

SE.T.CO. S.r.l

Via Lama n. 1 - 24023 Clusone Bg

Cod. fisc. e P. IVA 02541480162

Tel. 0346/27788 Fax. 0346/26301

e-mail: setco@tiscali.it



PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA INVOLUCRO E IMPIANTO TERMICO SCUOLA DELL'INFANZIA



COMUNE DI SONGAVAZZO (BG)



INDICE VOLUME

<u>1. RELAZIONE GENERALE</u>	<u>4</u>
1.1 CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	4
1.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	5
<u>2. RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA</u>	<u>6</u>
2.1 DATI IDENTIFICATIVI IMMOBILE	6
2.2 DATI CATASTALI IMMOBILE	8
2.3 IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	9
2.4 INTERVENTI PROGETTUALI	22
2.4.1 ISOLAMENTO TERMICO DALL'INTERNO	23
2.4.2 ISOLAMENTO ESTRADOSSO SOTTOTETTO	28
2.4.3 SOSTITUZIONE SERRAMENTI	29
2.4.4 RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO TERMICO	31
2.5 LEGGI E NORMATIVE PRINCIPALI DI RIFERIMENTO	35
<u>3. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI</u>	<u>37</u>
3.1 ISOLAMENTO TERMICO PARETI PERIMETRALI	37
3.2 ISOLAMENTO SOTTOTETTO	43
3.3 SERRAMENTI	44
3.4 CENTRALE TERMICA	45
3.5 CALDAIA A CONDENSAZIONE	46
3.6 SCALDABAGNO	48
3.7 SISTEMA DI REGOLAZIONE	50
<u>4. CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI</u>	<u>52</u>
4.1 STRATIGRAFIA PARETE PERIMETRALE 1	52
4.2 STRATIGRAFIA PARETE PERIMETRALE 2	55
4.3 STRATIGRAFIA SOLAIO SOTTOTETTO	58
4.4 SERRAMENTI	60
4.5 CALCOLO DISPERSIONI INVERNALI	62
4.6 DIMENSIONAMENTO VASO DI ESPANSIONE IMPIANTO TERMICO	65
4.7 DIMENSIONAMENTO CANNA FUMARIA	66
4.8 DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI	67
4.9 CAVI, TUBAZIONI PROTETTIVE E CABLAGGI	68

SE.T.CO. S.r.l

Via Lama n. 1 - 24023 Clusone Bg

Cod. fisc. e P. IVA 02541480162

Tel. 0346/27788 Fax. 0346/26301

e-mail: setco@tiscali.it



4.10	PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI	69
4.11	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI	69
4.12	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	69
5.	<u>CRONOPROGRAMMA</u>	<u>70</u>

1. RELAZIONE GENERALE

Le indicazioni contenute nel presente documento costituiscono la relazione generale del Progetto Definitivo-Esecutivo dell'intervento di manutenzione straordinaria finalizzata alla ristrutturazione energetica dell'involucro e dell'impianto termico della Scuola dell'infanzia del Comune di Songavazzo.

1.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali

L'edificio in esame è situato in una zona centrale del comune, nei pressi della sede municipale, della chiesa parrocchiale e del parco comunale. L'edificio che ospita la scuola è circondato da un'area verde dove i bambini possono svolgere attività all'aperto in totale sicurezza e godere di uno spazio a giardino dotato di attrezzature specifiche.

Il piano terra dell'edificio è completamente occupato dalla scuola, ad eccezione di un ambiente, chiuso nei confronti di quest'ultima e accessibile dall'esterno, utile e necessario al raggiungimento dell'appartamento di proprietà comunale situato al piano primo.

La scuola materna è dotata ad oggi di tutti gli ambienti strettamente necessari ad una normale attività didattica di età prescolare, ed è in grado di ospitare complessivamente circa 40-45 bambini che giungono, oltre che dal Comune di Songavazzo, anche dai comuni limitrofi, in particolare dal Comune di Onore nel quale recentemente è stata chiusa la propria scuola dell'infanzia.

L'edificio è stato oggetto nel 2009 di una riqualificazione edilizia che ha previsto lavori di adeguamento degli impianti sanitari, opere interne di redistribuzione degli spazi interni e la sostituzione di alcuni serramenti nella parte Nord/Ovest.

La struttura portante della scuola materna è composta principalmente da pareti in pietra per uno spessore medio di circa 63-67 cm al piano terra e circa 50 cm al piano primo. Queste presentano scarso isolamento termico, situazione che risulta essere particolarmente sfavorevole sia dal punto di vista energetico, sia dal punto di vista del comfort ambientale percepito dagli occupanti.

Le pareti perimetrali, inoltre, sono in parte occupate da serramenti con telaio in legno e vetri singoli (al piano primo) o doppi semplici (al piano terra) che amplificano ulteriormente le dispersioni.

L'edificio dal punto di vista energetico si presenta con :

- mancanza/carenza di isolamento delle superfici opache;
- serramenti in parte con elevata trasmittanza termica;
- caldaia obsoleta funzionante a gasolio con rendimento pari a 92,2 %;
- sistema di regolazione dipendente dall'orologio di centrale ed un termostato ambiente per la mensa.

La proposta progettuale si pone quindi come obiettivo quello di ridurre al minimo le dispersioni termiche dell'edificio in oggetto attraverso un isolamento termico delle pareti perimetrali, dei soffitti verso il sottotetto e la sostituzione dei serramenti.

Per quel che riguarda l'aspetto impiantistico si prevede un efficientamento attraverso la conversione dell'alimentazione dell'impianto da gasolio a gas metano, la sostituzione della caldaia esistente, l'installazione di un sistema di regolazione dell'impianto termico e la sostituzione dello scaldabagno in cucina.

I criteri utilizzati per le scelte progettuali, sono in funzione del maggior risparmio energetico, del miglior comfort per gli occupanti e della minor invasività possibile dell'intervento compatibilmente con i vincoli riscontrati sull'edificio.

1.2 Descrizione degli interventi in progetto

Il progetto si pone come finalità il miglioramento dell'intero edificio dal punto di vista energetico ed in particolare si compone dei seguenti interventi :

- Isolamento dall'interno delle pareti perimetrali dell'edificio a causa del vincolo esistente sull'immobile che ne tutela il profilo storico-architettonico;
- Isolamento all'estradosso del solaio verso il sottotetto non riscaldato;
- Sostituzione degli infissi presenti con serramenti di ultima generazione;
- Riqualficazione energetica dell'impianto termico che comprende la conversione dell'alimentazione dell'impianto da gasolio a gas metano, la sostituzione della caldaia esistente, l'installazione di un sistema di regolazione dell'impianto termico e la sostituzione dello scaldabagno in cucina.

Gli interventi proposti avranno come riferimento i valori limite per gli edifici esistenti soggetti a ristrutturazione importante di secondo livello, come evidenziato nelle specifiche del Decreto 176 del 12 gennaio 2017 e s.m.i..

A conclusione si può affermare che si prevede, attraverso l'intervento precedentemente descritto, di risolvere le problematiche più urgenti riscontrabili nella condizione energetica attuale dell'edificio ed incrementare notevolmente il comfort ambientale percepito dagli occupanti a favore di una migliore crescita dei fruitori, che mai come in questo caso, vanno particolarmente tutelati.

Le aree oggetto d'intervento sono di proprietà comunale quindi sono nella immediata disponibilità dell'Ente per l'esecuzione degli interventi sopra descritti.

I lavori di manutenzione straordinaria finalizzata alla riqualificazione della scuola dell'infanzia sono solo in parte realizzabili con il mantenimento della presenza del personale e dell'utenza all'interno dei locali.

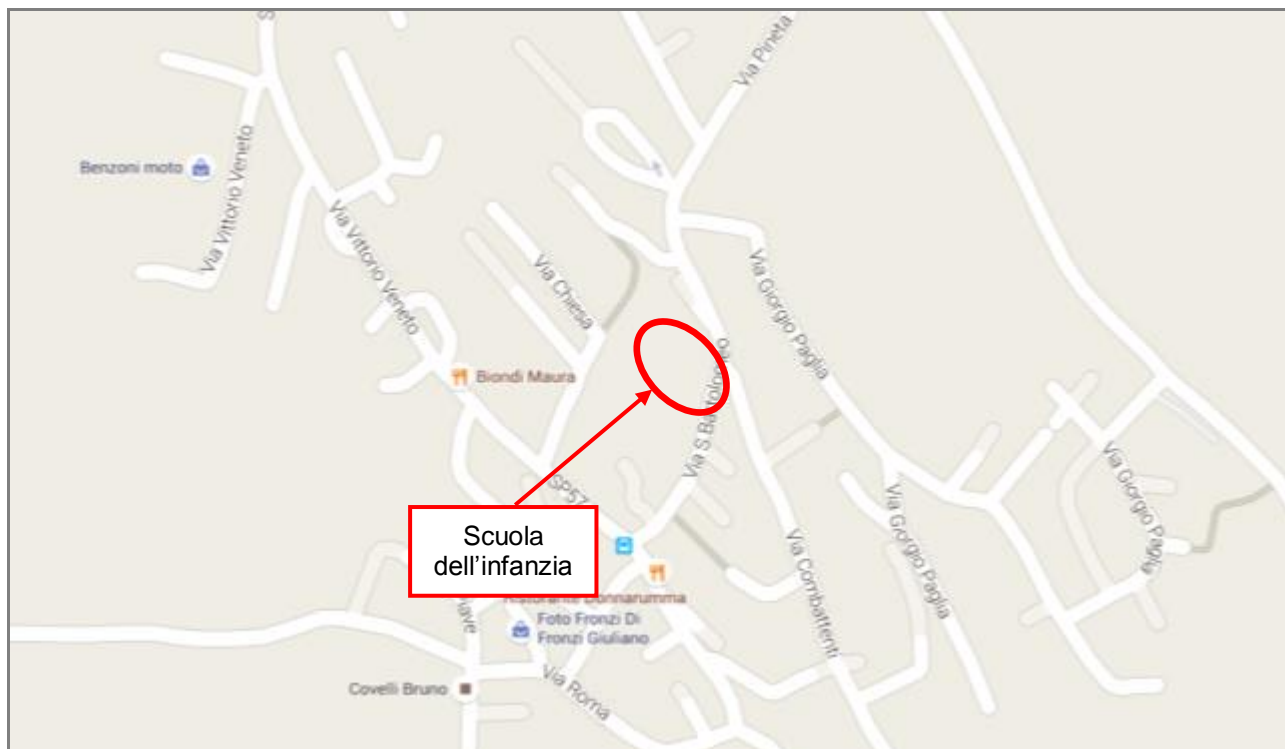
Per questo motivo, si cercherà di privilegiare la realizzazione dei lavori nei periodi di vacanza della scuola materna, al fine di non interferire con le attività didattiche e con la sicurezza dei fruitori dell'edificio.

2. RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA

Le indicazioni contenute nel presente documento costituiscono la relazione tecnica e specialistica del Progetto Definitivo-Esecutivo dell'intervento di manutenzione straordinaria finalizzata alla ristrutturazione energetica dell'involucro e dell'impianto termico della Scuola dell'infanzia del Comune di Songavazzo.

2.1 Dati identificativi immobile

Ubicazione sito di intervento	
Stabile	Scuola dell'infanzia
Comune	Songavazzo (BG)
Via	Via San Bartolomeo, 9
Latitudine	45° 52' 49" N
Longitudine	9° 59' 26" E
Altezza s.l.m.	640 m
Zona climatica	E
Gradi Giorno	2.989



SE.T.CO. S.r.l

Via Lama n. 1 - 24023 Clusone Bg

Cod. fisc. e P. IVA 02541480162

Tel. 0346/27788 Fax. 0346/26301

e-mail: setco@tiscali.it



2.2 Dati catastali immobile

Dati della richiesta					Comune di SONGAVAZZO (Codice: I830)							
					Provincia di BERGAMO							
Catasto Fabbricati					Foglio: 1 Particella: 650							
Unità immobiliare												
N.	DATI IDENTIFICATIVI				DATI DI CLASSAMENTO							DATI DERIVANTI DA
	Sezione Urbana	Foglio	Particella	Sub	Zona Cens.	Micro Zona	Categoria	Classe	Consistenza		Rendita	
1		1	650				B/1	U	3810 m²		Euro 1.967,71	DIVERSA DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI INTERNI del 25/05/2015 n. 68878.1/2015 in atti dal 25/05/2015 (protocollo n. BG0118304) DIVERSA DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI INTERNI
Indirizzo					VIA SAN BARTOLOMEO n. 9 primo T-1-S1.							
Annotazioni					classamento e rendita proposti (D.M. 701/94)							
INTESTATO												
N.	DATI ANAGRAFICI								CODICE FISCALE		DIRITTI E ONERI REALI	
1	COMUNE DI SONGAVAZZO con sede in SONGAVAZZO								81000330167*		(1) Proprietà per 1/1	
DATI DERIVANTI DA					VOLTURA D'UFFICIO del 19/11/1997 Volturno n. 9824.1/2015 in atti dal 08/05/2015 (protocollo n. BG0103757) Repertorio n. 120137 Rogante: NOT. NOSARI Sede: BERGAMO							
					Registrazione: Sede: INSER. COD. FISCALE (IST. 98853/15)							

Identificativi catastali immobile :

FOGLIO: 1

PARTICELLA: 650

SUBALTERNO: 0

2.3 Identificazione e descrizione dello stato di fatto

a) Caratteristiche dell'involucro edilizio

<p><i>Struttura portante</i></p>		<p>Dai sopralluoghi effettuati si evince che la struttura portante dell'edificio è composta principalmente da pareti in pietra.</p>
<p><i>Tipologia delle murature</i></p>		<p>Le murature dell'edificio sono composte principalmente da pietra intonacata su entrambe le facce e presentano uno spessore variabile di circa 63-67 cm al piano terra e 50 cm al piano primo. - trasmittanza termica stimata: 2,10 W/m²K.</p>
<p><i>Solai e copertura</i></p>		<p>I solai interpiano dell'edificio sono di diverse tipologie. Si possono trovare solai in calcestruzzo in determinati ambienti al piano terra, ma sono ancora presenti parecchi solai in legno risalenti all'epoca</p>

	 	<p>della costruzione originaria soprattutto al piano primo.</p> <p>Nella maggior parte delle stanze che compongono il piano terra è installato un controsoffitto realizzato con elementi in cartongesso oppure con listelli di legno.</p> <p>La copertura ha una struttura portante in legno massiccio con assito a vista. La finitura superficiale è realizzata con coppi.</p> <p>Nel sottotetto lato Sud-Est risulta steso un materassino isolante in lana di roccia rivestita dello spessore indicativo di 3-4 cm.</p>
--	--	---

*Tipologia
dei
serramenti*

Al piano terra la maggior parte dei serramenti dell'edificio presentano il telaio in legno, mentre la superficie trasparente è composta da una doppia vetrata, di spessore 3 mm con all'interno una intercapedine di aria pari a 8 mm e distanziale metallico.

