

# **DIAGNOSI ENERGETICA**

## **-SCUOLA ELEMENTARE-**

*Relazione di diagnosi energetica*  
*Redatta ai sensi norma UNI CEI EN 16247*

**Committente:** Comune di Gazzola (PC)

**Soggetto incaricato:** Arch. Tommaso Caenaro – EGE \_ 194-C certificato TUV  
Iscritto ordine degli Architetti della Provincia di Parma al n. 1.160

Parma (PR), maggio 2018

**IL PROFESSIONISTA**

*Arch. Tommaso Caenaro*



## CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE

### 1.1 Sintesi ed obiettivi di una diagnosi energetica nel settore civile

La *diagnosi energetica* ai sensi della Dlgs 102/2014 è una procedura sistematica volta a fornire una panoramica dei consumi energetici dell'utenza oggetto dello studio e, contestualmente, verificare, anche in termini economici, i possibili interventi di efficienza energetica per ridurre i fabbisogni energetici dell'edificio.

Gli obiettivi di una diagnosi energetica sono riportati nella norma UNI CEI/EN 16247; in particolare, nell'introduzione, viene ribadita l'importanza della diagnosi energetica ai fini del *"miglioramento dell'efficienza energetica, della riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici; del miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti e dell'eventuale riqualificazione del sistema energetico"*.

In quanto procedura sistematica la diagnosi energetica deve possedere i seguenti requisiti:

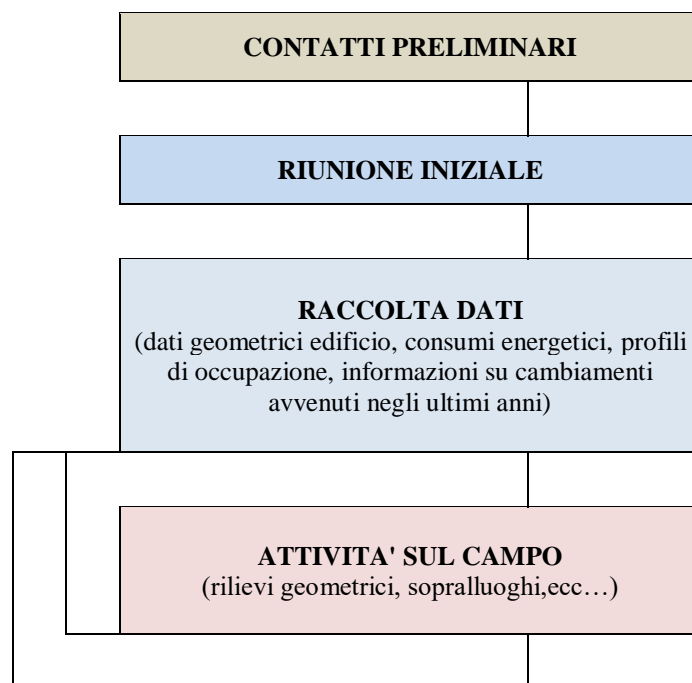
- **Completezza:** definizione del sistema energetico comprensivo degli aspetti energetici significativi;
- **Attendibilità:** acquisizione di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico della diagnosi energetica e sopralluogo del sistema energetico; fatto salvo deroghe motivate limitate al contesto civile residenziale quando esplicitamente previsto dalla normativa vigente.
- **Tracciabilità:** identificazione e utilizzo di un inventario energetico, documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione dei suoi dati a supporto dei risultati della diagnosi energetica, comprensivo delle ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
- **Utilità:** identificazione e valutazione sotto il profilo costi/benefici degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica espressi attraverso documentazione adeguata e differenziata in funzione del settore, delle finalità e dell'ambito di applicazione, trasmessa al committente.
- **Verificabilità:** identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dalla applicazione degli interventi proposti.

Le opportunità di risparmio energetico e/o miglioramento dell'efficienza energetica derivanti dall'esecuzione della diagnosi energetica devono considerare i vincoli imposti dal committente e le possibili interferenze con sicurezza, ambiente, qualità, salute e condizioni lavorative.

### 1.2. Metodo di lavoro

Il metodo di lavoro per l'effettuazione della presente diagnosi energetica è stato impostato applicando la norma UNI CEI EN 16247-2, con l'obiettivo di effettuare una diagnosi energetica definita leggera, ai sensi del punto C.4 della Norma UNI CEI EN 16247-2.

Innanzitutto si è partiti da un primo contatto con il committente, dove si sono definiti gli obiettivi di massima e gli impegni di entrambe le parti. Una volta definito il disciplinare d'incarico e gli obiettivi, sono state svolte le seguenti prestazioni:





### 1.3. Descrizione del modello di calcolo

Il software utilizzato per calcolare le prestazioni energetiche della Scuola Elementare del Comune di Gazzola (PC) è: Namirial Termo 4.3.

La normativa di calcolo è la normativa della Regione Emilia Romagna DGR 967/2015 smi - UNI/TS-11300 parte 1, 2, 3 e 4.

I metodi di calcolo utilizzato sono:

Scambi con il terreno:	Analitico – UNI EN ISO 13370
Capacità termica	Analitico – UNI EN ISO 13786
Carichi estivi	Nessuno

### 1.4. Documentazione disponibile

Di seguito è riportato l'elenco della documentazione messa a disposizione dall'amministrazione comunale che riguarda le caratteristiche tecniche del sistema edificio impianto dell'edificio oggetto di diagnosi energetica.

#### Sottosistema Involucro

##### Inquadramento territoriale

- Planimetria con inquadramento territoriale dell'edificio dal quale sia possibile definire gli orientamenti ed il contesto territoriale circostante

##### Elaborati grafici

- Piante
- Prospetti
- Sezioni

#### Sottosistema Impianto

##### Impianto di climatizzazione invernale

- Libretto di centrale (consultato nella fase di audit in centrale termica)

La documentazione disponibile non è risultata sufficiente per eseguire la diagnosi energetica in modo completo, per questo si è reso necessario un sopralluogo dettagliato per effettuare rilievi strumentali e fotografici.

