



## COMUNE DI SMERILLO

PROVINCIA DI FERMO



**PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE (POR) MARCHE FESR**

**2014/2020 – ASSE 4 – AZIONE 13.1.2A:**

**Interventi di efficienza energetica negli edifici pubblici**

***“Intervento di miglioramento dell’efficienza energetico-ambientale della scuola dell’Infanzia sita in fraz. San Martino al Faggio di Smerillo”***

**PROGETTO ESECUTIVO**

**-DIAGNOSI ENERGETICA-**

COMMITTENTE: COMUNE DI SMERILLO  
SINDACO: DOTT. ANTONIO VALLESI  
PROGETTO: ING. MASSIMO CONTI



MARZO 2020



## COMUNE DI SMERILLO

PROVINCIA DI FERMO



### PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE (POR) MARCHE FESR 2014/2020 – ASSE 4 – AZIONE 13.1.2A:

#### Interventi di efficienza energetica negli edifici pubblici

*“Intervento di miglioramento dell’efficienza energetico-ambientale della scuola dell’Infanzia sita in fraz. San Martino al Faggio di Smerillo”*

#### PROGETTO DEFINITIVO

rif. Domanda di partecipazione n. 14699 - 0450613123/04/2018IR\_MARCHEIGRMICRBIAI400.190.30/2017/EFR/12

#### INTEGRAZIONE DOCUMENTI: DIAGNOSI ENERGETICA

PROPRIETA': COMUNE DI SMERILLO  
SINDACO: DOTT. ANTONIO VALLESI  
PROGETTO: ING. MASSIMO CONTI

MAGGIO 2019



## Obiettivi dell'analisi energetica

La presente DIAGNOSI ENERGETICA si basa su un'analisi finalizzata a definire lo *stato di fatto* dell'edificio dal punto di vista **energetico-prestazionale** e a individuare interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

La caratterizzazione energetica del *sistema edificio-impianto* consiste nel predisporre un modello in grado di descrivere il comportamento energetico dell'involucro edilizio (opaco e trasparente) in relazione al contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, oltre a tener conto delle grandezze che influenzano i consumi specifici quali le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta descritto il modello si può stimare il suo fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale ed estiva facendo ricorso a procedure di calcolo in grado di consentire valutazioni sia di tipo qualitativo sia di tipo quantitativo.

## Normativa di riferimento

Le valutazioni sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

- **D.Lgs. 102/2014:** *Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.*
- **Decreti attuativi 26 giugno 2015**
- **Legge 90/2013:** *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.*
- **Legge n.10/91:** *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*
- **D.Lgs. 192/05:** *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- **UNI/TS 11300-1:** *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*

- **UNI/TS 11300-2:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-3:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*
- **UNI/TS 11300-4:** *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-5:** *Calcolo dell' energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili*
- **UNI/TS 11300-6:** *Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili*
- **UNI EN 15459:** *Prestazione energetica degli edifici - Procedura di valutazione economica di sistemi energetici degli edifici*
- **UNI CEI EN 16247-1: 2012** *“Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali” che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le DE*
- **UNI CEI EN 16247-2: 2014** *“Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici” che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica. Essa si applica anche al settore terziario*
- **UNI CEI EN 16247-5: 2015** *“Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell’auditor energetico” che specifica le competenze che deve possedere il REDE*