- U_w stimata: 3,1 W/m²K

Al piano primo, invece, gli infissi non sono mai stati sostituiti e sono composti da un telaio in legno con vetrata singola.

- U_w stimata: 5,0 W/m²K

Nella mensa e nel dormitorio i serramenti sono di nuova generazione con telaio misto in legno-alluminio, e la vetrata composta da un doppio vetro, di spessore 4 mm con trattamento Low E, e una intercapedine pari a 20 mm.

b) Caratteristiche dell'impianto termicoGeneratore di calore

L'immobile è servito da n°1 generatore di calore a basamento di produzione Lamborghini aventi le seguenti caratteristiche :

- Modello: BIT SYSTEM 80
- Potenza termica utile nominale: 90,11 kW;
- Potenza termica al focolare nom.: 100,0 kW;
- Rendimento ottenuto da prova fumi: 92,2 %;
- Anno di installazione indicativo : 1990.

Bruciatore

A servizio del generatore di calore è installato un bruciatore avente le seguenti caratteristiche:

- Marca: Lamborghini
- Tipologia: aria soffiata monostadio
- Modello: G12 NEW
- Combustibile bruciatore: gasolio
- Campo di funzionamento: da 71 a 142 kW
- Alimentazione : 220V/50 Hz

Sistemi di distribuzione



In centrale termica, attraverso il collettore di mandata e di ritorno, si diramano n°3 principali distribuzioni dell'impianto di riscaldamento. Ogni distribuzione del fluido termovettore è garantita mediante l'utilizzo di un circolatore singolo, aventi le seguenti caratteristiche:

Distribuzione "AEROTERMI"

- Marca: GRUNDFOS
- Modello: UPS 32-55/180
- Assorbimento elettrico: 90-130-140 W
- Alimentazione elettrica: 230 V

Distribuzione "SUORE"

- Marca: GRUNDFOS
- Modello: UPS 40-50 F/250
- Assorbimento elettrico: 90-130-140 W
- Alimentazione elettrica: 230 V

Distribuzione "ASILO"

- Marca: GRUNDFOS
- Modello: UPS 40-50 F/250
- Assorbimento elettrico: 90-130-140 W
- Alimentazione elettrica: 230 V

Sistemi di emissione



Il sistema di emissione presente nell'edificio, utile al riscaldamento degli ambienti, è composto principalmente da radiatori in ghisa di vari modelli e forme.

Nei servizi igienici del piano terra, che sono stati oggetto di ristrutturazione, sono installati radiatori in alluminio.



Nella sala mensa e nel dormitorio, invece, sono presenti dei ventilconvettori di marca prevalente Rhoss.

Sistema di regolazione



La regolazione oraria del generatore di calore è garantita mediante un interruttore orario settimanale da quadro di centrale, mentre la temperatura di mandata è regolata direttamente sulla caldaia tramite una manopola.



Nel blocco dell'edificio dove sono presenti i ventilconvettori è installato un cronotermostato per la regolazione della temperatura ambiente, che agisce direttamente sul funzionamento degli stessi.

c) Impianto di produzione acqua calda sanitaria

Sistema di produzione ACS



L'acqua calda sanitaria è presente al piano terra ed al piano primo per mezzo di due bollitori elettrici aventi le seguenti caratteristiche :

“Bollitore Bagno PT”

- Marca: Idropi
- Capacità: 80 l
- Potenza termica: 1200 W

“Bollitore Bagno P1”

- Marca: Ariston
- Capacità: 80 l
- Potenza termica: 1.200 W



Nella cucina la produzione di acqua calda sanitaria è garantita tramite uno scaldabagno istantaneo a gas dedicato avente le seguenti caratteristiche :

- Marca : Sylber
- Modello: UNYC 17
- Tipo : B11BS a modulazione di fiamma
- Potenza termica utile nominale: 29,5 kW;
- Potenza termica al focolare nom.: 34,0 kW;
- Campo di prelievo max : 8,5 – 17 l/min
- Elevazione di temperatura ACS : circa 50 °C

d) Impianto di raffrescamento

Non presente

e) Impianto di ventilazione meccanica

Non presente

f) Analisi termografica

La termografia è uno strumento che consente di ottenere una misura qualitativa della temperatura superficiale delle strutture sfruttando la capacità emissiva che ogni materiale possiede in modo rapido e non invasivo. Attraverso l'analisi delle grandezze rilevate è possibile ottenere un'indicazione del flusso di calore che attraversa la struttura analizzata fornendo un'indicazione piuttosto accurata delle capacità isolanti dei materiali che la compongono.

Con l'analisi termografica è possibile evidenziare i punti deboli dell'involucro edilizio con un'indagine non invasiva. Questi punti deboli, o ponti termici, sono la causa principale di danni alla costruzione (umidità dovuta a problemi di condensa, muffe ecc..) oltre che di importanti dispersioni termiche.

In particolare, è possibile rilevare dalle immagini termografiche :

- Isolamento mancante o mal installato;
- Difetti di conduzione del materiale isolante;
- Vuoti nell'isolamento termico;
- Isolamento termico danneggiato;
- Restringimento o assestamento dei diversi tipi di materiali di installazione;
- Ponti termici eccessivi tra pareti e piani superiori ed inferiori;
- Danni dovuti all'umidità sull'isolamento e strutture principali;
- Perdite di calore attraverso finestre a doppio vetro a causa di un sigillante o telaio mal applicato o difettoso;
- Perdite nelle tubazioni d'acqua;
- Condotte del calore danneggiate;
- Individuazione di perdite nelle tubazioni di vapore e linee d'acqua calda od irrigatori sotto terra.

È importante notare come la scala cromatica viene modificata in funzione dell'intervallo di temperature che viene riscontrato, per tanto i colori che vengono visualizzati non corrispondono a valori di temperatura fissi. Per consentire una corretta lettura delle immagini viene sempre riportata la scala cromatica utilizzata.

Immagine n°1 :



Immagine termografica n°1 : Corridoio interno



Corrispettivo nel reale

Report termografico

Emissività	0,95
Sfondo	20,0 °C
Temperatura media	16,6°C
Intervallo di calibrazione	- 20,0 a 100,0 °C
Modello termocamera	Ti50FT
Intervallo immagine	11,9 a 19 °C
Data e ora immagine	22/10/2015 16:24:22
Descrizione lente	20mm/F0.8
N. di serie lente	40948-6997
Produttore	Fluke
Numero di serie termo camera	Ti50FT-0710101

Commento immagine n°1 :

In questo scatto si evidenzia l'elevata dispersione termica in corrispondenza della base dei corpi finestrati. Questo fenomeno, probabilmente si manifesta a causa della presenza di una piana di finitura della finestra che crea un vera e propria via preferenziale per la dispersione del calore verso l'esterno.

In particolare si è rilevata una temperatura media della piana (contrassegno L0) di 12,4 °C. Se confrontata con la temperatura di riferimento dell'ambiente (contrassegno P0) si ottiene una differenza di temperatura di 4,6 °C, valore elevato anche se interessa una superficie limitata.

Immagine n°2 :

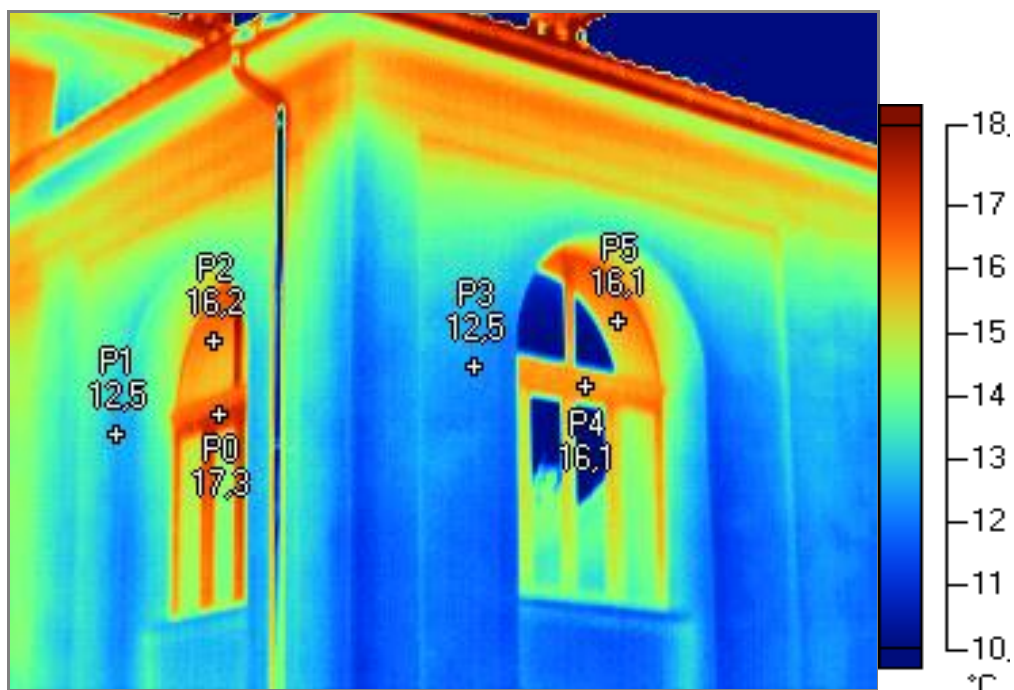


Immagine termografica n°2 : parete sud



Corrispettivo nel reale

Report termografico

Emissività	0,95
Sfondo	- 30 °C
Temperatura media	12,2 °C
Intervallo di calibrazione	- 20,0 a 100,0 °C
Modello termocamera	Ti50FT
Intervallo immagine	-30,0 a 25,0 °C
Data e ora immagine	22/10/2015 16:20:25
Descrizione lente	20mm/F0.8
N. di serie lente	40948-6997
Produttore	Fluke
Numero di serie termo camera	Ti50FT-0710101

Commento immagine n°2 :

Attraverso lo scatto termografico proposto è possibile analizzare i corpi finestrati a servizio dell'immobile.

A dispetto dei materiali utilizzati, legno per i serramenti e vetri di tipo doppio, si riscontrano valori di temperatura elevati. In particolare la temperatura di riferimento della parete (contrassegno P1 e P3) è di 12,5 °C, i serramenti (contrassegno P0) hanno una temperatura massima di 17,3°C mentre i vetri (contrassegno P2 e P5) si assestano a 16,2 °C. Confrontando tali valori con la temperatura esterna di 9,8°C si ottengono differenze di temperatura elevate che evidenziano il degrado o la scarsa qualità dei materiali utilizzati.

2.4 Interventi progettuali

Il progetto si pone come finalità il miglioramento dell'intero edificio dal punto di vista energetico ed in particolare si compone dei seguenti interventi :

- Isolamento dall'interno delle pareti perimetrali dell'edificio a causa del vincolo esistente sull'immobile che ne tutela il profilo storico-architettonico;
- Isolamento all'estradosso del solaio verso il sottotetto non riscaldato;
- Sostituzione degli infissi presenti con serramenti di ultima generazione;
- Riqualificazione energetica dell'impianto termico che comprende la conversione dell'alimentazione dell'impianto da gasolio a gas metano, la sostituzione della caldaia esistente, l'installazione di un sistema di regolazione dell'impianto termico e la sostituzione dello scaldabagno in cucina.

Gli interventi proposti avranno come riferimento i valori limite per gli edifici esistenti soggetti a ristrutturazione importante di secondo livello, come evidenziato nelle specifiche del Decreto 176 del 12 gennaio 2017 e s.m.i..

Di seguito viene riportato nel dettaglio ogni singolo intervento proposto.

2.4.1 Isolamento termico dall'interno

L'isolamento termico interno è un intervento da prendere in considerazione solo se non c'è alternativa, cioè solo se non è possibile aumentare la coibentazione delle pareti con un intervento dall'esterno – il classico cappotto termico – o con l'insufflaggio di materiale isolante nelle intercapedini.

Essendo l'edificio in oggetto sottoposto a vincoli architettonici, non può essere isolato dall'esterno con il sistema a cappotto quindi bisogna puntare su un isolamento termico interno.

Le caratteristiche più importanti in un materiale isolante per l'isolamento termico interno sono :

- l'igroscopicità, vale a dire la capacità di assorbire le molecole d'acqua presenti nell'intorno senza compromettere le proprietà isolanti;
- la traspirabilità, per non bloccare il ricambio d'aria;
- possibilità di essere applicato senza bisogno di una vera e propria barriera al vapore ma al massimo un freno vapore igrovariabile. Se le caratteristiche dell'ambiente rendono indispensabile la barriera al vapore (vedi bagni e cucina), assicurarsi che sia integra e di non bucarla con i tasselli delle mensole.

Si deve infatti considerare che, ponendo lo strato isolante sulla faccia interna della parete, tutta la parte che rimane all'esterno, quindi non isolata, potrebbe raffreddarsi eccessivamente durante i mesi invernali. Si avrebbe, quindi, un ambiente interno riscaldato a contatto con una parete la cui temperatura è molto inferiore. Questa differenza di temperatura può portare il vapore acqueo presente all'interno dell'ambiente riscaldato a condensare sulla superficie interna della parete a contatto con l'isolante termico, causando tutta una serie di problemi di degrado dovuti all'umidità.