### 1.5. Riferimenti auditor

L'auditor della Diagnosi Energetica dell'edificio in oggetto è l'arch. Tommaso Caenaro, Esperto in Gestione dell'Energia certificato n°EGE\_194-C certificato TUV.

Il tecnico di cui sopra è esperto nella progettazione e la riqualificazione energetica degli edifici e degli impianti ad essi asserviti, quindi è in grado di coprire scopo e complessità ed accuratezza della diagnosi.

Il referente tecnico della committenza è stato:

- Geom. Gianformaggio – Responsabile ufficio tecnico Comune di Gazzola

## 1.6. Sopralluogo edificio

Il sopralluogo è stato effettuato il 13 novembre 2015 in un'unica data, ed è stato effettuato da:

- Arch. Tommaso Caenaro
- Ing. Alessandro Rossi

Nel corso della visita sono state esaminate le caratteristiche tecniche del sistema edificio-impianto. La visita è durata circa 120 minuti ed ha dato modo di confrontarsi con i fruitori dell'edificio e capire direttamente dagli utenti finali quali siano le criticità dell'edificio in termini funzionali ed energetici.

## CAPITOLO 2 – DATI DI BASE DELL'EDIFICIO

### 2.1 Descrizione generale

L'edificio della Scuola Elementare è una stecca su due piani con un piano semi interrato, con l'orientamento prevalente sull'asse longitudinale est-ovest.

La distribuzione verticale avviene per mezzo di un ampio scalone posizionato sul lato ovest. Gli spazi di servizio, quali uffici, servizi igienici sono posizionati tutti sul lato nord dell'edificio, mentre gli spazi didattici sono disposti sul lato sud, in maniera da ottimizzare il fabbisogno di luce naturale ed aumentare gli apporti solari interni nel periodo invernale. Il piano seminterrato viene utilizzato come zona mensa.

L'edificio in oggetto è un edificio costruito nel primo dopo guerra con caratteristiche architettoniche del periodo razionalista, non sono state apportate modifiche sostanziali alla funzionalità dello stesso se non la manutenzione straordinaria delle facciate ( tinteggio, intonaci, sostituzione serramenti) e della copertura. Una delle caratteristiche principali dell'edificio sono le ampie vetrate delle aule, poste a sud, che danno molta luce alle aule stesse.

### 2.2 Informazioni sul sito

**Edificio sito in:** Gazzola (PC) - Via San Rocco n.1 Cap: 29010

**Classificazione dell'edificio in base alla categoria DPR n.412/93:** E.7. Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

#### Dati geometrici:

Superficie utile riscaldata	827,7 m <sup>2</sup>
Superficie disperdente lorda	1673,4 m <sup>2</sup>
Volume lordo riscaldato	3424,7 m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	0,489 m <sup>-1</sup>

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

### 2.3 Dati climatici

Gradi giorno: 2635 °C

Temperatura minima di progetto: -5,4 °C

Zona climatica: E

Giorni di riscaldamento: 183

**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

**Temperature medie mensili (°C)**

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
-0,3	2,0	7,3	11,8	15,9	20,3	22,8	21,9	18,5	12,4	6,5	1,6

**Temperature medie mensili (°C)**

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
-0,3	2,0	7,3	11,8	15,9	20,3	22,8	21,9	18,5	12,4	6,5	1,6

**Irradianza media mensile (W/m2)**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Diretta	2,0	3,9	7,4	11,2	13,6	16,3	18,8	14,6	10,6	5,4	2,3	1,5
Diffusa	2,4	3,5	5,1	6,6	7,7	7,9	7,0	6,5	5,3	4,0	2,6	2,1

**Pressione parziale di vapore esterna (Pa)**

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
577	618	699	944	1.344	1.376	2.183	1.877	1.522	1.266	938	548

**2.4. Zone riscaldate**

Il modello di calcolo è stato sviluppato tenendo conto di due differenti zone termiche, la prima relativa agli spazi delle attività didattiche e di servizio della scuola (piano terra e piano primo); la seconda relativa alla mensa (piano interrato). Sono state considerate due differenti zone termiche, pur condividendo lo stesso impianto di generazione e di emissione del calore, hanno però due destinazioni d'uso completamente differenti.

Il dettaglio delle zone termiche è riportato negli elaborati grafici in allegato.

Di seguito le caratteristiche geometriche delle due zone :

**Zona riscaldata 1 - Scuola Elementare**

Superficie lorda	P.T	325,2
Superficie lorda	P.1	307,7
<b>Tot.</b>		<b>632,9 mq</b>
Area Riscaldata	P.T	272,2
Area Riscaldata	P.1	259,5
<b>Tot.</b>		<b>531,7 mq</b>
Volume lordo	P.T	1268,3
Volume lordo	P.1	1246,2
<b>Tot.</b>		<b>2514,46 mc</b>
Volume netto	P.T	1065,6
Volume netto	P.1	1166,4
<b>Tot.</b>		<b>2232,00 mc</b>

**Zona riscaldata 2 - Mensa**

Superficie lorda	P.int	303,4
Area Riscaldata	P.int	296

Volume lordo	P.int	910,2
Volume netto	P.int	740

C'è un'unica zona non riscaldata nell'edificio: Sottotetto non isolato

## **2.5. Condizioni di utilizzo delle zone termiche**

L'accensione dell'impianto termico viene effettuata, come da DPR 412/93, in data 15 ottobre e spento il 15 aprile, salvo diverse indicazioni, dipendenti dalle condizioni climatiche esterne.