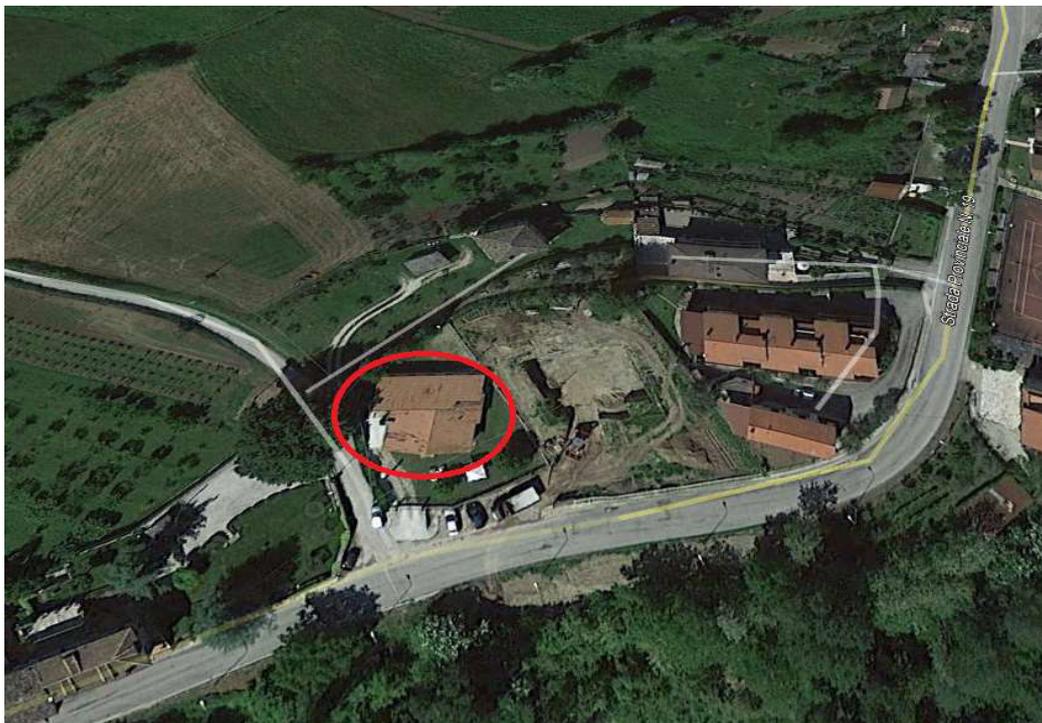
## PRESENTAZIONE DEL SITO

### INFORMAZIONI GENERALI

**REGIONE: MARCHE – Comune di SMERILLO - Provincia di FERMO**

Indirizzo: Fraz. San Martino al Faggio:

Coordinate GIS: Lat: 42°59'54" Long: 13°25'05"



### PARAMETRI CLIMATICI STANDARD

Gradi Giorno: **2.583 GG** - Zona climatica: **E**

Temperatura minima di progetto: - 6,4 °C

Temperatura massima estiva di progetto: 34.00 °C

### TEMPERATURE ESTERNE MEDIE MENSILI [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.3	0.9	3.7	8.6	13.3	16.4	19.5	19.4	14.4	8.9	5.9	0.0

### UMIDITA' RELATIVE MENSILI [%]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Irradiazione globale su superficie verticale (MJ/m <sup>2</sup> )											
mese	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	oriz	Te
ottobre	3.0	3.1	3.6	4.6	5.6	6.6	7.4	8.0	8.3	7.9	8.9
novembre	2.2	2.2	2.3	2.9	3.7	4.5	5.4	6.1	6.5	5.1	5.9
dicembre	1.3	1.3	1.4	1.6	2.1	2.6	3.1	3.5	3.7	2.9	0.0
gennaio	1.7	1.7	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.4	4.6	3.8	0.3
febbraio	2.5	2.5	2.9	3.7	4.7	5.6	6.5	7.1	7.5	6.5	0.9
marzo	3.8	4.0	4.9	6.0	7.1	7.9	8.4	8.6	8.8	10.2	3.7
aprile	5.3	6.2	7.7	9.2	10.3	10.8	10.7	10.1	9.6	15.3	8.6

## DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Il presente paragrafo riporta una descrizione del sistema "edificio-impianto", suddiviso per EOdc, da cui partire per analizzarne il comportamento.

Si precisa che il volume considerato per la valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio è unicamente quello in cui è presente un sistema di riscaldamento e/o raffrescamento.

### Nome: Scuola media inferiore

Foglio: 7 - Particella: 664

Numero delle unità immobiliari: 1

Anno di costruzione: 1950

## DATI TECNICI E COSTRUTTIVI

Principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

### Climatizzazione invernale ed estiva

Volume lordo riscaldato (V)	797,02 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente del volume riscaldato (S)	686,44 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V (fattore di forma)	0.861 m <sup>-1</sup>
Superficie utile riscaldata dell'edificio	180 m <sup>2</sup>
Volume lordo raffrescato (V)	0.00 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente del volume raffrescato (S)	0.00 m <sup>2</sup>
Superficie utile raffrescata dell'edificio	0.00 m <sup>2</sup>

L'edificio è costituito dalle seguenti unità immobiliari, diviso per zone classificate in base alla categoria (di cui all'art.4, c.1 del Dlgs 192/2005):

- Zona Termica unica " scuola": E7

**DETTAGLI DI ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI**

**Periodo di RISCALDAMENTO**

Accensione degli impianti	GIORNO TIPO FERIALE		GIORNO TIPO FESTIVO	
	Giorni al mese	Ore al giorno	Giorni al mese	Ore al giorno
15 Ottobre 15 Aprile	Gennaio	0	Gennaio	31
	Febbraio	0	Febbraio	28
	Marzo	0	Marzo	31
	Aprile	0	Aprile	30
	Maggio	0	Maggio	31
	Giugno	0	Giugno	30
	Luglio	0	Luglio	31
	Agosto	0	Agosto	31
	Settembre	0	Settembre	30
	Ottobre	0	Ottobre	31
	Novembre	0	Novembre	30
	Dicembre	0	Dicembre	31