Inoltre, questo tipo di intervento migliora indubbiamente le proprietà di isolamento della parete, ma non risolve del tutto i problemi dell'involucro, in particolare quelli dovuti ai ponti termici che dovranno essere studiati nel dettaglio.

Considerando tutte queste criticità si è scelto per la maggior parte delle pareti perimetrali un isolamento naturale per interventi di risanamento dall'interno a secco tipico della bioedilizia.

Solo per quel che riguarda le pareti perimetrali dei bagni e della cucina si è optato su un sistema composto da un pannello in schiuma polyiso accoppiato ad una lastra di cartongesso idrorepellente, sia per recuperare maggiore spazio interno sia per le condizioni termo igrometriche più critiche degli ambienti.

Si raccomanda prima di installare l'isolamento termico dall'interno di verificare la presenza di umidità di risalita nelle murature esistenti, ed in caso positivo di mettere in atto tutte le azioni necessarie alla sua eliminazione per scongiurare possibili deterioramenti dell'isolamento stesso.

Sistema a secco con fibra di legno

Il sistema si compone di pannelli in fibra di legno (tipo o equivalente Pavatherm), certificati NATUREPLUS, fissati su struttura portante muraria e protetti verso l'interno dal freno al vapore igrovariabile (tipo o equivalente Proclima Intello), per consentire un perfetto smaltimento dei flussi di umidità grazie alla capacità di adattare la propria struttura molecolare al valore medio dell'umidità ambiente e di modificare attivamente la propria resistenza alla diffusione in base alle esigenze specifiche.



Il sistema viene poi completato con una controparete per il passaggio impianti sull'interno, con finitura a lastra rigida in gesso fibra (tipo o equivalente Fermacell), isolata a livello termico e acustico con pannelli in fibra di legno morbidi (tipo o equivalente Pavaflex), con certificazione NATUREPLUS.

Con questo sistema si ha la massima traspirabilità e l'ideale gestione dell'umidità nella muratura, per una realizzazione a secco ad altissime prestazioni.

I principali vantaggi di questa stratigrafia sono :

- Sistema completamente a secco per isolamento dall'interno
- Isolamento naturale per il miglioramento della salubrità del fabbricato
- Ideale gestione dell'umidità con il manto igrovariabile
- Isolamento termico continuo con i pannelli in fibra di legno e conseguente eliminazione dei ponti termici
- Facilità di inserimento di eventuali impianti nella controparete
- Sensibile miglioramento acustico della struttura

Indicazioni di posa

Il pannello in fibra di legno (100 mm) verrà applicato con giunti ben accostati a copertura dell'intera parete, comprese le spalle ed il cielino delle aperture. Il fissaggio sarà meccanico con due tasselli (tipo o equivalente STR-U) per pannello.



Eventuali fughe tra pannelli e strutture saranno costipati con fibra di canapa in fiocco (tipo o equivalente THERMOHANF-WOOL).

Per particolari esigenze di carico nella controparete saranno previsti listelli in legno del medesimo spessore dell'isolante Pavatherm, posati in orizzontale con passo di 105 o 123 cm od in verticale ad interasse 60 cm, a seconda delle esigenze di portata della controparete.

Successivamente avviene l'applicazione del manto igrovariabile in monostrato, con sormonto di 15 cm. Il manto verrà fissato a soffitto e pavimento con graffe su struttura in legno, o con apposito nastro sigillante (tipo o equivalente ORCON LINE) per un incollaggio immediato su strutture in latero-cemento. Il manto può essere fissato inoltre al pannello con nastro biadesivo (tipo o equivalente DUPLEX) o fissato ai listelli interposti con graffe.



La posa del sistema INTELLO sarà resa completamente ermetica mediante l'uso degli appositi nastri adesivi, sigillante in cartucce, ed accessori vari (tipo o equivalente Tescon VANA, nastro adesivo in polipropilene,



universale, per la sigillatura delle sovrapposizioni del manto e per la chiusura su legno, pannelli in fibra di legno e Tescon PROFIL: nastro adesivo per angoli in polipropilene, con multilayer di separazione, per la giunzione ad angolo su finestre, aperture e parti edili in legno, alluminio, metallo inossidabile).

Altri elementi di passaggio saranno sigillati con specifici Accessori.

Il sistema di isolamento prevede quindi la posa in opera di una controparete su orditura autoportante o fissata su profili predisposti nello spessore della fibra di legno. L'orditura sarà realizzata con profili a secco, metallici o in legno, con le sezioni necessarie per la sollecitazione meccanica e l'altezza della controparete. Nello spazio tra i profili verrà inserito un ulteriore pannello morbido in fibra di legno (40 mm) per migliorare le prestazioni termiche ed acustiche del sistema.



La controparete sarà quindi completata con lastre di finitura in gessofibra, stuccate e pronte per la tinteggiatura finale.

Sistema con lastre in schiuma polyiso preaccoppiate a cartongesso

Grazie a questo sistema è possibile ottenere eccellenti prestazioni isolanti con spessori sensibilmente inferiori a quelli richiesti da altri materiali. In particolar modo in cucina ed in bagno a causa della presenza degli impianti sanitari, è richiesto un minore spessore della controparete isolante per evitare al massimo gli spostamenti delle attrezzature.



Essendo posati in ambienti con una concentrazione di umidità elevata si prevede l'utilizzo di lastre di finitura idrorepellenti accoppiate al pannello isolante in schiuma polyiso da 90 mm.

Indicazioni di posa

Innanzitutto risulta necessaria una verifica preliminare della planarità delle pareti esistenti. Il sistema di posa mediante incollaggio e tasselli è consigliato per pareti che non presentano scostamenti della planarità superiori a 2 cm. Si dovrà inoltre verificare l'integrità della

superficie provvedendo a rimuovere strati o parti incoerenti e ad applicare un eventuale primer che agevoli l'adesione.

Successivamente si procede con le seguenti fasi :

- Tracciamento a pavimento e a soffitto, mediante puntatore laser o cordella metrica, di linee di riferimento.
- Distribuzione dell'adesivo (collante o malta a base gesso) sulla superficie del rivestimento interno del pannello isolante. Questo sarà distribuito per punti, con diametro di circa 10 cm e spessore di circa 3 cm, posti ad un interasse di 30 - 35 cm. Inoltre si devono prevedere fissaggi meccanici di sicurezza utilizzando appositi tasselli per lastre in gesso.
- Posa sul pavimento di distanziatori, di altezza pari a 1 cm, con la funzione di mantenere l'intero sistema leggermente sollevato dal solaio.
- Applicazione del pannello preaccoppiato alla parete esistente esercitando una leggera e costante pressione.
- Controllo del perfetto allineamento delle lastre e della loro planarità.

- Primo strato di stuccatura dei giunti di spessore sufficiente a riempire il dislivello determinato dalla svasatura dei bordi delle lastre in cartongesso.
- Applicazione, in corrispondenza dei giunti, del nastro microforato di rinforzo e secondo strato di stuccatura.
- Strato di finitura. In caso di tinteggiatura, per garantire una perfetta uniformità del colore, può essere opportuno applicare una mano di impregnante specifico. Per la successiva posa di piastrelle utilizzare prodotti di incollaggio specifici per cartongesso.

2.4.2 Isolamento estradosso sottotetto

Un adeguato intervento all'estradosso dell'ultimo solaio nel caso di coperture non isolate, consente di ridurre al minimo le dispersioni termiche. Un isolamento termico del sottotetto deve quindi concretizzarsi con la creazione di una barriera termica a questo livello.

I vantaggi sono:

- Elevata prestazione termiche e acustiche con notevole risparmio di energia rapportate al costo dell'intervento;
- Si evita di riscaldare il volume tecnico del solaio;
- Rapidità ed economicità nell'istallazione: non è necessario istallare ponteggi ed effettuare costosi interventi di rimozione della copertura esistente, né è richiesta manodopera specializzata in quanto le operazioni di posa sono estremamente semplici e agevoli.

L'intervento consiste nella pulizia del solaio in legno esistente con la rimozione dei residui di polvere/sporco e nel posizionare il feltro in lana di vetro all'estradosso di esso, in doppio strato (100+100 mm) a giunti sfalsati per evitare i ponti termici. Per permettere di accedere senza problemi su tutto il perimetro del sottotetto si dovrà realizzare una struttura di supporto in punti strategici dell'ambiente.



Sottotetto : Solaio in legno



SottoTetto: Post-Intervento

2.4.3 Sostituzione serramenti

L'intervento prevede di mantenere le stesse dimensioni e le stesse disposizioni geometriche dei serramenti esistenti. In particolare è prevista la rimozione dei serramenti esistenti in legno, compresi i portoni esterni, e la successiva installazione dei nuovi serramenti sempre in legno per rispettare i vincoli imposti all'edificio.



Tutti i nuovi serramenti dovranno rispettare le seguenti caratteristiche minime :

- serramento in legno di pino o abete lamellare giuntato con telaio di spessore minimo 78 x 80 e battenti 78 x 88 ricavati da segati opportunamente stagionati, predisposti per montaggio su controtelaio;
- vetrocamera a doppia intercapedine (triplo vetro) 33.1-12-4-12-33.1 bassoemissivo con gas argon, valore di trasmittanza termica U_g minore di 0,9 W/m²K con canalina calda;
- Vetro antisfondamento e antirumore nei casi richiesti dalla normativa;
- I nuovi serramenti dovranno avere una trasmittanza termica globale, completi in ogni loro parte inferiore al valore di $U_w = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;

- Requisiti prestazionali minimi:

- permeabilità all'aria classe 3 (UNI EN 12207)
- tenuta all'acqua classe 5A (UNI EN 12208)
- resistenza al vento classe 3 (UNI EN 12210)

- Coprigiunti interni su controtelaio, ferma vetro e giunto apribile con camera di decompressione per la raccolta dell'acqua, con l'alloggiamento di almeno 2 guarnizioni di tenuta, gocciolatoio sul traverso inferiore con scarico delle acque piovane, giunzione dei profili con collanti per esterni adatti a garantire una idonea tenuta nel tempo (secondo le norme UNI EN 204/205).

- Complete di:

- ferramenta ad incasso di tipo a nastro di materiale ferroso opportunamente trattato, montata sul montante laterale apribile con sistema di apertura nottolino/incontro;
- cerniere tipo anuba maschio/femmina di diametro mm 16;
- martellina in alluminio anodizzato;



-
- verniciatura RAL eseguita con prodotti all'acqua, con 3 passaggi (impregnante, fondo e finitura).
 - Tutti i serramenti saranno montati su falsi telai in legno OSB con sezione variabile a L;
 - Nelle finestre è prevista l'installazione di un traversa inferiore del controtelaio per realizzare il taglio termico sul davanzale. Realizzato con un profilo estruso in PVC riciclato e stabilizzato, per avere contemporaneamente più rigidità e resistenza agli urti, di colore nero, predisposto con delle nervature forate per accogliere le viti di fissaggio della staffa che lo vincolerà alla spalla del controtelaio;
 - Saranno da mettere in atto tutte le prescrizioni progettuali inserite nei particolari costruttivi;
 - Per quel che riguarda i portoni di ingresso saranno realizzati con doppio pannello in legno con interposto un isolante termico per raggiungere un valore minimo di trasmittanza pari a 1,3 W/(m²K).

2.4.4 Riqualificazione impianto termico

Le principali operazioni che riguardano il progetto di riqualificazione energetica dell'impianto termico della scuola dell'infanzia sono :

- Bonifica e inertizzazione del serbatoio di gasolio;
- Messa a norma del locale centrale termica;
- Decapaggio dell'impianto di distribuzione esistente;
- Smantellamento dell'impianto presente in centrale termica;
- Smantellamento della canna fumaria esistente;
- Collegamento al nuovo contatore del gas metano;
- Realizzazione della nuova linea di distribuzione di gas metano dal contatore alla centrale termica attraverso un tratto interrato;
- Installazione del nuovo generatore di calore e annesso tratto di distribuzione per collegarsi alle linee principali esistenti;
- Sostituzione delle pompe di distribuzione esistenti con pompe elettroniche a velocità variabile;
- Installazione nuova canna fumaria monoparete viaggiante nel camino esistente;
- Sostituzione dello scaldabagno presente in cucina;
- Realizzazione nuovo quadro elettrico in centrale termica;
- Installazione di un sistema di regolazione dell'impianto termico.

L'intervento principale che poi indirizzerà tutto il progetto è la conversione dell'alimentazione dell'impianto da gasolio a gas metano e l'installazione di un generatore di calore del tipo a parete con funzionamento modulante a condensazione, con potenza nominale di circa 60 kWt.

Bonifica e inertizzazione serbatoio gasolio

La bonifica del serbatoio interrato di gasolio esistente della capacità indicativa di 10.000 litri sarà effettuata da una ditta specializzata e prevede :

- l'apertura del passo d'uomo per poter accedere all'interno della cisterna;
- l'aspirazione del fondame rimasto e relativo smaltimento;
- la raschiatura delle pareti del serbatoio;

-
- un accurato lavaggio interno;
 - l'asciugatura a straccio e resa gas free;
 - Prova di tenuta a pressione, eseguita al fine di accertare che il serbatoio in oggetto non abbia sversato gasolio nel terreno circostante dando origine ad inquinamento.

Dopo aver realizzato la bonifica si provvederà alla inertizzazione del serbatoio con calcestruzzo cellulare leggero per metterlo in sicurezza.

Centrale termica

La centrale termica attuale si riscontra la presenza di un accesso dall'esterno non adeguato alle esigenze normative, in quanto è presente una porta di ingresso di altezza inferiore ai 2,00 m e una apertura di aerazione a soffitto non sufficiente. Inoltre, la struttura portante del solaio della centrale termica non risulta certificabile ai fini antincendio non conoscendo spessori e distanze di posa dei ferri d'armatura.