### **Zona riscaldata 1 – Municipio**

#### *Profilo di accensione dell'impianto*

Funzionamento dell'impianto: Funzionamento continuo senza attenuazione  
Temperatura di set-point invernale: 20 °C

#### *Occupazione e apparecchiature*

Ore medie di occupazione giornaliera: 8 h

#### *Apparecchiature*

Ore medie di accensione giornaliera: 8 h  
Fattore di riduzione: 0,33

### **Zona riscaldata 2 – Mensa**

#### *Profilo di accensione dell'impianto*

Funzionamento dell'impianto: Funzionamento continuo senza attenuazione  
Temperatura di set-point invernale: 20 °C

#### *Occupazione e apparecchiature*

Ore medie di occupazione giornaliera: 4h

#### *Apparecchiature*

Ore medie di accensione giornaliera: 4 h  
Fattore di riduzione: 0,17

## **2.6. Esercizio e manutenzione dell'edificio**

L'edificio presenta l'impianto di condizionamento invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, non ci sono impianti per il condizionamento estivo e di ventilazione meccanica controllata.

Nella diagnosi energetica dell'edificio in oggetto, consideriamo i dati solo per il combustibile, gas metano, per il servizio energetico per il condizionamento invernale. Non vengono considerati i consumi di energia elettrica per la produzione di acqua calda sanitaria e per i sistemi di illuminazione, perché influenti nel bilancio energetico complessivo dell'edificio, considerando che i consumi di ACS in un edificio adibito a Scuola sono minimi e l'impianto di illuminazione è stato da poco rifatto e messo quindi in efficienza.

La fornitura del gas metano è affidata alla società di servizi energetici A2A, mentre la manutenzione ordinaria dell'impianto di generazione del calore è realizzata in economia, senza l'ausilio di contratti di servizio energia.

## **2.7. Presentazione dell'attuale livello di consumo energetico**

ANNO	2012	2013	2014	2015	2016	MEDIA
Gas (m3)	15.399	13.685	8.383	13.093	12.659	<b>11.865</b>

## CAPITOLO 3 – DIAGNOSI INVOLUCRO E DEGLI IMPIANTI DELL'EDIFICIO

### 3.1. Descrizione generali delle caratteristiche tecniche del sistema edificio impianto

Si evidenzia che le stratigrafie delle strutture opache e trasparenti sono state ottenute sulla base delle informazioni ricevute dall'ufficio tecnico comunale, dai sopralluoghi effettuati in sito e dalla personale esperienza maturata in questo tipo di analisi.

I valori ottenuti si ritengono pertanto attendibili, ma potrebbero discostarsi da quelli reali, quest'ultimi rilevabili unicamente mediante prove invasive o strumentali.

La struttura dell'edificio è costituita da una struttura in muratura portante in mattoni di laterizio pieni intonacate su entrambi i lati, le partizioni interne sono realizzate con tamponamenti in mattoni di laterizio semipieni.

La copertura è una copertura in latero cemento con un manto di copertura in coppi ed un sottotetto non riscaldato sempre con un solaio in latero cemento. L'edificio poggia su un solaio sempre in latero cemento con vespaio.

L'edificio su tutti i lati ha delle ampie vetrate costituite da sette differenti tipologie di serramenti, i serramenti sono stati tutti sostituiti da pochi anni con telai in PVC e vetri camera ad alte prestazioni energetiche, con una buonissima tenuta all'aria. I sistemi di ombreggiamento sono costituiti da tapparelle in plastica con schiuma al loro interno, anch'esse sostituite da poco.

L'edificio, dal punto di vista della generazione del calore per il condizionamento invernale, è servito da un unico corpo caldaia. Esiste un generatore di calore a basamento che serve, sia la scuola Elementare, sia l'edificio contiguo. Esiste un sistema di regolazione elettronico per escludere uno dei due circuiti. Il generatore di calore è ospitato in un locale centrale termica, situato all'esterno dell'edificio, sul piano campagna.

I terminali di emissione sono ad alta temperatura del tipo a radiatori in tutto l'edificio. Dal generatore di calore all'edificio esiste un tratto di distribuzione orizzontale. Successivamente l'acqua calda viene convogliata ai tre piani (seminterrato, terra e primo) passando attraverso tre collettori. Si ritiene che la distribuzione verticale in montanti non sia sufficientemente isolata. Si ritiene siano presenti n .3 collettori idraulici. uno per ciascun piano. Al piano seminterrato esiste una parte di distribuzione, a vista, non isolata.


Si ritiene che l'impianto di riscaldamento si una delle principali criticità all'interno dell'edificio.

L'acqua calda sanitaria è prodotta attraverso n. 3 boiler elettrici ubicati nei servizi igienici della struttura.

Non si è riscontrata la presenza di impianti a fonti rinnovabili.

#### 3.1.1. Strutture disperdenti

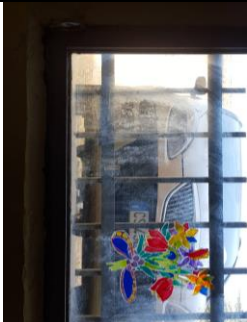
##### Zona riscaldata 1 – Scuola

Struttura	Descrizione	A <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Immagine
Muratura a cassa vuota in laterizio- 42	Muratura a cassa vuota, costituita da una fila di mattoni in laterizio doppio uni da 25 cm, intercapedine d'aria ed una fila interna di mattoni di laterizio da 12 cm, rivestito su entrambi i lati da intonaco di cemento	702,73	1,027	
Solaio in laterocemento - blocchi non collaboranti 37,5		307,00	1,438	
Copertura piana praticabile 40		19,00	1,402	
Porta - Cod.1	Portoncino con apertura antipanico in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	5,41	1,008	
Porta - Cod.8	Portoncino con apertura antipanico in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	2,58	1,340	