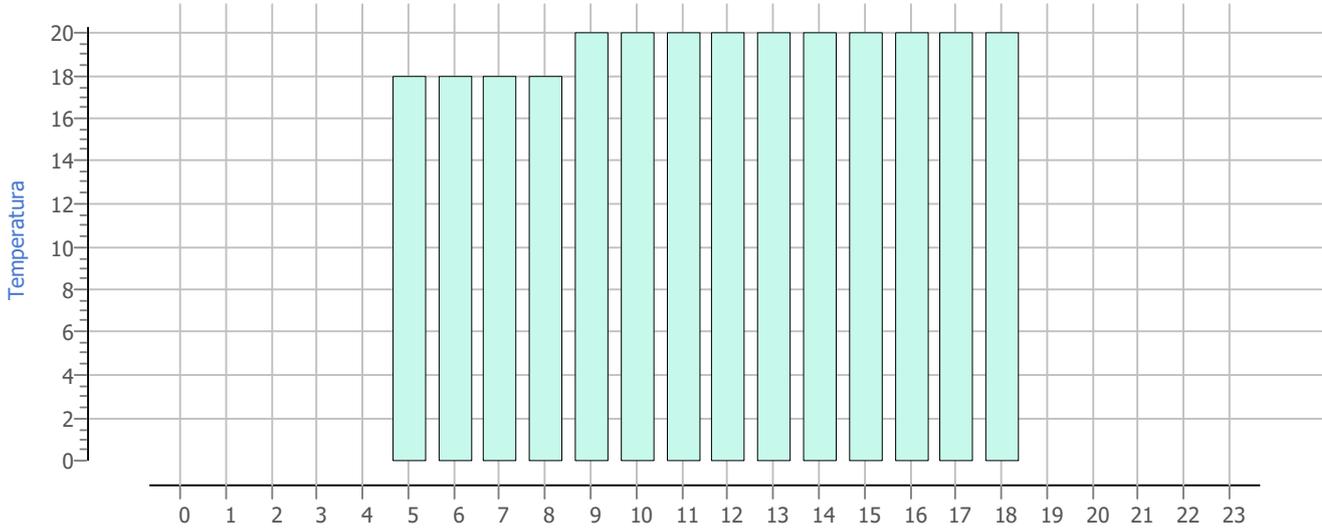
**Periodo di RAFFRESCAMENTO**

Accensione degli impianti	GIORNO TIPO FERIALE		GIORNO TIPO FESTIVO	
	Giorni al mese	Ore al giorno	Giorni al mese	Ore al giorno
15 Maggio 15 Settembre	Gennaio	0	Gennaio	31
	Febbraio	0	Febbraio	28
	Marzo	0	Marzo	31
	Aprile	0	Aprile	30
	Maggio	0	Maggio	31
	Giugno	0	Giugno	30
	Luglio	0	Luglio	31
	Agosto	0	Agosto	31
	Settembre	0	Settembre	30
	Ottobre	0	Ottobre	31
	Novembre	0	Novembre	30
	Dicembre	0	Dicembre	31