Per questi motivi, si prevede la realizzazione di una nuova porta di ingresso della centrale termica (REI 60) attraverso un disimpegno ricavato nel piano seminterrato con le caratteristiche riportate nel disciplinare tecnico, la realizzazione di un controsoffitto REI 120 nella centrale termica in modo da rendere idonee tutte le strutture portanti e l'incremento della superficie di aerazione nella porta attuale.

Gas metano

Il nuovo collegamento del gas metano alla centrale termica avverrà tramite una tubazione interrata in polietilene che parte nei pressi del contatore già presente del Municipio e arriva sino all'ingresso della centrale termica.

Le tubazioni interrate devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, di sabbia dello stesso tipo. Per le tubazioni in polietilene è inoltre necessario prevedere, a circa 300 mm sopra la tubazione, la sistemazione di nastri di segnalazione. L'interramento della tubazione, misurato fra la generatrice superiore del tubo ed il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm ed il riempimento deve essere effettuato con materiale idoneo che non crei danni alla tubazione.

Le tubazioni interrate in polietilene devono essere collegate poi alle tubazioni metalliche che andranno in centrale termica prima della fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato.

All'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° ed arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso.

Impianto termico

Per quel che riguarda l'impianto di distribuzione esistente in prima analisi bisognerà effettuare un decapaggio (lavaggio chimico), in modo da ripulirlo da eventuali incrostazioni e depositi. Questa operazione dovrà essere effettuata, tramite appositi prodotti, prima dell'accensione del nuovo impianto e prima dello smontaggio dei caloriferi esistenti, utilizzando i generatori di calore e le pompe di distribuzione esistenti.

Successivamente l'installazione del nuovo generatore comporterà sia lo smantellamento della caldaia attuale e dei vari organi di collegamento presenti in centrale termica fino ai tratti di distribuzione principali ai quali verrà collegato il nuovo impianto termico, sia la canna fumaria esistente.

La riqualificazione della centrale termica comprenderà oltre al nuovo gruppo termico, l'installazione di nuovi collettori, componenti ISPESL, circolatori elettronici a velocità variabile, compensatore idraulico, tubazioni per l'allacciamento all'impianto esistente. Questa riqualificazione permetterà di ridurre i consumi di energia primaria legati alla produzione di calore.

Nel nuovo collettore di distribuzione inoltre verrà prevista anche una predisposizione per l'eventuale realizzazione di un ulteriore circuito per il riscaldamento della sala presente al piano seminterrato, ed inoltre ogni circuito sarà dotato di contabilizzatore di calore per l'eventuale ripartizione dei consumi.

La nuova canna fumaria verrà intubata nel camino presente e sarà realizzata in polietilene.

Il caricamento dell'impianto verrà realizzato con acqua addolcita e sarà inserito un apposito prodotto inibitore della corrosione che protegge anche dalle incrostazioni.

Impianto ACS

Per quel che riguarda la produzione di ACS a servizio della cucina, si prevede la sostituzione dello scaldabagno esistente, ormai non più a norma di legge, con uno a condensazione, avente maggiori rendimenti e soprattutto del tipo a camera stagna e tiraggio forzato.

La canna fumaria sarà del tipo coassiale e verrà installata al posto di quella attuale tramite apposito kit di collegamento.

Viene inoltre previsto sia un trattamento dell'acqua in ingresso tramite un filtro ed un dosatore di polifosfati, che l'installazione di un contatore per il consumo di ACS.

Impianto elettrico

L'installazione del nuovo impianto di riscaldamento prevede anche il rifacimento di alcune parti elettriche quali il quadro elettrico della centrale termica.

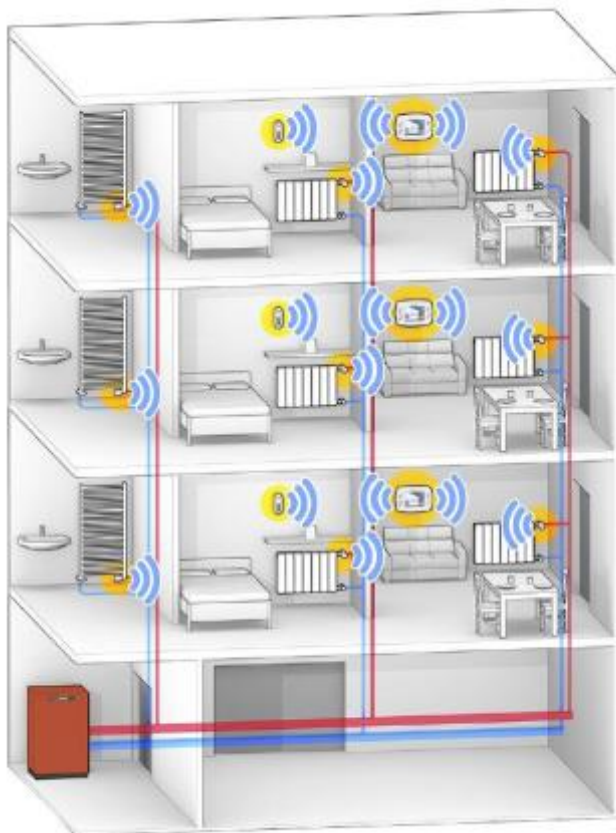
L'impianto dovrà essere realizzato in conformità alla regola dell'arte e normativa vigente e dotato della dichiarazione di conformità dell'installatore ai sensi del D.M. n. 37 del 22/01/2008.

Subito fuori dal locale si dovrà installare un comando di emergenza che toglie tensione, con un'unica manovra, agli impianti elettrici presenti all'interno della Centrale termica, in modo che in caso di pericolo sia possibile eliminare rapidamente una delle possibili fonti di innesco (la corrente elettrica).

Sistema di regolazione

Il sistema di regolazione dell'impianto termico verrà migliorato con l'installazione di valvole termostattizzabili e comandi elettronici su tutti i radiatori presenti nell'edificio. In questo modo sarà possibile realizzare una regolazione delle temperature per singolo ambiente.

La centralina di regolazione termica (tipo o equivalente Caleffi Wical) gestisce la temperatura dei vari ambienti mediante il controllo dei comandi elettronici installati sulle valvole dei singoli corpi scaldanti. Il sensore di temperatura presente in ambiente comunica mediante onde radio alla centralina la temperatura rilevata sulla singola zona, consentendogli di regolare l'apertura delle valvole dei radiatori della zona. La centralina è dotata di un suo proprio sensore di temperatura, che viene utilizzato nel caso in cui non siano presenti altri sensori o in caso di avaria.



La distanza massima di trasmissione in ambienti chiusi, privi di ostacoli particolari (come muri spessi in cemento armato, porte o schermature metalliche, ecc.) è di circa 30 m. Nel caso in cui si presentassero difficoltà di trasmissione, è necessario installare uno o più ripetitori di segnale.

La centralina può gestire fino ad 8 zone che a loro volta sono singolarmente in grado di comandare fino ad un massimo di 4 attuatori (si possono quindi gestire fino a 32 attuatori).

In funzione dei parametri impostati di temperatura e dei cicli di comfort od attenuazione, la centralina invia il segnale di apertura o chiusura, modulante, agli attuatori ed accensione/spegnimento delle pompe di circolazione in centrale termica. Anche la gestione degli attuatori avviene mediante trasmissione ad onde radio.

Essendo l'edificio posto su due piani e avendo più di otto zone si prevede l'installazione di un sistema di regolazione indipendente per ogni piano.

La sala mensa e dormitorio risulta dotata di un circuito termico separato e sistemi di emissione del tipo a ventilconvettore comandati da un termostato ambiente.

Per questo circuito si prevede solamente di portare il segnale del termostato anche nella centrale termica per comandare la relativa pompa di circolazione dedicata.

2.5 Leggi e normative principali di riferimento

Il progetto dovrà essere redatto nel rispetto delle norme e Leggi vigenti ed in particolare:

- D.Lgs. n. 50 del 18/04/2016 “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;

- D.P.R. 05/10/2010 n. 207 e successive modifiche ed integrazioni “Regolamento per l'istituzione di un sistema di qualificazione unico dei soggetti esecutori di lavori pubblici” per le parti non abrogate dall'art. 217 del D.Lgs. n. 50 del 18/04/2016;

- Decreto 176 del 12/01/2017 “Aggiornamento delle disposizioni in merito alla disciplina per l'efficienza energetica degli edifici e al relativo attestato di prestazione energetica, in sostituzione delle disposizioni approvate con i decreti n° 6480/2015 e n° 224/2016” con il relativo allegato e sub-allegati (dalla A alla H).

- D.P.R. 26/08/1993 n. 412 e successive modifiche ed integrazioni “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;

- D.P.R. 21/12/1999 n. 551 “Regolamento recante modifiche del D.P.R. 26/08/1993 n. 412”

- DM SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2015

“Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;

“Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici;

“Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.



-
- D.M. 12/04/96 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
 - Decreto Ministeriale n° 37 del 22 gennaio 2008 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

3. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Le indicazioni contenute nel presente documento costituiscono il disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del Progetto Definitivo-Esecutivo dell'intervento di manutenzione straordinaria finalizzata alla ristrutturazione energetica dell'involucro e dell'impianto termico della Scuola dell'infanzia del Comune di Songavazzo.

3.1 Isolamento termico pareti perimetrali

Per l'intervento di riqualificazione della maggior parte delle pareti perimetrali (escluso bagno e cucina) si prevede l'isolamento termico dall'interno con un sistema a secco in fibra di legno (tipo o equivalente pacchetto Igrosan di Naturalia-Bau).



Questo è composto dai seguenti materiali principali :

- Pannello coibente in fibra di legno sp. 100 mm (tipo o equivalente Pavatex PAVATHERM)

Dati tecnici

Densità ρ [kg/m ³]	110
Conduktività termica dichiarata (EN 13171) ID [W/(mK)]	0.038
Capacità termica massica c [J/(kgK)]	2100
Resistenza al passaggio del vapore μ	3
Comportamento al fuoco (EN 13501-1)	Classe E
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione [kPa]	50
Resistenza a trazione perpendicolare [kPa]	2.5
Codice rifiuti secondo il Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER)	030105; 170604; 170201

- Barriera all'aria a diffusione igrovariabile (tipo o equivalente proclima INTELLO)

Dati tecnici

		Stoffa
Feltro di protezione e di copertura		Polipropilene
Film		Polietilene-copolimeri
Proprietà	Regolamento	Valore
Colore		bianco-trasparente
Peso superficiale	UNI EN 1849-2	85 ± 10 g/m ²
Spessore	UNI EN 1849-2	0,25 ± 0,05 mm
Permeabilità al vapore acqueo μ	UNI EN 1931	30.000
Valore sd	UNI EN 1931	7,50 ± 0,25 m
Valore sd a diffusione igrovariabile®	UNI EN ISO 12572	0,25 - > 25 m
Reazione al fuoco	UNI EN 13501-1	E
Resistenza a trazione long./trasv.	UNI EN 12311-2	130 N/5 cm / 105 N/5 cm
Allungamento long./trasv.	UNI EN 12311-2	90 % / 90 %
Resistenza allo strappo long./trasv.	UNI EN 12310-1	70 N / 70 N
Resistenza all'invecchiamento	UNI EN 1296 / UNI EN 1931	superata
Resistenza alla temperatura		da -40 °C fino a +80 °C
Conducibilità termica		0,17 W/(m·K)
Impermeabilità all'aria	UNI EN 12114	eseguito
Garanzia sul materiale depositata	ZVDH	si
Certificazione di omologazione (DE)	DIN 68800-2	Z-9.1-853
Marchiatura CE	UNI EN 13984	disponibile

- Isolante flessibile in fibra di legno sp. 40 mm, interposto ai profili della controparete autoportante (tipo o equivalente Pavatex PAVAFLEX)

Dati tecnici

Densità ρ [kg/m ³]	55
Conducibilità termica dichiarata (EN 13171) ID [W/(mK)]	0.038
Capacità termica massica c [J/(kgK)]	2100
Resistenza al passaggio del vapore μ	2
Comportamento al fuoco (EN 13501-1)	Classe E
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione [kPa]	-
Resistenza a trazione perpendicolare [kPa]	-
Codice rifiuti secondo il Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER)	030105; 170604

- Lastra di finitura interna in gesso fibra 12,5 mm (tipo o equivalente Fermacell)

Dati tecnici, valori nominali	
Tolleranze dimensionali ad umidità costante per formati standard	
Lunghezza	±0; -2 mm
Larghezza	±0; -2 mm
Diagonale	≤2 mm
Spessore: 10/12,5/15/18	± 0,2 mm
Dati tecnici	
Densità nominale	1150 ± 50 kg/m ³
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ	13
Durezza Brinell	30 N/mm ²
Conduttività termica λ	0,32 W/mK
Calore specifico	1,1 kJ/kgK
Rigonfiamento spessore dopo 24 h di permanenza in acqua	< 2 %
Coefficiente di espansione termica	0,001 %/K
Dilatazione/contrazione a 20 °C in seguito a variazione del 30 % dell'umidità relativa	0,25 mm/m
Umidità di compensazione a 20 °C e umidità relativa del 65 %	1,3 %
Valore pH	7-8
Classe di reazione al fuoco secondo EN13501-1	A2-s1,d0

Prescrizioni :

- Nel caso in cui durante la posa in opera del sistema a secco si riscontri la presenza di umidità di risalita capillare, oppure per le pareti a contatto con il terreno, prevedere una zoccolatura di almeno 30 cm con materiale impermeabile tipo XPS;
- Su tutti gli innesti importanti di pareti interne (> 10 cm) su pareti perimetrali bisogna prevedere un risvolto di almeno 30 cm per correggere il ponte termico (vedi particolari costruttivi);



-
- Tutti i risvolti sulle spallette e sul cielino delle finestre per correggere il ponte termico, devono avere uno spessore minimo di isolamento pari a 30 mm, che potrà variare in funzione dello spazio realmente disponibile una volta installati i nuovi serramenti (vedi particolari costruttivi);
 - Non essendo a conoscenza della reale portata del solaio in legno del piano primo, prevedere per sicurezza alcuni montanti collegati direttamente alla parete tramite listelli in legno per scaricare parte del peso sulla parete stessa;
 - L'isolamento termico dall'interno deve essere realizzato in maniera continua fino al solaio in legno soprastante ai controsoffitti presenti nei vari locali. Questo comporta la demolizione e successivo rifacimento di alcuni controsoffitti chiusi segnati nella tavola grafica;
 - I tramezzi tra le varie stanze al piano primo, ove possibile, verranno staccati dalla muratura esterna per permettere la continuità del pacchetto isolante;
 - Prima di realizzare entrambe le tipologie di isolamento dall'interno, predisporre lo spostamento di tutte le apparecchiature installate a ridosso delle pareti interessate dall'intervento e relativi sistemi di fissaggio in modo da intaccare il meno possibile la continuità dell'isolamento stesso (tramite elementi a taglio termico) e dei freni vapore che dovranno essere accuratamente posati.