**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

Finestra - Cod.2	Serramento a due ante con apertura a ribalta in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	68,00	1,222	
Finestra - Cod.5	Serramento a due ante con apertura a ribalta in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	10,80	1,232	
Finestra - Cod.6	Serramento a due ante con apertura a ribalta in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	14,40	1,216	
Porta - Cod.9	Portoncino con apertura antipanico in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	3,24	1,208	
Finestra - Cod.4	Serramento a due ante con apertura a ribalta in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	2,00	1,222	

**Zona riscaldata 2 – Mensa**

Struttura	Descrizione	A <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Immagine
Parete in calcestruzzo - controterra	Muratura in calcestruzzo controterra con intercapedine d'aria ed una fila interna di mattoni di laterizio da 12 cm, rivestito sul lato interno da intonaco di cemento e sul lato contro terra da una guaina bituminosa	165,40	0,922	
Porta - Cod.8	Portoncino con apertura antipanico in PVC ad alta efficienza con telaio con sei camere d'aria e vetro camera riempita con gas argon	2,58	1,340	
Basamento contro-terra in calcestruzzo ordinario 34,5		303,40	2,022	
Finestra - Cod.7	Serramento con telaio in ferro e vetro singolo con la possibilità unica di apertura a ribalta	9,69	6,031	

A<sub>tot</sub>: area totale della struttura

U: trasmittanza termica struttura

l<sub>tot</sub>: lunghezza totale ponte termico


ψ: trasmittanza termica lineica ponte termico

**3.1.2. Dati relativi agli impianti**




**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare


**Sottosistema di emissione**

Terminale	Descrizione	P <sub>t</sub> unitaria [W]	Immagine
Radiatori su parete esterna/interna	Radiatori in ghisa, in parte installati su parete confinante con l'esterno, in parte su parete interna, di altezza variabile	65.000 (stima)	


**Sottosistema di regolazione**

Regolazione	Descrizione	Immagine
Sonda Esterna + Regolazione di zona	Sonda esterna (Regolazione climatica) abbinata ad un sistema di regolazione interno (Termostati)	


**Sottosistema di distribuzione**

Distribuzione	Descrizione	Immagine
Distribuzione verticale	Unico circuito di distribuzione del fluido termovettore. Distribuzione in Centrale Termica isolata secondo il Dpr 412. Distribuzione verticale in montanti si ritiene non sufficientemente isolata (stima).	

**Sottosistema di generazione**

Generatore	Descrizione	Pot nominale [W]	Immagine
Caldaia a gas	Generatore a basamento di tipo B con bruciatore esterno bistadio	284,9	

**Sistema di acqua calda sanitaria**

Generatore	Descrizione	Pot nominale [W]	Immagine
Boiler elettrici	Boiler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria	3600	

## **3.2. Impianto di condizionamento invernale**

### **3.2.1. Sottosistema di generazione**

Una caldaia di potenza utile 284.9 kW, serve l'intero edificio e l'edificio attiguo, adibito attualmente a casa delle associazioni, in passato era la scuola materna. Il generatore di calore, a basamento, di tipo B, è ubicato in centrale termica posta in un locale esterno all'edificio stesso, sul piano di campagna. Il generatore di calore, di marca Riello e costruito nel 1997, è dotato di un bruciatore bistadio, di marca Riello (modello Gas 3). Si ritiene che le perdite al mantello possano essere rilevanti, in quanto il mantello del generatore di calore non è sufficientemente isolato. Il 26/8/2015 è stato registrato sul libretto di climatizzazione dell'impianto, un rendimento di combustione pari a 92,7%.

### **3.2.2. Sottosistema di emissione**

I terminali di emissione sono costituiti da radiatori metallici, non equipaggiati con valvole termostatiche. Si stima siano presenti circa 60 corpi scaldanti, di diversa altezza e potenza. Si è stimata una potenza termica totale di circa 60 kW. Si è considerata una temperatura di mandata ai terminali di emissione di 70 °C ed una temperatura di ritorno di 55° C.

### **3.2.3. Sottosistema di regolazione**

La regolazione della temperatura è garantita da una sonda esterna, installata all'esterno della centrale termica, abbinata ad un sistema per la programmazione di una curva climatica, ed internamente all'edificio, da un termostato ambiente posto ad ogni piano dell'edificio.

### **3.2.4. Sottosistema di distribuzione**

Per la scuola Elementare esiste un solo circuito di distribuzione del fluido termovettore (acqua), azionato da una pompa (sistema gemellare) a giri fissi, di marca Wilo (Classe F, assorbimenti: 960 W / 700 /510) e modello TOP 5D 50-10. I circuiti di distribuzione in centrale termica sono ben isolati e fanno presumere ad un intervento recente di riqualificazione della centrale termica. Si ritiene che gli spessori dei materiali isolanti siano conformi al Dpr 412/93. Si ritiene, invece, che i tratti in montanti verticali che raggiungono i collettori posizionati al piano terra ed al piano primo non siano sufficientemente isolati.

Al piano seminterrato sono presenti circuiti di distribuzione, a vista, non isolati. Nonostante le dispersioni siano convogliate verso un ambiente riscaldato ed utilizzato dai fruitori dell'edificio, si consiglia di isolarle secondo spessori conformi a quanto prescritto dall'attuale normativa.

## **3.3. Sistemi per la produzione dell'acqua calda sanitaria**

L'acqua calda sanitaria è prodotta attraverso n. 3 boiler elettrici ubicati nei servizi igienici della struttura. Non si ritiene rappresentino una particolare criticità a livello energetico, in quanto il consumo di acqua calda sanitaria è trascurabile rispetto al fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio nella stagione invernale.

## **3.4. Sistemi di raffrescamento e ventilazione**

Non sono presenti in entrambe le zone riscaldate dell'edificio oggetto di diagnosi sistemi, sia per il condizionamento estivo, sia per la ventilazione meccanica controllata.

