lunghezza	110,00	m

TipologiaTubazioni in coppia interrate

Conduttività terreno	2,000	W/mK
Profondità di interramento	0,60	m
Interasse delle tubazioni	200	mm

Isolamento

Isolante 1	Spessore	25	mm	Conduttività	0,040	W/mK
------------	----------	----	----	--------------	-------	------

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione	Terreno
Coefficiente di recuperabilità delle perdite	0,00 -
Temperatura ambiente installazione	20,0 °C

Descrizione tubazione Rete interrata D = 51/57

---

Trasmittanza lineica della tubazione	0,345	W/mK
Diametro esterno	57	mm
Lunghezza	15,00	m

TipologiaTubazioni in coppia interrate

Conduttività terreno	2,000	W/mK
Profondità di interramento	0,60	m
Interasse delle tubazioni	200	mm

Isolamento

Isolante 1	Spessore	25	mm	Conduttività	0,040	W/mK
------------	----------	----	----	--------------	-------	------

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione	Terreno
Coefficiente di recuperabilità delle perdite	0,00 -

Temperatura ambiente installazione **20,0** °C

Descrizione tubazione **Montanti D = 1" 1/4**

Trasmittanza lineica della tubazione **0,251** W/mK  
Diametro esterno **32** mm  
Lunghezza **70,00** m

Tipologia **Tubazioni in coppia incassate nella muratura**

Conduktivität muratura **0,700** W/mK  
Profondità di incasso **0,20** m  
Interasse delle tubazioni **100** mm

Isolamento

Isolante 1 Spessore **19** mm Conduktivität **0,040** W/mK

Singolarità

Lunghezza equivalente (per staffaggi in linea non isolati) Leq **7,00** m

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione **Struttura isolata (tubazione posta all'esterno dell'isolamento)**

Coefficiente di recuperabilità delle perdite **0,05** -

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3,8	5,6	9,6	14,0	17,7	22,0	24,4	23,9	20,6	14,9	9,3	5,2

Descrizione tubazione **Montanti D = 1" 1/2**

Trasmittanza lineica della tubazione **0,285** W/mK  
Diametro esterno **40** mm  
Lunghezza **170,00** m

Tipologia **Tubazioni in coppia incassate nella muratura**

Conduktivität muratura **0,700** W/mK  
Profondità di incasso **0,20** m  
Interasse delle tubazioni **100** mm

Isolamento

Isolante 1 Spessore **19** mm Conduktivität **0,040** W/mK

Singolarità

Lunghezza equivalente (per staffaggi in linea non isolati) Leq **17,00** m

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione **Struttura isolata (tubazione posta all'esterno dell'isolamento)**

Coefficiente di recuperabilità delle perdite **0,05** -

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3,8	5,6	9,6	14,0	17,7	22,0	24,4	23,9	20,6	14,9	9,3	5,2

Descrizione tubazione		<b>Montanti D = 1"</b>									
Trasmittanza lineica della tubazione		0,218	W/mK								
Diametro esterno		25	mm								
Lunghezza		70,00	m								
<u>Tipologia</u>		<b>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</b>									
Conducitivit� muratura		0,700	W/mK								
Profondit� di incasso		0,20	m								
Interasse delle tubazioni		100	mm								
<u>Isolamento</u>											
Isolante 1	Spessore	19	mm	Conducitivit�		0,040	W/mK				
<u>Singolarit�</u>											
Lunghezza equivalente (per staffaggi in linea non isolati)				Leq		7,00	m				
<u>Ambiente di installazione</u>											
Ambiente di installazione		<b>Struttura isolata (tubazione posta all'esterno dell'isolamento)</b>									
Coefficiente di recuperabilit� delle perdite		0,05 -									
Temperatura ambiente installazione [�C]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3,8	5,6	9,6	14,0	17,7	22,0	24,4	23,9	20,6	14,9	9,3	5,2

Descrizione tubazione		<b>Diramazione principale D = 3/4"</b>									
Trasmittanza lineica della tubazione		0,194	W/mK								
Diametro esterno		20	mm								
Lunghezza		110,00	m								
<u>Tipologia</u>		<b>Tubazioni in coppia incassate nella muratura</b>									
Conducitivit� muratura		0,700	W/mK								
Profondit� di incasso		0,20	m								
Interasse delle tubazioni		100	mm								
<u>Isolamento</u>											
Isolante 1	Spessore	19	mm	Conducitivit�		0,040	W/mK				
<u>Singolarit�</u>											
Lunghezza equivalente (per staffaggi in linea non isolati)				Leq		11,00	m				
<u>Ambiente di installazione</u>											
Ambiente di installazione		<b>Struttura isolata (tubazione posta all'interno dell'isolamento)</b>									
Coefficiente di recuperabilit� delle perdite		0,95 -									
Temperatura ambiente installazione		20,0 �C									
Descrizione tubazione		<b>Distribuzione secondaria 18x16</b>									
Trasmittanza lineica della tubazione		0,423	W/mK								
Diametro esterno		18	mm								
Lunghezza		1350,00	m								

TipologiaTubazione singola incassata nella muratura

Conduttività muratura **0,700** W/mK  
Profondità di incasso **0,10** m

Isolamento

Isolante 1 Spessore **5** mm Conduttività **0,040** W/mK

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione **Struttura isolata (tubazione posta all'interno dell'isolamento)**

Coefficiente di recuperabilità delle perdite **0,95** -

Temperatura ambiente installazione **20,0** °C

Descrizione tubazione **Distribuzione secondaria 16 x 14**

---

Trasmittanza lineica della tubazione **0,392** W/mK

Diametro esterno **16** mm

Lunghezza **1350,00** m

TipologiaTubazione singola incassata nella muratura

Conduttività muratura **0,700** W/mK

Profondità di incasso **0,10** m

Isolamento

Isolante 1 Spessore **5** mm Conduttività **0,040** W/mK

Ambiente di installazione

Ambiente di installazione **Struttura isolata (tubazione posta all'interno dell'isolamento)**

Coefficiente di recuperabilità delle perdite **0,95** -

Temperatura ambiente installazione **20,0** °C

**PERDITE RETI DI DISTRIBUZIONE**  
calcolo secondo UNI/TS 11300-2

*Edificio : Edificio residenziale*

**Servizio riscaldamento (impianto idronico)**

Distribuzione utenza *Circuito Riscaldamento Centralizzato*

Dettaglio perdite della rete: *Rete di distribuzione riscaldamento*

Mese	giorni	Ql [kWh]	Ql <sub>rh</sub> [kWh]	Ql' [kWh]
gennaio	31	26839	17568	8922
febbraio	28	21915	14351	7287
marzo	31	18237	11955	6072
aprile	15	5998	3946	1991
maggio	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-
ottobre	17	6770	4466	2235
novembre	30	18864	12376	6266
dicembre	31	25206	16510	8374
<b>TOTALI</b>	<b>183</b>	<b>123828</b>	<b>81171</b>	<b>41148</b>

Legenda simboli

Ql Perdite della rete di distribuzione del sottosistema  
 Ql<sub>rh</sub> Perdite recuperate della rete di distribuzione del sottosistema  
 Ql' Perdite della rete di distribuzione del sottosistema, al netto di tutti i recuperi (termici ed elettrici)

**Bergamo, li 04/02/2016**

**Il progettista**

**ing. Massimo Ruotolo**