Solo per quel che riguarda le pareti perimetrali dei bagni e della cucina si è optato su un sistema composto da un pannello in schiuma polyiso accoppiato ad una lastra di cartongesso idrorepellente, sia per recuperare maggiore spazio interno sia per le condizioni termo igrometriche più critiche degli ambienti.

Il sistema (tipo o equivalente Stiferite RP3 WP) è composto dai seguenti materiali principali :

- Lastra in schiuma polyiso espansa rigida sp. 90 mm

Isolamento Termico												
Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)									
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Conducibilità Termica media iniziale [EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	$\lambda_{90/90,1}$ [W/mK]	0,022									
Conducibilità Termica Dichiarata [UNI EN 13165 Annessi A e C]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	λ_D [W/mk]	0,023									
Trasmittanza Termica Dichiarata	$U_D = \lambda_D / d$	U_D [W/m ² K]	1.15	0.77	0.58	0.46	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.19
Resistenza Termica Dichiarata	$R_D = d / \lambda_D$	R_D [m ² K/W]	0.87	1.30	1.74	2.17	2.61	3.04	3.48	3.91	4.35	5.22
Massa volumica pannello	Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti.	ρ [Kg/m ³]	34 ± 1.5									
Spessore nominale [EN 823]	Misura	d_N [mm]	Standard da 20 a 80 mm. Su richiesta fino a 120 mm									
Resistenza a compressione [EN 826]	Determinata al 10% di schiacciamento	σ_{10} o σ_m [kPa]	150	140	140	140	140	150	130	130	130	130
Resistenza a compressione [EN 826]	Determinata al 2% di schiacciamento	σ_2 [kg/m ²]	6000	5000	5200	6000	6000	6000	6000	5000	5000	5000
Stabilità dimensionale [EN 1604]	48h (±1) a 70°C (±2) e 90% UR (±5)	DS(TH) [% variazione lineare]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		[% variazione spessore]	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	48h (±1) a -20°C (±3)	[% variazione lineare]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		[% variazione spessore]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Euroclasse di Reazione al fuoco [EN 13501-1] [EN 11925 -2] [EN 13823 (SBI)]		Euroclasse	E									
Calore Specifico		C_p [J/kg K]	1442									

Altre caratteristiche e prestazioni isolante termico												
Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore									
			Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)									
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Emissività del rivestimento	Valore	ϵ	> 0.05									
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua [EN 12086]	Valore per lo spessore 100 mm	μ	> 89900									
Resistenza alla diffusione del vapore d'acqua [EN 12086]	La variazione dipende dallo spessore del prodotto isolante	Z [m²hPa/mg]	> 13440									
Planarità dopo bagnatura da una faccia [EN 13165]	Valore	FW [mm]	≤ 10									
Assorbimento d'acqua [EN 12087]	Immersione totale per 28 giorni	W_k [%]	Inferiore a 1% in peso									
Assorbimento d'acqua [EN 1609]	Immersione parziale a breve periodo	W_{sp} [kg/m²]	Inferiore a 0.1									
Assorbimento d'acqua [EN 12088]	Per diffusione a lungo periodo	W_{dV} [%]	1.1 (spessore pannello GT 20 mm)									
		W_{dV} [%]	0.1 (spessore pannello GT 120 mm)									
		$W_{d\phi}$ [kg/m²]	0.22 (spessore pannello GT 20 mm)									
		$W_{d\phi}$ [kg/m²]	0.14 (spessore pannello GT 120 mm)									

- Lastra di finitura interna in cartongesso idrorepellente 12,5 mm preaccoppiata all'isolante

RP3 WP			
Lastra di cartongesso			
Caratteristica [Norma]	Descrizione	[Unità di misura]	Valore
Spessore nominale		[mm]	12.5
densità	Valore medio	[kg/m ³]	832 ± 20
Conducibilità termica [UNI 10351-94]		[W/m K]	0.23
Durezza superficiale [UNI 7892]	(Impronta della biglia 2.5J)	[mm]	< 20
Resistenza a flessione	Longitudinale (valore minimo per la progettazione)	[N]	550
	Trasversale (valore minimo per la progettazione)	[N]	210

3.2 Isolamento sottotetto

Per l'intervento di riqualificazione del solaio del sottotetto si prevede l'isolamento all'estradosso dello stesso con feltro in lana di vetro (in alternativa lana di roccia).

Dovendo rispettare le prescrizioni in termini di classe di reazione al fuoco minima Euroclasse A2, il materiale isolante verrà posato senza rivestimento (tipo o equivalente IBR N 4+).

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento	Marcatura CE
Conducibilità termica dichiarata λ_D	0,040	W/(m·K)	EN 12667	CE
Classe di reazione al fuoco IBR K 4+	F	-	EN 13501-1	CE
Classe di reazione al fuoco IBR 4+	A1	-	EN 13501-1	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ IBR K 4+	3.000	-	EN 12086	CE
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ IBR 4+	1	-	EN 12086	CE
Tolleranze dimensionali: lunghezza	$\pm 2\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: larghezza	$\pm 1,5\%$	%	EN 822	CE
Tolleranze dimensionali: spessore	T1	mm	EN 823	CE
Stabilità dimensionale	≤ 1	%	EN 1604	CE
Calore specifico	1.030	J/Kg·K	EN 12524	

3.3 Serramenti

Tutti i nuovi serramenti dovranno rispettare le seguenti caratteristiche minime :

- serramento in legno di pino o abete lamellare giuntato con telaio di spessore minimo 78 x 80 e battenti 78 x 88 ricavati da segati opportunamente stagionati, predisposti per montaggio su controtelaio;
- vetrocamera a doppia intercapedine (triplo vetro) spessore minimo 33.1-12-4-12-33.1 bassoemissivo con gas argon, valore di trasmittanza termica U_g minore di 0,9 W/m²K con canalina calda;
- Vetro antisfondamento e antirumore nei casi richiesti dalla normativa;
- I nuovi serramenti dovranno avere una trasmittanza termica globale, completi in ogni loro parte inferiore al valore di $U_w = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- Requisiti prestazionali minimi:
 - permeabilità all'aria classe 3 (UNI EN 12207)
 - tenuta all'acqua classe 5A (UNI EN 12208)
 - resistenza al vento classe 3 (UNI EN 12210)
- Coprigiunti interni su controtelaio, ferma vetro e giunto apribile con camera di decompressione per la raccolta dell'acqua, con l'alloggiamento di almeno 2 guarnizioni di tenuta, gocciolatoio sul traverso inferiore con scarico delle acque piovane, giunzione dei profili con collanti per esterni adatti a garantire una idonea tenuta nel tempo (secondo le norme UNI EN 204/205);
- Complete di:
 - ferramenta ad incasso di tipo a nastro di materiale ferroso opportunamente trattato, montata sul montante laterale apribile con sistema di apertura nottolino/incontro;
 - cerniere tipo anuba maschio/femmina di diametro mm 16;
 - martellina in alluminio anodizzato;
 - verniciatura RAL eseguita con prodotti all'acqua, con 3 passaggi (impregnante, fondo e finitura).
- Tutti i serramenti saranno montati su falsi telai in legno OSB con sezione variabile a L;
- Nelle finestre è prevista l'installazione di un traversa inferiore del controtelaio per realizzare il taglio termico sul davanzale. Realizzato con un profilo estruso in PVC riciclato e stabilizzato, per avere contemporaneamente più rigidità e resistenza agli urti, di colore nero, predisposto con delle nervature forate per accogliere le viti di fissaggio della staffa che lo vincolerà alla spalla del controtelaio;
- Saranno da mettere in atto tutte le prescrizioni progettuali inserite nei particolari costruttivi;
- Per quel che riguarda i portoni di ingresso saranno realizzati con doppio pannello in legno con interposto un isolante termico per raggiungere un valore minimo di trasmittanza pari a $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

3.4 Centrale termica

La centrale termica in oggetto, risulta soggetta al campo di applicazione del DM 12 aprile 1996 e s.m.i. in quanto presenta un impianto termico di portata termica superiore a 35 kW alimentato da combustibili gassosi per la climatizzazione di edifici e ambienti.

Di seguito si riportano le principali limitazioni per il locale centrale termica :

Ubicazione	(1) fuori terra per metano e GPL, (2) seminterrato e interrato (max. -10 m) solo per metano
Altezza locale	H = 2,00 m fino a 116 kW H = 2,30 m fino a 350 kW H = 2,60 m fino a 580 kW H = 2,90 m oltre 580 kW
Parete esterna:	lunghezza minima verso l'esterno 15 % del perimetro del locale. Nei locali interrati: intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e lunga non meno di 60 cm.

Caratteristiche costruttive del locale caldaia per $Q < 116$ kW

Aperture di aerazione:

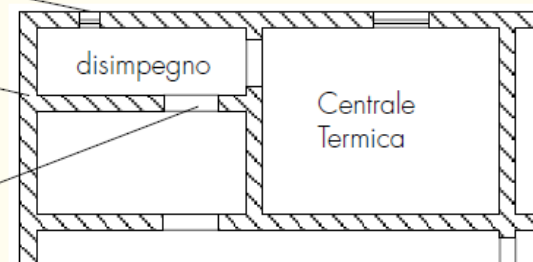
- a filo soffitto (possibile griglia di protezione)
- dimensioni:

- locale fuori terra	$S \geq Q \times 10$ (Smin = 3.000 cmq)
- locale seminterrato o interrato (≤ -5 m)	$S \geq Q \times 15$ (Smin = 3.000 cmq)
- locale interrato (fino a -10 m)	$S \geq Q \times 20$ (Smin = 5.000 cmq)

Aerazione disimpegno:
minimo 100 cmq

Strutture disimpegno REI 30

Porte locale disimpegno REI 30
munite di autochiusura
- altezza minima 2,00 m
- larghezza minima 0,60 m



Strutture portanti
C.T. REI 60

Strutture di separazione
C.T. REI 60

Grazie alle modifiche che verranno realizzate ed in particolare si ricorda la realizzazione di un nuovo accesso con disimpegno e la controsoffittatura REI del locale, la centrale termica soddisfa le prescrizioni minime richieste.

3.5 Caldaia a condensazione

In centrale termica si prevede l'installazione di una caldaia murale a gas a condensazione tipo o equivalente Weishaupt Thermo Condens Tipo WTC 60-A, esec. H-PEA conforme alle seguenti direttive:

Normativa consumo gas GAD 2009/142/EC, Bassa tensione LVD 2014/35/EU, Tollerabilità elettromagnetica Verträglich- EMC 2014/30/EU e contrassegno di efficienza energetica ELD 2010/30/EC.

Per sistemi di riscaldamento chiusi sec. EN 12828.

Esecuzione H-PEA: con pompa integrata ad alta efficienza con regolazione giri (PWM).

Adatta per gas tipo E, LL e B/P. Per esercizio con aria ambiente ed aria esterna.

Caratteristiche

Corpo caldaia in fusione di alluminio-silicio con coibentazione in lana minerale. La generosa superficie dello scambiatore garantisce temperature fumi basse ed elevati gradi di rendimento.

Bruciatore premix modulante a rumorosità ridotta con bruciatore orizzontale in tessuto metallico Fecralloy resistente ad alte temperature. La regolazione elettronica Scot garantisce sempre una combustione ottimale con massimo rendimento e basse emissioni.

Generose aperture di ispezione consentono una pulizia efficace delle superfici di riscaldamento.

Collettore aria in fusione con sfiato automatico. Manometro integrato.

Pulizia semplice del sifone apparecchio tramite tazza sifone svitabile.

Supporto a parete livellabile e spostabile lateralmente.

Sistema di regolazione modulare WCM per regolazione delle operazioni interne a caldaia e componenti, di una pompa circuito riscaldamento e di un bollitore ACS.

Dotazione di serie:

- Due uscite multifunzionali per il controllo selezionabile di pompe esterne (per riscaldamento, carico bollitore, ricircolo), di una valvola preliminare gas liquido, oppure impiegabili come uscita segnalazione blocchi
- Due contatti in ingresso per l'impiego opzionale come interdizione generatore di calore, interdizione ACS o richiesta di livello temperatura speciale
- regolazione temperatura e portata di un compensatore idraulico per impedire innalzamento ritorno in abbinamento a una sonda temperatura compensatore
- regolazione polmone tramite una o due sonde temperatura polmone
- Interfaccia analogica 4 - 20 mA per conduzione temperatura del generatore di calore tramite regolazione superiore
- interfaccia eBUS per comunicazione con ulteriori componenti di regolazione WCM come unità di comando WCM-FS,

SE.T.CO. S.r.l

Via Lama n. 1 - 24023 Clusone Bg

Cod. fisc. e P. IVA 02541480162

Tel. 0346/27788 Fax. 0346/26301

e-mail: setco@tiscali.it



Dati tecnici:

Potenzialità bruciata: 13,0 - 59,0 kW

Potenza nominale modulante (Tv/Tr 50/30°C) 13,9 - 60,7 kW

Potenza nominale modulante (Tv/Tr 80/60°C) 12,7 - 57,4 kW

Rendimento caldaia al 100 %: 98,7 %

Rendimento caldaia al 30 %: 107,4 %

Pressione di esercizio consentita in bar: 3

Peso in kg: 65

Dimensioni apparecchio larghezza / altezza / profondità in mm: 640 / 792 / 453

Attacco aria aspirazione/scarico: DN 125/80

3.6 Scaldabagno

In cucina si prevede l'installazione di uno scaldabagno murale ecologico, a condensazione, a gas premiscelato, scambiatore primario a tubi d'acqua in acciaio inox al titanio a circolazione radiale variabile (C.R.V.) brevettato, tipo o equivalente COSMOGAS AGUADENS 16.