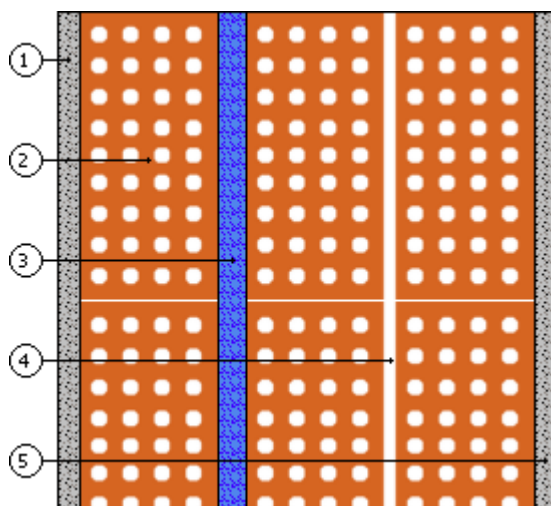
### 3.5. Involucro dell'edificio

#### Muratura a cassa vuota in laterizio- 42 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	12,0		5,263	1.508	21,444	0,190
3	Aria intercapedine flusso discendente 25 mm	2,5		5,173	1	193	0,193
4	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	25,0		2,703	1.516	21,444	0,370
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		43,5					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
		Resistenza termica totale	0,974
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,027		
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,104		
Sfasamento [h]	14,89		
Smorzamento	0,102		
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	62,156		

**Massa superficiale:** 559,991 kg/m<sup>2</sup>



## Comune di Gazzola

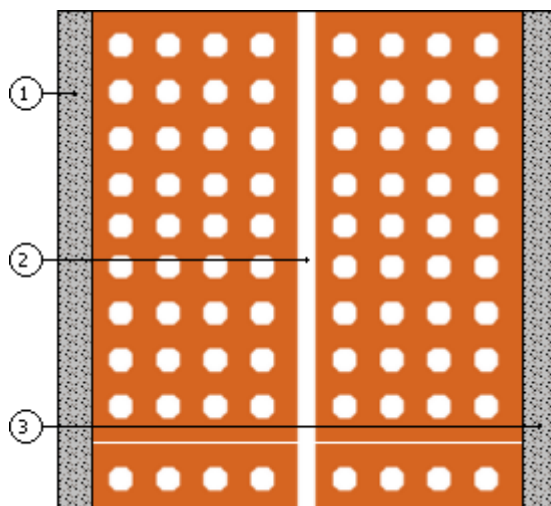
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

### Muratura sottofinestra – 29 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	25,0		2,703	1.516	21,444	0,370
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		29,0					

			Resistenza superficiale interna	0,130
			Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,693	Resistenza termica totale		0,591
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,529			
Sfasamento [h]	9,26			
Smorzamento	0,313			
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	67,348			

**Massa superficiale:** 379,000 kg/m<sup>2</sup>



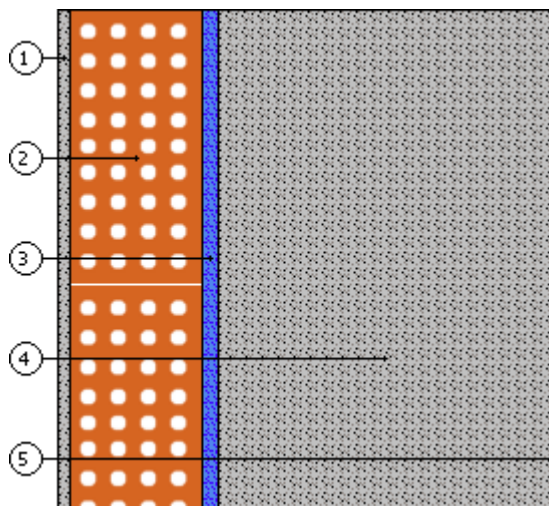
**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

**Parete in calcestruzzo - controterra**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	1,0	0,700		1.400	19,3	0,014
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	12,0		5,263	1.508	21,444	0,190
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 15 mm	1,5		5,839	1	193	0,171
4	Calcestruzzo in genere (1400 kg/m <sup>3</sup> )	30,0	0,580		1.400	1,93	0,517
5	Bitume: feltro/foglio	0,5	0,230		1.100	0,004	0,022
Spessore totale		45,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,922	Resistenza termica totale	1,085
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,071		
Sfasamento [h]	16,13		
Smorzamento	0,077		
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	61,592		

**Massa superficiale:** 606,478 kg/m<sup>2</sup>

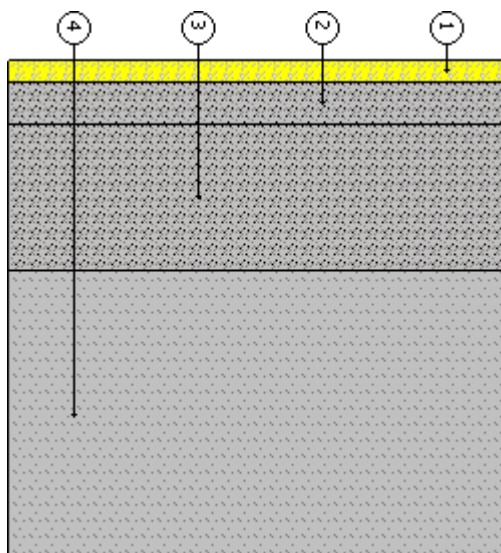


**Basamento contro-terra in calcestruzzo ordinario 34,5 cm**

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,5	1,470		1.700	27,571	0,010
2	Malta di cemento	3,0	1,400		2.000	9,65	0,021
3	Calcestruzzo confezionato con aggregati naturali (2000 kg/m <sup>3</sup> )	10,0	1,160		2.000	1,93	0,086
4	Ghiaia grossa senza argilla (umidità 5%)	20,0	1,200		1.700	38,6	0,167
Spessore totale		34,5					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	2,022	Resistenza termica totale	0,495
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,520		
Sfasamento [h]	9,31		
Smorzamento	0,257		
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	67,406		

**Massa superficiale:** 565,500 kg/m<sup>2</sup>

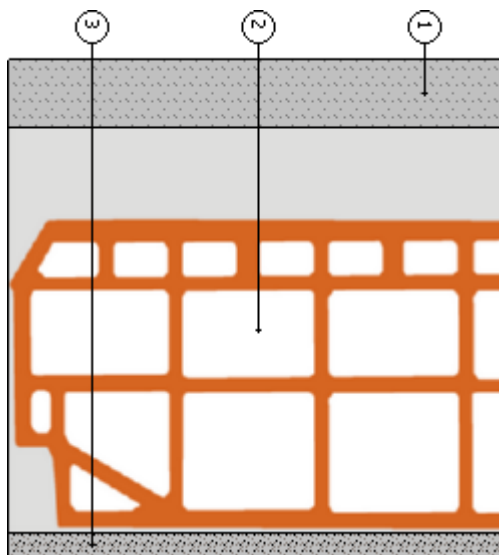


**Basamento in laterocemento - blocchi non collaboranti 37 cm**

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Massetto in calcestruzzo ordinario (1500-1700-1900 kg/m <sup>3</sup> )	5,0	1,060		1.700	1,93	0,047
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 240 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo armato 40	30,0		2,703	1.173	21,444	0,370
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		37,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,430	Resistenza termica totale	0,699
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,295		
Sfasamento [h]	10,85		
Smorzamento	0,206		
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	70,938		

**Massa superficiale:** 436,900 kg/m<sup>2</sup>

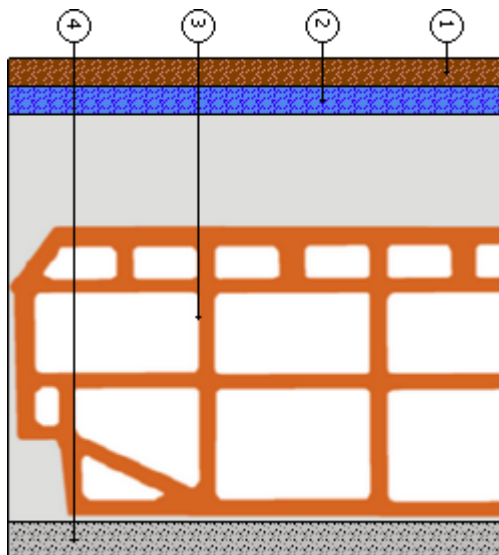


**Copertura inclinata (solaio in laterocemento) 26 cm**

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Terracotta	1,5	1,000		2.000	4,825	0,015
2	Aria intercapedine flusso orizzontale 15 mm	1,5		5,839	1	193	0,171
3	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo armato 40	22,0		3,030	1.273	21,444	0,330
4	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
Spessore totale		27,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,460	Resistenza termica totale	0,685
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]	0,497		
Sfasamento [h]	8,20		
Smorzamento	0,340		
Capacità termica interna [kJ/m <sup>2</sup> K]	73,095		

**Massa superficiale:** 310,078 kg/m<sup>2</sup>





**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

**Involucro trasparente**

Descrizione	$A_g$ $m^2$	$A_r$ $m^2$	$l_g$ $m$	$U_g$ $W/m^2K$	$U_r$ $W/m^2K$	$\Psi$ $W/mK$	$U_w$ $W/m^2K$	$U_{ws}$ $W/m^2K$
Finestra - Cod.2	1,27	0,73	9,14	1,20	1,00	0,06	1,40	1,22
Porta - Cod.9	2,19	1,06	13,34	1,20	1,00	0,06	1,38	1,21
Porta - Cod.1	2,83	1,32	12,32	1,20	1,00	0,06	1,01	1,01
Finestra - Cod.5	1,10	0,70	8,74	1,20	1,00	0,06	1,41	1,23
Finestra - Cod.6	0,77	0,43	5,28	1,20	1,00	0,06	1,39	1,22
Finestra - Cod.4	1,27	0,73	9,14	1,20	1,00	0,06	1,40	1,22
Finestra - Cod.7	0,43	0,15	2,70	5,70	7,00	0,00	6,03	6,03
Porta - Cod.8	1,99	0,59	7,98	1,20	1,00	0,06	1,34	1,34

**Fattore di trasmissione solare totale**

Descrizione	Orientamento	$g_{gl+sh}$ [ $W/m^2K$ ]	$g_{gl+sh,lim}$ [ $W/m^2K$ ]
Finestra - Cod.2	Verticale	0,66	0,35
Porta - Cod.9	Verticale	0,66	0,35
Porta - Cod.1	Verticale	0,66	0,35
Finestra - Cod.6	Verticale	0,61	0,35
Finestra - Cod.4	Verticale	0,61	0,35
Finestra - Cod.7	Verticale	0,66	0,35
Porta - Cod.8	Verticale	0,61	0,35

**Legenda**

$A_g$	Area del vetro
$A_r$	Area del telaio
$l_g$	Perimetro della superficie vetrata
$U_g$	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
$U_r$	Trasmittanza termica del telaio
$\Psi$	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
$U_w$	Trasmittanza termica totale del serramento
$U_{ws}$	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
$U_{lim}$	Trasmittanza limite
$g_{gl+sh}$	Fattore di trasmissione solare totale
$g_{gl+sh,lim}$	Fattore di trasmissione solare totale limite

## CAPITOLO 4 – Indicatori di efficienza energetica

Gli indicatori di efficienza sono dei parametri che cercano di restituire in maniera semplice ed immediata, se un edificio è efficiente o meno, dando anche una scala di valore dell'efficienza. Si utilizza come indicatore il parametro di consumo di combustibile annuo (kWh) per unità di superficie (mq). Ci sono due macro tipologie d'indicatori, in condizioni standard, cioè calcolate senza considerare come viene effettivamente utilizzato l'edificio ed in condizioni di diagnosi, che invece tiene conto dei fattori di utilizzo. Entrambe gli indicatori sono stati calcolati con la metodologia di calcolo per le prestazioni energetiche, come definite dalla normativa regionale.