Potenza utile max = 27,5 kW.

Potenza utile minima = 3,48 kW.

Rendimento alla potenza utile max = 108%.

Rendimento alla potenza utile minima = 109%.

Tiraggio forzato e camera di combustione stagna.

Controllo del rapporto aria/gas e della combustione.

Bruciatore, ecologico, in acciaio inox a modulazione totale (riscaldamento e sanitario).

Basse emissioni ossidi di azoto (NOx) = 31 p.p.m. (Metano), 37 p.p.m. (GPL), ossido di carbonio (CO) = 8 p.p.m.

Funzionamento a gas metano o gas GPL.

Rapporto di modulazione = 1:8.

Categoria II2H3P.

Accensione elettronica e controllo della fiamma a ionizzazione.

Ventilatore modulante elettronico a giri variabili, modulazione totale della fiamma e controllo delle temperature P.I.D.

Valvola gas pneumatica, modulante.

Pompa di ricircolo a velocità regolabile, sblocco pompa automatico e manuale.

Doppio sensore di sicurezza sulla temperatura max dei fumi.

Selezione temperatura di produzione acqua calda.

Sistema di prevenzione antigelo.

Sifone antiodori per scarico condense completo di tubo flessibile.

Portata massima acqua sanitaria (ΔT 30°C) = 12,9 l/min.

Regolatore di portata A.C.S.

Pressione minima del circuito sanitario = 1 bar.

Portata minima = 2,5 l/min.

Valvola di sicurezza a 6 bar.

Alimentazione elettrica = 230 V, 50 Hz.

Interuttore generale del tipo bipolare, consente accensione e spegnimento dell'apparecchio.

Protezione elettrica = IP X4D.

Display LCD a grande visibilità con funzione stand by.



Visualizzazione delle temperature di acqua calda e fredda, autodiagnosi di tutti i componenti e delle funzioni, collegamento di manutenzione seriale con PC.

Raccordi in rame, rubinetto acqua fredda, rubinetto gas omologato EN331 per il collegamento all'impianto.

Lo scaldabagno è completo di tutte le apparecchiature di sicurezza e regolazione previste dalle disposizioni vigenti, con riferimento alle Direttive Europee e alle norme UNI e CEI.

3.7 Sistema di regolazione

Il sistema di regolazione dell'impianto termico verrà migliorato con l'installazione di valvole termostattizzabili e comandi elettronici su tutti i radiatori presenti nell'edificio.

Le valvole termostattizzabili saranno del tipo con preregolazione per permettere il bilanciamento dell'impianto (tipo o equivalente Caleffi serie 421 – 425).

Caratteristiche tecniche valvole

Materiale

Corpo:	ottone EN 12165 CW617N, cromato
Asta di comando otturatore:	acciaio inox
Tenute idrauliche:	EPDM
Manopola di comando:	ABS (RAL 9010)

Prestazioni

Fluidi di impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Max percentuale glicole:	30%
Pressione differenziale max con comando montato:	1 bar
Pressione max esercizio:	10 bar
Campo temperatura di esercizio fluido vettore:	5÷100°C
Preregolazione di fabbrica:	posizione 5

Mentre il sistema di regolazione termica ad onde radio (tipo o equivalente Caleffi Wical) si compone di :

- Centralina di regolazione termica multi zone

Centralina di regolazione termica multi-zone, ad onde radio cod. 210100 per controllo di comandi elettronici cod. 210510 (con alimentatore)

Comunicazione radio:	RF 868 MHz - Standard EnOcean
Distanza di trasmissione:	fino a 30 m in ambienti chiusi
Display:	TFT grafico a colori
Operatività:	tramite pulsanti di comando
Possibilità di termoregolare:	fino a 8 diverse zone / 32 radiatori
Programmazione settimanale:	Funzioni Auto - Vacanza - Eco - Comfort
Alimentazione:	24 V (dc)
Portata massima contatto ausiliario (NA)	
per richiesta riscaldamento:	5 A
Grado di protezione:	IP 30
Consumo:	0,6 W (0,1 W in stand by)
Temperatura ambiente:	0÷50°C
Temperatura di stoccaggio:	-20÷70°C
Umidità relativa dell'aria:	10÷90%
Mantenimento dati orologio senza alimentazione:	2 ore

Alimentatore

Alimentazione:	230 V (ac)
Tensione in uscita:	24 V (dc)
Corrente in uscita:	180 mA
Potenza in uscita:	4,2 W
Dimensioni:	42,5 x 40 x 22 mm

- Comando elettronico per valvola radiatore

Comando elettronico ad onde radio cod. 210510

Prestazioni

Abbinabile a centralina di regolazione termica multi-zone cod. 210100
Comunicazione radio: RF 868 MHz - Standard EnOcean
Alimentazione: 2 batterie alcaline/litio tipo AA / LR6 / 1,5 V
Durata media batterie: 2 anni
Sensore di temperatura: integrato
Operatività: tramite pulsanti touch
Attacco valvola radiatore con filettatura: M30 x 1,5
Corsa attuatore: fino a 4 mm
Max pressione differenziale con comando montato su valvola: 1 bar
Grado di protezione: IP 30
Colore: bianco RAL 9010

Condizioni ambientali (valvola + comando)

Campo temperatura fluido: 5÷75°C
Temperatura di funzionamento: 0÷50°C
Temperatura di stoccaggio: -20÷70°C
Umidità relativa: 10÷90% non condensante.

- Sonda di temperatura ambiente

**Sensore di temperatura ambiente ad onde radio cod. 210001
per controllo della temperatura della singola zona o locale**

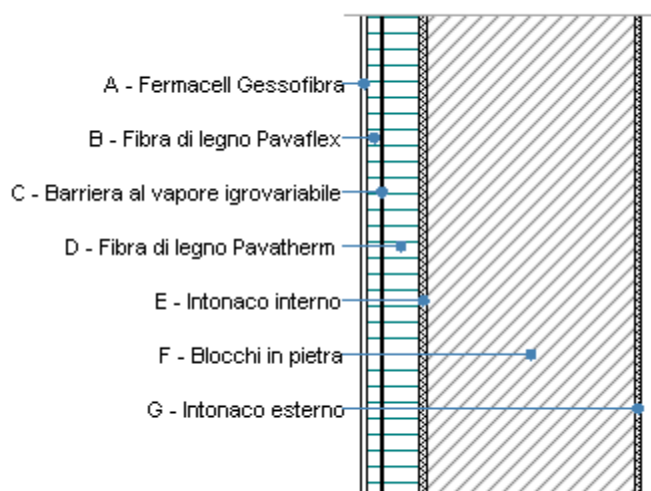
Abbinabile a centralina di regolazione termica multi-zone cod.210100
Montaggio: con biadesivo o con vite piana
Temperatura ambiente: 0÷40°C
Temperatura di stoccaggio: -20÷60°C
Umidità relativa dell'aria: 10÷100%
Distanza di trasmissione: fino a 30 m in ambienti chiusi
Comunicazione radio: RF 868 MHz - Standard EnOcean
Alimentazione: cella fotovoltaica e batteria tampone
Durata batteria: circa 7 anni senza luce
Grado di protezione: IP 30

4. CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Le indicazioni contenute nel presente documento costituiscono i calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti del Progetto Definitivo-Esecutivo dell'intervento di manutenzione straordinaria finalizzata alla ristrutturazione energetica dell'involucro e dell'impianto termico della Scuola dell'infanzia del Comune di Songavazzo.

4.1 Stratigrafia parete perimetrale 1

Considerando la parete perimetrale più ricorrente posta al Piano Terra, la stratigrafia post intervento ipotizzata con l'isolamento dall'interno in fibra di legno e controparete risulta la seguente (tipo o equivalente) :



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Parete in pietra isolata internamente

Note:

Tipologia:	<u>Parete</u>	Disposizione:	<u>Verticale</u>
Verso:	<u>Esterno</u>	Spessore:	<u>743,1 mm</u>
Trasmittanza U:	0,240 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,175 (m ² K)/W
Massa superf.:	1.403 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ_a [-]	Fattore μ_u [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Fermacell Gessofibra	12,5	0,320	0,039	1.150	1,10	13,0	13,0
B	Fibra di legno Pavaflex	40,0	0,038	1,053	55	2,10	2,0	2,0
C	Barriera al vapore igrovariabile	0,6	0,400	0,002	567	1,80	666.667,0	30.000,0
D	Fibra di legno Pavatherm	100,0	0,038	2,632	110	2,10	3,0	3,0
E	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
F	Blocchi in pietra	550,0	2,400	0,229	2.500	1,00	107,0	107,0
G	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	743,1		4,175				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/WConduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Zona climatica:	<u>E</u>
Trasmittanza della struttura U:	0,240 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,260 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 6480-X3868

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTO RNO E DATI CLIMATICI

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Tipo di calcolo:	<u>Classi di concentrazione</u>
Verso:	<u>Esterno</u>	Coeff. di correzione b _{tr,x} :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	65,0	-2,5	77,7	0,5
febbraio	20,0	65,0	1,1	71,1	0,5
marzo	20,0	65,0	5,8	48,5	0,5
aprile	20,0	65,0	9,6	60,9	0,5
maggio	20,0	65,0	15,3	54,2	0,5
giugno	20,0	65,0	18,6	70,7	0,5
luglio	20,0	65,0	20,2	58,5	0,5
agosto	20,0	65,0	19,1	59,7	0,5
settembre	20,0	65,0	13,6	77,3	0,5
ottobre	20,0	65,0	9,4	83,9	0,5
novembre	20,0	65,0	4,0	74,9	0,5
dicembre	20,0	65,0	-1,3	93,6	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,50	385,30
ESTIVA	20,00	1.537,90	20,20	1.384,40

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 758,850 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 758,850 Pa.

VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

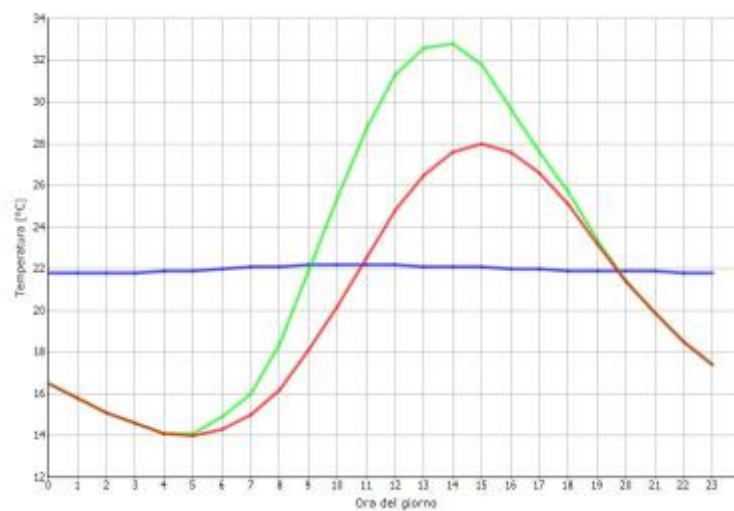
Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 1.403 kg/m²

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m²

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: [Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 6480-X3868](#)

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

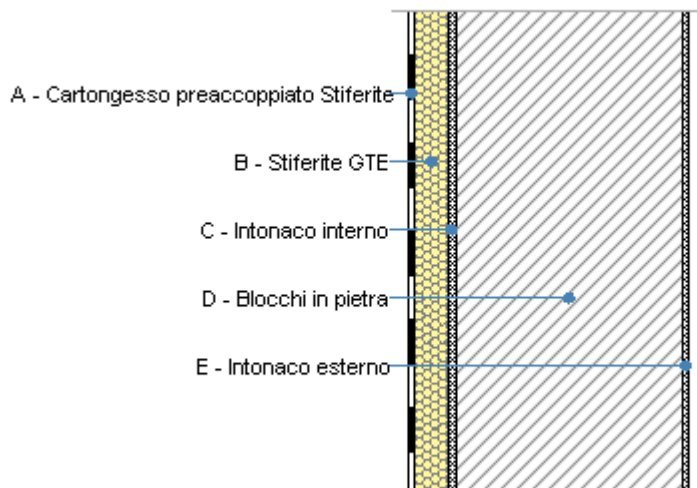


LEGENDA

Temperatura esterna [°C] Temp. sup. esterna [°C] Temperatura interna [°C]

4.2 Stratigrafia parete perimetrale 2

Le pareti perimetrali del bagno e della cucina al piano terra verranno isolate termicamente dall'interno con una lastra di schiuma polyiso preaccoppiata al cartongesso idrorepellente. La stratigrafia post intervento ipotizzata risulta quindi la seguente (tipo o equivalente) :



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Parete in pietra isolata internamente Stiferite

Note:

Tipologia:	<u>Parete</u>	Disposizione:	<u>Verticale</u>
Verso:	<u>Esterno</u>	Spessore:	<u>742,5 mm</u>
Trasmittanza U:	0,225 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,443 (m ² K)/W
Massa superf.:	1.512 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso preaccoppiato Stiferite	12,5	0,210	0,060	737	1,30	8,7	8,7
B	Stiferite GTE	90,0	0,023	3,913	34	1,44	89.900,0	89.900,0
C	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
D	Blocchi in pietra	600,0	2,400	0,250	2.500	1,00	107,0	107,0
E	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	742,5		4,443				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Zona climatica:	<u>E</u>
Trasmittanza della struttura U:	0,225 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,260 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 6480-X3868

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Tipo di calcolo:	<u>Classi di concentrazione</u>
Verso:	<u>Esterno</u>	Coeff. di correzione b _{tr,x} :	
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m ³
Produz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T _i °C	Umidità relativa interna φ _i %	Temperatura esterna T _e °C	Umidità relativa esterna φ _e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	65,0	-2,5	77,7	0,5
febbraio	20,0	65,0	1,1	71,1	0,5
marzo	20,0	65,0	5,8	48,5	0,5
aprile	20,0	65,0	9,6	60,9	0,5
maggio	20,0	65,0	15,3	54,2	0,5
giugno	20,0	65,0	18,6	70,7	0,5
luglio	20,0	65,0	20,2	58,5	0,5
agosto	20,0	65,0	19,1	59,7	0,5
settembre	20,0	65,0	13,6	77,3	0,5
ottobre	20,0	65,0	9,4	83,9	0,5
novembre	20,0	65,0	4,0	74,9	0,5
dicembre	20,0	65,0	-1,3	93,6	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ _i °C	Pressione parziale interna p _i Pa	Temperatura esterna θ _e °C	Pressione parziale esterna p _e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,50	385,30
ESTIVA	20,00	1.537,90	20,20	1.384,40

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 759,231 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 759,231 Pa.

VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

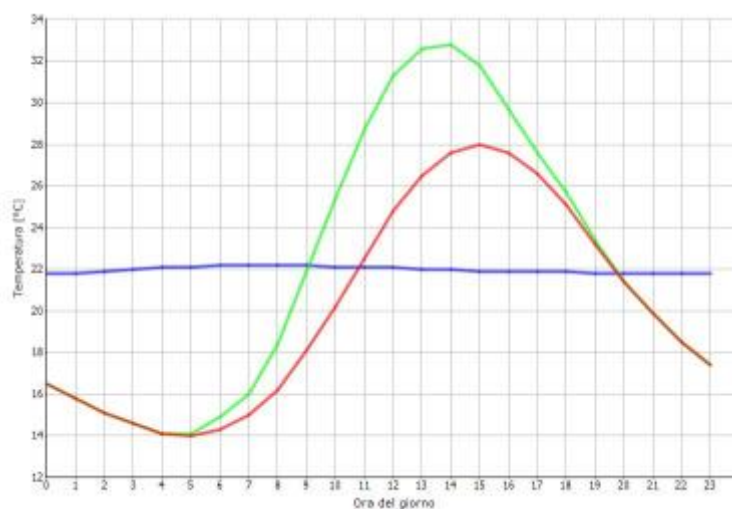
Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 1.512 kg/m²

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m²

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: [Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 6480-X3868](#)

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

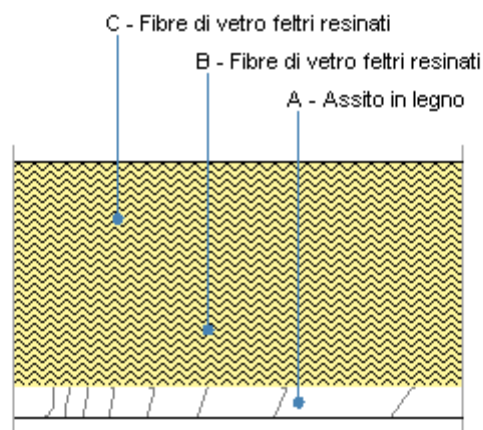


LEGENDA

Temperatura esterna [°C] Temp. sup. esterna [°C] Temperatura interna [°C]

4.3 Stratigrafia solaio sottotetto

La superficie del sottotetto non praticabile dell'edificio verrà isolata tramite un rivestimento a base di feltro in lana di vetro dello spessore complessivo pari a 20 cm da posare direttamente sul solaio in legno per isolarlo termicamente. Nella pratica verranno utilizzati due feltri sovrapposti di sp. 10+10 cm in modo da evitare i ponti termici causati dall'accostamento dei feltri stessi nelle giunzioni.



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Solaio isolato verso sottotetto PT

Note:

Tipologia:	<u>Copertura</u>	Disposizione:	<u>Orizzontale</u>
Verso:	<u>Zona non riscaldata</u>	Spessore:	<u>230,0</u> mm
Trasmittanza U:	0,187 W/(m ² K)	Resistenza R:	5,340 (m ² K)/W
Massa superf.:	20 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Assito in legno	30,0	0,150	0,200	550	1,60	44,4	44,4
B	Fibre di vetro feltri resinati	100,0	0,040	2,500	15	1,03	1,0	1,0
C	Fibre di vetro feltri resinati	100,0	0,040	2,500	15	1,03	1,0	1,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	230,0		5,340				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Zona climatica:	<u>E</u>
Trasmittanza della struttura U:	0,187 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,300 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 5773/8745

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	<u>Songavazzo</u>	Tipo di calcolo:	<u>Classi di concentrazione</u>
Verso:	<u>Zona non riscaldata</u>	Coeff. di correzione b _{tr,x} :	<u>0,0</u>
Classe di edificio:	Alloggi con basso indice di affollamento	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T _i °C	Umidità relativa interna φ _i %	Temperatura esterna T _e °C	Umidità relativa esterna φ _e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	65,0	20,0	77,7	0,5
febbraio	20,0	65,0	20,0	71,1	0,5
marzo	20,0	65,0	20,0	48,5	0,5
aprile	20,0	65,0	20,0	60,9	0,5
maggio	20,0	65,0	20,0	54,2	0,5
giugno	20,0	65,0	20,0	70,7	0,5
luglio	20,0	65,0	20,0	58,5	0,5
agosto	20,0	65,0	20,0	59,7	0,5
settembre	20,0	65,0	20,0	77,3	0,5
ottobre	20,0	65,0	20,0	83,9	0,5
novembre	20,0	65,0	20,0	74,9	0,5
dicembre	20,0	65,0	20,0	93,6	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ _i °C	Pressione parziale interna p _i Pa	Temperatura esterna θ _e °C	Pressione parziale esterna p _e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	20,00	1.815,70
ESTIVA	20,00	1.519,00	20,00	1.815,70

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 148,751 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 148,751 Pa.

4.4 Serramenti

Si riportano le proprietà tecniche relative al serramento tipo più diffuso all'interno dell'edificio.

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: Finestra 130x250

Note:

Produttore:

Larghezza: 130 cm

Altezza : 250 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

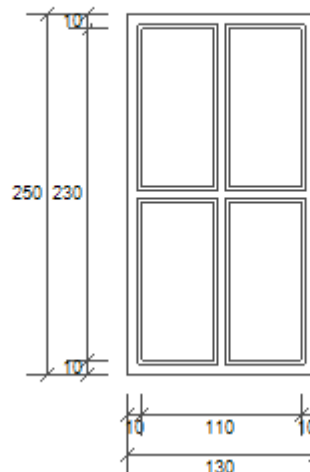
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 10 cm

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 10 cm



Area del vetro A_g : 2.200 m²

Area totale del serramento A_w : 3.250 m²

Area del telaio A_f : 1.050 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 12.800 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,500

Trasmittanza termica vetro U_g : 0.900 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 78 mm

Distanziatore: Plastica

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1.230 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0.040 W/(m K)

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Persiane

Posizione: Schermatura esterna

Colore: Pastello

Trasparenza: Opaca

g, g_l, sh, d : 0,29

g, g_l, sh, b : 0,10

$g, g_l, sh/g, g_l$: -

SE.T.CO. S.r.l

Via Lama n. 1 - 24023 Clusone Bg

Cod. fisc. e P. IVA 02541480162

Tel. 0346/27788 Fax. 0346/26301

e-mail: setco@tiscali.it



PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: Legno (da 25 a 30 mm)

Permeabilità della chiusura: Media permeabilità all'aria

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR : 0,220 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 1,164 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella U_w , CORR: 1,022 W/(m² K)

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Songavazzo

Anno di riferimento: 2017

Trasmittanza serramento U_w : 1,164 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: E

Trasmittanza limite U_w : 1,400 W/(m² K)

VERIFICA: OK

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DGR 6480-X3868

4.5 Calcolo dispersioni invernali

Considerando i parametri di progetto sotto riportati sono stati effettuati i calcoli per la stima delle dispersioni termiche per trasmissione e per ventilazione dell'edificio dopo l'intervento di riqualificazione energetica dell'involucro edilizio.

Parametri di progetto :

Temperatura interna di progetto : 20 °C

Temperatura esterna di progetto : -11,9 °C

Tasso di ventilazione naturale medio : 0,67 vol/h

CALCOLO DI PROGETTO INVERNALE

I coefficienti di scambio termico e le portate di ventilazione sono calcolati in conformità alla UNI 12831.

Dispersioni per trasmissione

SCUOLA DELL'INFANZIA SONGAVAZZO

Zona riscaldata	Locale	$\Delta\theta_p$	Hd	Hu	Ha	Hg	Htr	Φ_t
ZT1 Scuola materna	Atrio-Ingresso PT	31,9	76,899	192,015	0	9,297	288,225	9194,365
ZT1 Scuola materna	Aula 2 PT	31,9	18,646	91,005	0	0	109,651	3497,88
ZT1 Scuola materna	Aula 1	31,9	15,229	86,597	0	0	101,827	3248,265
ZT1 Scuola materna	Segreteria PT	31,9	6,075	0,929	0	7,394	22,362	713,363
ZT1 Scuola materna	Stanza 5	31,9	3,063	14,025	0	0	17,088	545,092
ZT1 Scuola materna	Antibagno PT	31,9	1,557	0,549	0	3,368	9,103	290,393
ZT1 Scuola materna	Bagno PT	31,9	18,385	7,401	0	15,362	57,694	1840,434
ZT1 Scuola materna	Stanza 1 P1	31,9	5,167	3,386	0	0	8,553	272,838
ZT1 Scuola materna	Stanza 2 P1	31,9	4,692	2,434	0	0	7,126	227,314
ZT1 Scuola materna	Bagno P1	31,9	0,719	1,708	0	0	2,427	77,406
ZT1 Scuola materna	Stanza 3 P1	31,9	2,952	4,254	0	0	7,206	229,882
ZT1 Scuola materna	Stanza 4 P1	31,9	4,222	21,77	0	0	25,992	829,129
ZT1 Scuola materna	Disimpegno P1	31,9	0	6,985	0	0	6,985	222,809
ZT1 Scuola materna	Seminterrato	31,9	182,98	20,057	0	49,094	305,01	9729,816
ZT2 Mensa	Mensa-Dormitorio	31,9	78,838	175,608	0	0,11	254,674	8124,115
ZT3 Cucina	Cucina	31,9	21,85	5,696	0	12,084	52,646	1679,399
ZT3 Cucina	Bagno Cucina	31,9	1,592	1,141	0	2,488	7,901	252,037
Totale			442,867	635,56	0	99,196	1284,468	40974,537


Dispersioni per ventilazione e potenza di ripresa
SCUOLA DELL'INFANZIA SONGAVAZZO

Zona riscaldata	Locale	$\Delta\theta_p$	$V'i$	Hv	Φ_v	Φ_{rh}
ZT1 Scuola materna	Atrio-Ingresso PT	31,9	237,58	80,777	2576,789	628,44
ZT1 Scuola materna	Aula 2 PT	31,9	158,605	53,926	1720,226	217,74
ZT1 Scuola materna	Aula 1	31,9	163,56	55,61	1773,975	224,58
ZT1 Scuola materna	Segreteria PT	31,9	34,454	11,714	373,688	89,88
ZT1 Scuola materna	Stanza 5	31,9	23,607	8,026	256,042	100,56
ZT1 Scuola materna	Antibagno PT	31,9	33,672	11,448	365,207	43,92
ZT1 Scuola materna	Bagno PT	31,9	121,878	41,438	1321,885	167,4
ZT1 Scuola materna	Stanza 1 P1	31,9	20,386	6,931	221,108	86,82
ZT1 Scuola materna	Stanza 2 P1	31,9	15,551	5,287	168,669	66,24
ZT1 Scuola materna	Bagno P1	31,9	14,829	5,042	160,834	31,56
ZT1 Scuola materna	Stanza 3 P1	31,9	23,761	8,079	257,707	101,22
ZT1 Scuola materna	Stanza 4 P1	31,9	22,265	7,57	241,491	94,86
ZT1 Scuola materna	Disimpegno P1	31,9	14,664	4,986	159,048	62,46
ZT1 Scuola materna	Seminterrato	31,9	91,963	31,267	997,425	441,42
ZT2 Mensa	Mensa-Dormitorio	31,9	164,139	55,807	1780,246	450,72
ZT3 Cucina	Cucina	31,9	113,212	38,492	1227,894	155,46
ZT3 Cucina	Bagno Cucina	31,9	25,136	8,546	272,628	22,98
Totale			1279,261	434,949	13874,862	2986,26

Carichi termici totali
SCUOLA DELL'INFANZIA SONGAVAZZO

Zona riscaldata	Locale	$\Delta\theta_p$	Φ_t	Φ_v	Φ_{rh}	Φ_{hl}
ZT1 Scuola materna	Atrio-Ingresso PT	31,9	9194,365	2576,789	628,44	12399,594
ZT1 Scuola materna	Aula 2 PT	31,9	3497,88	1720,226	217,74	5435,847
ZT1 Scuola materna	Aula 1	31,9	3248,265	1773,975	224,58	5246,82
ZT1 Scuola materna	Segreteria PT	31,9	713,363	373,688	89,88	1176,931
ZT1 Scuola materna	Stanza 5	31,9	545,092	256,042	100,56	901,694
ZT1 Scuola materna	Antibagno PT	31,9	290,393	365,207	43,92	699,519
ZT1 Scuola materna	Bagno PT	31,9	1840,434	1321,885	167,4	3329,718
ZT1 Scuola materna	Stanza 1 P1	31,9	272,838	221,108	86,82	580,766
ZT1 Scuola materna	Stanza 2 P1	31,9	227,314	168,669	66,24	462,223
ZT1 Scuola materna	Bagno P1	31,9	77,406	160,834	31,56	269,8
ZT1 Scuola materna	Stanza 3 P1	31,9	229,882	257,707	101,22	588,809
ZT1 Scuola materna	Stanza 4 P1	31,9	829,129	241,491	94,86	1165,48
ZT1 Scuola materna	Disimpegno P1	31,9	222,809	159,048	62,46	444,317
ZT1 Scuola materna	Seminterrato	31,9	9729,816	997,425	441,42	11168,661
ZT2 Mensa	Mensa-	31,9	8124,115	1780,246	450,72	10355,081



	Dormitorio					
ZT3 Cucina	Cucina	31,9	1679,399	1227,894	155,46	3062,753
ZT3 Cucina	Bagno Cucina	31,9	252,037	272,628	22,98	547,644
Totale			40974,537	13874,862	2986,26	57835,659

Legenda	
Φ_t	potenza termica dispersa per trasmissione in condizioni di progetto [W]
$\Delta\theta_p$	salto termico di progetto verso l'esterno [°C]
H_d	coefficiente di scambio termico per trasmissione con l'esterno [W/K]
H_u	coefficiente di scambio termico per trasmissione con ambienti non climatizzati [W/K]
H_a	coefficiente di scambio termico con ambienti confinanti climatizzati da altro impianto [W/K]
H_g	coefficiente di scambio termico per trasmissione verso il terreno [W/K]
H_{tr}	coefficiente di scambio termico per trasmissione [W/K]
V_i	portata d'aria effettiva di ventilazione per singolo locale [m³/s]
H_v	coefficiente di scambio termico per ventilazione [W/K]
Φ_v	potenza termica dispersa per ventilazione in condizioni di progetto [W]
Φ_{rh}	potenza termica di ripresa [W]
Φ_{hl}	carico termico totale [W]

* in rosso è segnato il locale seminterrato che attualmente non è riscaldato ma è stato inserito nel calcolo delle dispersioni per un eventuale futuro utilizzo.