### 4.1. Indicatori in condizioni Standard

Gli indicatori di efficienza energetica in condizioni standard non tengono conto delle variabili di utilizzo dell'edificio, ma per l'appunto ipotizzano un utilizzo standard dell'edificio in termini di temperatura di utilizzo ed un uso costante dello stesso.

<b>EP<sub>H</sub></b>	224,9 kWh/mq/anno
<b>EP<sub>w</sub></b>	0,9 kWh/mq/anno
<b>EP<sub>w+h</sub></b>	<b>225,8 kWh/mq/anno</b>

**CLASSE ENERGETICA: D**

### 4.2. Indicatori in condizioni di Diagnosi

I valori di efficienza energetica in condizioni di diagnosi, considerano invece le variabili di utilizzo dell'utente finale, in particolare i valori di temperatura e le ore di utilizzo dell'edificio.

<b>EP<sub>H</sub></b>	156,6 kWh/mq/anno
<b>EP<sub>w</sub></b>	0,7 kWh/mq/anno
<b>EP<sub>w+h</sub></b>	<b>157,3 kWh/mq/anno</b>

Legenda

EP<sub>H</sub>: indicatore di energia primaria per il riscaldamento

EP<sub>w</sub>: indicatore di energia primaria per l'acqua calda sanitaria

EP<sub>tot</sub>: indicatore di energia primaria totale

### 4.3. Confronto fra indicatori e consumi reali

Di seguito sono stati confrontati i fabbisogni di energia primaria in condizioni di diagnosi ed i consumi reali dell'edificio, con l'obiettivo di verificare la rispondenza del modello di calcolo alla situazione reale.

Consumi medi Metano (kWh) <sup>1</sup>	120.368
<b>Q<sub>tot W+H</sub> (kWh)</b>	<b>130.293</b>
<b>Scostamento</b>	<b>+8 %</b>

Il modello di calcolo ha uno scostamento minore del 10% tra i valori di fabbisogno di energia primaria in condizioni di diagnosi ed i consumi energetici reali dell'edificio.

<sup>1</sup> Sono stati trasformati i consumi energetici del gas metano in energia primaria, tenendo come riferimento le tabelle dell'allegato 1 al Bando POR-FESR Asse 4 Priorità di investimento 4c - obiettivo specifico 4.1 Azioni 4.1.1.

## **CAPITOLO 5 – INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA**

Nella presente relazione di diagnosi si sono valutati i seguenti interventi di efficienza energetica:

- I01 - Sostituzione generatore di calore ed adeguamento impiantistico
- I02 - Coibentazione involucro orizzontale

### **5.1. Descrizione intervento di efficienza – Sostituzione generatore di calore – I 01**

Si ritiene che l'impianto di riscaldamento sia una delle principali criticità all'interno dell'edificio. L'attuale caldaia è stata installata non prima del 1997 e risulta quindi piuttosto obsoleta e caratterizzata da rendimenti di produzione molto limitati.

Per migliorare il rendimento di produzione sarebbe opportuno sostituire l'attuale generatore ad acqua calda che serve la scuola Elementare e l'edificio contiguo con una caldaia ad elevata efficienza – ad esempio a condensazione – alimentata sempre a metano. Si suggerisce di dotare il nuovo impianto di defangatore/disaeratore e di opportuno scarico di condense acide qualora il nuovo generatore di calore sia del tipo 'a condensazione'.

In caso di intervento sulla generazione del calore, sarebbe opportuno provvedere anche all'ammodernamento del sistema di distribuzione mediante l'adozione di elettropompe dotate di motori elettrici ad alta efficienza ed eventualmente di inverter.

Si consiglia anche l'installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti. Non si sono riscontrate infatti particolari problematiche per la realizzazione di questo intervento, che migliorerebbe anche il rendimento di regolazione.

Si suggeriscono anche una serie di interventi accessori, ritenuti necessari per il buon funzionamento del nuovo impianto. L'installazione di un nuovo generatore di calore deve essere abbinata alla pulizia dell'attuale impianto di distribuzione, che potrebbe presentare occlusioni dovute al deposito di fanghiglia. Sarà necessario adattare anche l'attuale camino, prevedendo l'intubamento, a maggior ragione nel caso in cui si scelga di installare una caldaia a condensazione. Si suggerisce di valutare l'isolamento della tubazioni di distribuzione, a vista, presenti al piano seminterrato.

La centrale termica ha i rapporti di spazio corretti per prevedere tutti gli interventi considerati ed è di facile accesso per la ditta installatrice. Non si riscontrano, in questo senso, particolari problematiche.

Il nuovo generatore potrà essere della stessa potenza di quello attuale. In ogni caso, in fase di progettazione, occorre eseguire un nuovo dimensionamento della potenza massima del generatore ed una verifica della potenza reale degli emettitori. Quest'operazione dev'essere fatta a maggior ragione qualora venissero realizzati interventi di efficienza sull'involucro che contribuiscono ad abbassare il fabbisogno di energia dell'edificio stesso.

#### **5.1.1. Risparmi energetici attesi**

Con l'intervento globale a livello impiantistico si ottengono dei miglioramenti nei rendimenti di generazione, emissione, regolazione e distribuzione in caldaia. Essi si possono considerare analoghi, a livello numerico, per entrambi gli impianti presenti all'interno dell'edificio.

Con la somma degli interventi sull'impianto termico a servizio della zona denominata 'Municipio' e Biblioteca, si stima, secondo un'analisi degli indicatori di prestazione energetica di tipo standard, in configurazione post intervento, i seguenti risultati di risparmio energetico:

- **EP gl, nren: 184,0 kWh/mq**

Risparmio energetico stimato assoluto: 40,9 kWh/mq

Risparmio energetico stimato percentuale: 18,2 %

Consumo gas ante operam: 120.368 kWh

Consumo gas post operam: 98.461 kWh

### **5.2. Descrizione intervento di efficienza – Coibentazione involucro orizzontale – I 02**

Considerando che l'edificio in oggetto è un edificio vincolato dalla sovrintendenza per la sua valenza storico architettonica e che i serramenti sono stati già sostituiti con serramenti ad alta efficienza, siamo a proporre l'isolamento del sottotetto inutilizzato. Non sono previsti interventi sull'involucro opaco verticale perché essendo un edificio

vincolato si potrebbe intervenire solo dall'interno con oneri economici maggiori e prestazioni energetiche che non garantiscono una completa affidabilità dell'intervento.

L'edificio ha un ampio sottotetto non isolato, con una superficie complessiva di 259 mq, che risulta inutilizzato. L'intervento che siamo a proporre consiste nell'isolare l'intero sottotetto per mezzo di un feltro isolante in fibra di vetro, con uno spessore di 14 cm. L'isolamento del sottotetto permette di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno attraverso la chiusura orizzontale superiore, aumentando così l'efficienza globale dell'involucro e conseguentemente riducendo i consumi di combustibile per il condizionamento invernale.

Ci sono diversi tipi di materiali isolanti che si possono applicare ai sottotetti non isolati, ci deve essere però una caratteristica comune e deve essere la facilità di posa. Questa è fondamentale per rendere conveniente economicamente l'intervento. Per soddisfare questo requisito si è scelto di optare per dei materiali che si presentino sotto forma di feltro che possono essere quindi posati attraverso il semplice srotolamento del materiale sul solaio, rifilando il materassino dove occorre, il tutto senza l'ausilio di fissaggi meccanici.

Mentre per quanto riguarda il tipo di materiale abbiamo scelto un feltro in lana di vetro perché è il prodotto che fornisce il miglior rapporto costi benefici ed abbina alle ottime caratteristiche energetiche anche delle buone caratteristiche di sostenibilità del materiale, infatti viene prodotto con almeno l'80% di vetro riciclato e con leganti di origine naturale.

Abbiamo analizzato delle possibili alternative alla lana di vetro, in particolare: la fibra di legno e la lana di roccia. Entrambi i materiali sono molto validi e performanti, sono però più costosi ed hanno la caratteristica di smorzare l'onda termica in estate. Il nostro unico obiettivo è quello di isolare l'edificio in inverno, quindi il sovrapprezzo per la fornitura della lana di roccia o della fibra di legno, rispetto alla lana di vetro, non ne giustifica la spesa.

Abbiamo inoltre valutato la possibilità di scegliere un prodotto, sempre in fibra di vetro, che però abbia un lato rivestito con un freno al vapore. Anche in questo caso il feltro in fibra di vetro con accoppiato il freno al vapore ha un costo superiore rispetto al solo feltro isolante, sovrapprezzo non giustificato dal fatto che dalle analisi termiche, non si verificano fenomeni di condensa interstiziale e superficiale.

Infine il prodotto risulta agevole per la manipolazione ed il taglio, è resistente all'insaccamento, imputrescibile ed inattaccabile alle muffe. Nelle previste condizioni d'impiego il prodotto è stabile nel tempo.

Lo spessore scelto è di 14 cm di materiale ed è quello che dopo aver condotto le opportune analisi costi benefici, per mezzo di un software di simulazione per il calcolo dei flussi termici, da il miglior rapporto tra i benefici attestati ed i costi del materiale. Oltre i 14 cm di spessore la diminuzione del beneficio diventa marginale rispetto al costo.

### 5.2.1. Risparmi energetici attesi – involucro opaco orizzontale

La trasmittanza calcolata sul solaio di chiusura superiore dopo la posa del feltro isolante in lana di vetro con uno spessore di 16 cm, si riduce molto rispetto alla trasmittanza calcolata nella diagnosi energetica, in sintesi:

- $U_{ante} = 1,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{post} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

La trasmittanza del solaio calcolata post intervento, rispetta abbondantemente i requisiti minimi di prestazione energetica del Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012<sup>2</sup>, cosiddetto Conto Termico, che definisce un regime di sostegno per interventi di piccole dimensioni per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e per l'incremento dell'efficienza energetica, inoltre rispetta i requisiti minimi di prestazione energetica della Delibera di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015.

Indicatori di prestazione energetica dopo l'intervento di coibentazione del sottotetto non riscaldato:

- **EP gl, nren: 188,1 kWh/mq**

Risparmio energetico stimato assoluto: 36,8 kWh/mq

Risparmio energetico stimato percentuale: 16,4 %

Consumo gas ante operam: 120.368 kWh

Consumo gas post operam: 100.627 kWh

### 5.3. Quadro sinottico degli interventi di efficienza energetica

Tabella riassuntiva degli interventi di efficienza energetica suggeriti, sia per la parte impiantistica che per la parte involucro ed i relativi risparmi stimati:

<sup>2</sup> Il requisito prestazionale fissato dal conto termico per le superfici opache orizzontali (pavimenti) è inferiore a:  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

		<b>Indicatore Epgl, nren</b>	<b>Risparmio (%)</b>
<b>Stato di fatto</b>		<b>225,8</b>	
<b>IMPIANTO</b>	Sostituzione impianto termico	184,0	18,2
<b>INVOLUCRO</b>	intervento di coibentazione del sottotetto non riscaldato	188,1	16,4
		<b>34,5 %</b>	

**ALLEGATI**  
Documentazione fotografica

**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare





**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare







**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare



**Comune di Gazzola**  
Relazione di Diagnosi Energetica – Scuola Elementare