4.6 Dimensionamento vaso di espansione impianto termico

<u>Taratura valvola di sicurezza</u>	V.S.	2,7	bar
<u>Altezza idrostatica</u>	H	10	m
<u>Dislivello vaso-valvola</u>	m	1	m
<u>Contenuto acqua impianto</u>	C	1200	l
<u>Coefficiente di espansione</u>	e	0,04	/
<u>Volume di espansione</u>	E	48	l
<u>Pressione iniziale assoluta</u>	Pi	2,533	bar
<u>Pressione finale assoluta</u>	Pf	3,833	bar
<u>Precarica vaso d'espansione</u>	Pp	1,5	bar

$$V = \frac{E}{1 - \frac{P_i}{P_f}} = \frac{48}{1 - \frac{2,533}{3,833}} = 141,526$$

CAPACITA' VASO = L 150

4.7 Dimensionamento canna fumaria

Il dimensionamento della canna fumaria è stato effettuato attraverso le dichiarazioni di conformità del costruttore relative ai condotto di scarico in cavedio con presa di aria ambiente.

Potenzialità kW	Scarico fumi DN	Dimensioni minime cavedio *	
		Tubo rigido Lungh. cons. a car. max. fino m	Tubo flessibile Lungh. cons. a car. max. fino m
WTC 15-A	60	13	13
	80	23	23
WTC 25-A	80	23	23
WTC 32-A	80	32	31
WTC 45-A	80	8	6
	110	32	32
	125	36	-
WTC 60-A	80	6	-
	110	32	32
	125	36	-
WTC-OB 18-A	80	20	20
WTC-OB 20-A	80	23	23
WTC-OB 25-A	80	23	23
WTC-OB 30-A	80	23	23
WTC-OB 35-A	80	23	21
WTC-OB 45-A	110	16	10
	125	33	21

Nel nostro caso è possibile l'utilizzo di uno scarico fumi con tubo rigido in PP di DN 110 installato all'interno del cavedio essendo l'altezza massima intorno agli 8 m.



4.8 Dimensionamento tubazioni

D	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Di	12,7	16,3	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	104,9	128,8	154,2
r	G v											
2	47 0,10	92 0,12	199 0,15	371 0,17	777 0,21	1.166 0,23	2.185 0,27	4.357 0,33	6.685 0,36	13.542 0,44	23.470 0,50	38.014 0,57
4	71 0,16	134 0,18	288 0,22	538 0,25	1.126 0,31	1.689 0,34	3.166 0,40	6.312 0,47	9.684 0,53	19.619 0,63	34.001 0,72	55.071 0,82
6	85 0,19	166 0,22	358 0,27	668 0,31	1.399 0,38	2.098 0,42	3.933 0,49	7.841 0,59	12.029 0,65	24.369 0,78	42.234 0,90	68.405 1,02
8	99 0,22	194 0,26	417 0,31	779 0,37	1.631 0,44	2.447 0,49	4.586 0,58	9.145 0,69	14.030 0,76	28.422 0,91	49.258 1,05	79.781 1,19
10	112 0,25	218 0,29	470 0,35	878 0,41	1.838 0,50	2.757 0,55	5.168 0,65	10.304 0,77	15.808 0,86	32.024 1,03	55.500 1,18	89.892 1,34
12	123 0,27	241 0,32	518 0,39	968 0,46	2.026 0,55	3.039 0,61	5.697 0,71	11.359 0,85	17.427 0,95	35.304 1,13	61.184 1,30	99.098 1,47
14	134 0,29	261 0,35	563 0,42	1.051 0,50	2.200 0,60	3.301 0,66	6.187 0,78	12.335 0,92	18.924 1,03	38.337 1,23	66.442 1,42	107.613 1,60
16	144 0,32	281 0,37	604 0,45	1.129 0,53	2.363 0,64	3.545 0,71	6.644 0,83	13.248 0,99	20.325 1,11	41.175 1,32	71.360 1,52	115.578 1,72
18	153 0,34	299 0,40	644 0,48	1.202 0,57	2.517 0,68	3.775 0,76	7.076 0,89	14.109 1,06	21.646 1,18	43.852 1,41	75.999 1,62	123.092 1,83
20	162 0,36	316 0,42	681 0,51	1.272 0,60	2.663 0,72	3.994 0,80	7.487 0,94	14.927 1,12	22.901 1,25	46.393 1,49	80.404 1,71	130.227 1,94
22	171 0,37	333 0,44	716 0,54	1.338 0,63	2.802 0,76	4.203 0,84	7.878 0,99	15.708 1,18	24.098 1,31	48.819 1,57	84.608 1,80	137.036 2,04
24	179 0,39	349 0,46	751 0,56	1.402 0,66	2.935 0,80	4.403 0,88	8.253 1,04	16.456 1,23	25.246 1,37	51.144 1,64	88.638 1,89	143.563 2,14
26	187 0,41	364 0,48	783 0,59	1.463 0,69	3.064 0,83	4.596 0,92	8.614 1,08	17.176 1,29	26.350 1,43	53.381 1,72	92.514 1,97	149.841 2,23
28	194 0,43	379 0,50	815 0,61	1.523 0,72	3.187 0,87	4.782 0,96	8.962 1,12	17.870 1,34	27.415 1,49	55.539 1,79	96.254 2,05	155.899 2,32
30	201 0,44	393 0,52	846 0,64	1.580 0,74	3.307 0,90	4.961 0,99	9.299 1,17	18.541 1,39	28.446 1,55	57.626 1,85	99.872 2,13	161.758 2,41
35	219 0,48	427 0,57	918 0,69	1.716 0,81	3.591 0,97	5.388 1,08	10.098 1,27	20.135 1,51	30.890 1,68	62.578 2,01	108.453 2,31	175.657 2,61
40	235 0,51	458 0,61	986 0,74	1.843 0,87	3.857 1,05	5.786 1,16	10.846 1,36	21.625 1,62	33.177 1,81	67.210 2,16	116.481 2,48	188.659 2,81
45	250 0,55	488 0,65	1.051 0,79	1.962 0,92	4.108 1,11	6.163 1,24	11.551 1,45	23.031 1,73	35.333 1,92	71.579 2,30	124.053 2,64	200.925 2,99
50	265 0,58	516 0,69	1.111 0,83	2.076 0,98	4.346 1,18	6.520 1,31	12.220 1,53	24.366 1,83	37.381 2,04	75.728 2,43	131.243 2,80	212.570 3,16
60	292 0,64	569 0,76	1.225 0,92	2.289 1,08	4.791 1,30	7.187 1,44	13.472 1,69	26.861 2,01	41.210 2,24	83.483 2,68	144.684 3,08	234.339 3,49
70	317 0,69	618 0,82	1.331 1,00	2.485 1,17	5.203 1,41	7.805 1,56	14.629 1,84	29.169 2,19	44.751 2,44	90.657 2,91	157.116 3,35	254.475 3,79
80	340 0,75	664 0,88	1.429 1,07	2.669 1,26	5.588 1,52	8.383 1,68	15.712 1,97	31.328 2,35	48.063 2,62	97.367 3,13	168.746 3,60	
90	362 0,79	707 0,94	1.522 1,14	2.843 1,34	5.951 1,62	8.928 1,79	16.734 2,10	33.365 2,50	51.188 2,79	103.697 3,33	179.716 3,83	
100	383 0,84	748 1,00	1.610 1,21	3.008 1,42	6.296 1,71	9.445 1,89	17.704 2,22	35.299 2,65	54.154 2,95	109.707 3,53		
150	476 1,04	929 1,24	2.000 1,50	3.736 1,76	7.821 2,12	11.732 2,35	21.990 2,76	43.846 3,29	67.267 3,66			
200	555 1,22	1.084 1,44	2.333 1,75	4.357 2,05	9.121 2,48	13.683 2,74	25.647 3,22	51.137 3,83				

r = resistenza, mm c.a./m

G = portata, l/h

v = velocità, m/s

4.9 Cavi, Tubazioni protettive e cablaggi

I conduttori impiegati dovranno essere dotati di marchio IMQ, e saranno scelti in base alla classificazione degli ambienti in cui verranno installati ed alla tipologia del servizio svolto, rispondendo alle norme costruttive CEI ed alle norme dimensionali UNEL.

I cavi utilizzati dovranno avere isolamento adatto a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiore a 450/750 V.

I cavi saranno di tipo flessibile e rispetteranno i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.

La portata dei cavi in regime permanente (I_z) sarà determinata in base alle tabelle CEI-UNEL 35024 e 35026, considerando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi. In particolare la portata dei cavi I_z così calcolata dovrà risultare maggiore od al più uguale alla corrente di impiego I_b .

Il dimensionamento dei cavi dovrà anche garantire una caduta di tensione percentuale a regime, tra la fonte di energia e l'utilizzatore più lontano, non superiore al 4%.

I conduttori dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, per i circuiti in corrente alternata, i conduttori di fase dovranno essere di colore nero, grigio (cenere) o marrone, il conduttore di neutro di colore blu chiaro ed il conduttore di protezione di colore giallo-verde; per i circuiti in corrente continua, i conduttori saranno di colore rosso (polo positivo) e nero (polo negativo).

I tubi protettivi per la distribuzione delle linee saranno scelti in funzione dell'uso e del luogo d'installazione.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti, con un minimo di 20 mm.

Le derivazioni saranno eseguite utilizzando esclusivamente le apposite scatole di derivazione.

Nelle tubazioni e nei condotti non è ammessa la presenza di giunzioni e di morsetti di derivazione, così come le derivazioni a "T" direttamente sulle tubazioni, ma solamente con l'utilizzo di apposite scatole di derivazione.

Compatibilmente con le circostanze localizzate, anche se non più richiesto dalle Norme, si renderà possibile la sfilabilità e la reinfilabilità dei conduttori.

Nei canali, rispondenti alle norme CEI 23-31 e 23-32, potranno essere posati cavi senza guaina, mentre nei canali non provvisti di coperchio e nelle passerelle dovranno essere sempre utilizzati cavi con guaina.

Le connessioni (giunzioni e derivazioni) dovranno essere realizzate a regola d'arte, ad evitare malfunzionamenti, resistenze localizzate e pericolo d'incendio.

4.10 Protezioni contro le sovracorrenti

I cavi installati dovranno essere protetti contro le sovracorrenti originate da sovraccarichi o cortocircuiti per mezzo di interruttori magnetotermici e/o fusibili.

Riguardo ai sovraccarichi, il coordinamento cavi-interruttori prevede, come riportato dalla norma CEI 64-8(art.25.6/7/8), il rispetto delle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z;$$

$I_f \leq 1,45 I_z$ (condizione sempre soddisfatta utilizzando interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3);

dove I_b è la corrente di impiego, I_z la portata in regime permanente del cavo, I_n la corrente nominale del dispositivo di protezione e I_f è quel valore di corrente oltre il quale si ha il sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

Riguardo al cortocircuito, i dispositivi di protezione dovranno avere un potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, e poter interrompere tali correnti in tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile, come previsto dalla norma CEI 64-8.

4.11 Protezioni contro i contatti diretti

La protezione delle persone contro i contatti diretti (norma CEI 64-8 parte 4) dovrà essere realizzata mediante:

- Isolamento delle parti attive;
- Involucri e barriere.

4.12 Protezioni contro i contatti indiretti

La protezione contro contatti indiretti deve essere realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione secondo quanto indicato nel paragrafo 413 della Norma CEI 64-8. Affinchè sia realizzata la protezione deve essere soddisfatta la seguente relazione della Norma CEI 64-8:

$$R_t \times I_a \leq 50$$

dove:

R_t è il valore della resistenza dell'impianto di dispersione a terra

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione. Nel caso di interruttore differenziale, I_a è la corrente stessa del dispositivo differenziale.



5. CRONOPROGRAMMA

Le indicazioni contenute nel presente documento costituiscono il cronoprogramma del Progetto Definitivo-Esecutivo dell'intervento di manutenzione straordinaria finalizzata alla ristrutturazione energetica dell'involucro e dell'impianto termico della Scuola dell'infanzia del Comune di Songavazzo.