## Temperature orarie

### Giorno tipo FERIALE invernale

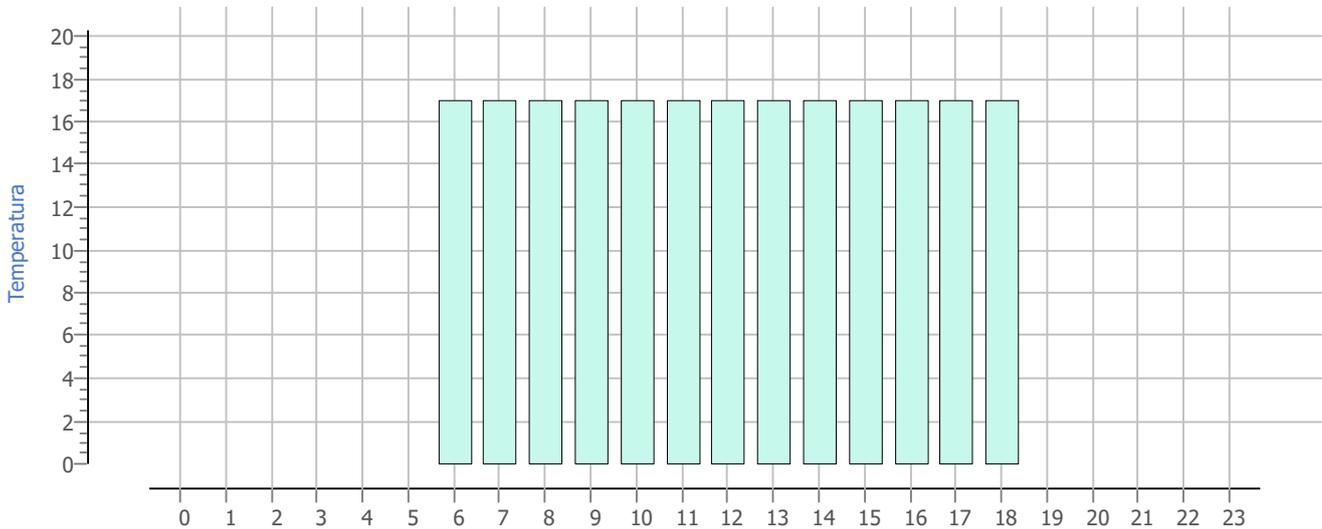
#### Temperature orarie



ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
°C	-	-	-	-	-	18.0	18.0	18.0	18.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	-	-	-	-

### Giorno tipo FESTIVO invernale

#### Temperature orarie



ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
°C	-	-	-	-	-	-	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	-	-	-	-



## **INVOLUCRO ESTERNO**

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato.

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, con la maggiore accuratezza possibile in relazione all'accessibilità dei luoghi e dei singoli componenti, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

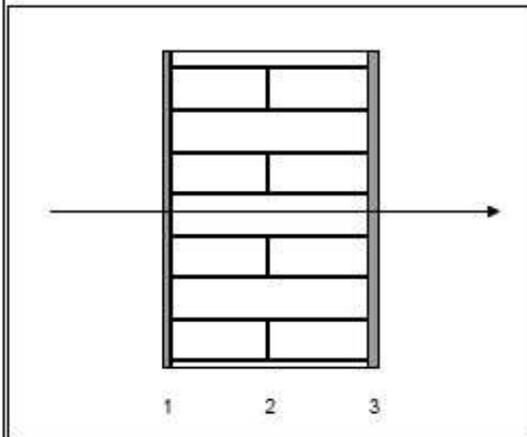
Progetto:

scuola materna frazione San Martino al Faggio di Smerillo (FM)

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

**TIPO DI STRUTTURA** Muratura in mattoni pieni a tre teste (tipo Veneziana) s = 41 cm  
cod 138 P.E

Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	742.0	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	623.3	Type Ashrae	20				
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	R	(m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	60.00	1800	9.3800	9.3800	0.017	
2	Mattoni pieni a tre teste, spessore 37,5 cm (da UNI 10335)	0.3750		2.128	1800	21.0000	21.0000	0.470	
3	Intonaco di malta cementizia 2000 per esterno	0.0200	1.400	70.00	2000	6.2500	6.2500	0.014	
<b>SPESSORE TOTALE [m]</b>		<b>0.4100</b>							



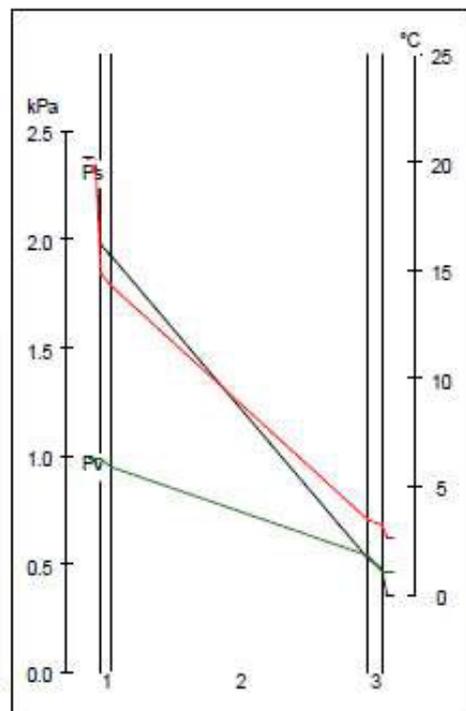
Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
---	---	--	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
---	----	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE [W/m <sup>2</sup> K]	1.490	RESISTENZA TERMICA TOTALE [m <sup>2</sup> K/W]	0.671
--	-------	--	-------

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO  
ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	965	0.3	465
ESTIVA: agosto	19.4	1173	19.4	1158
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				123
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				672



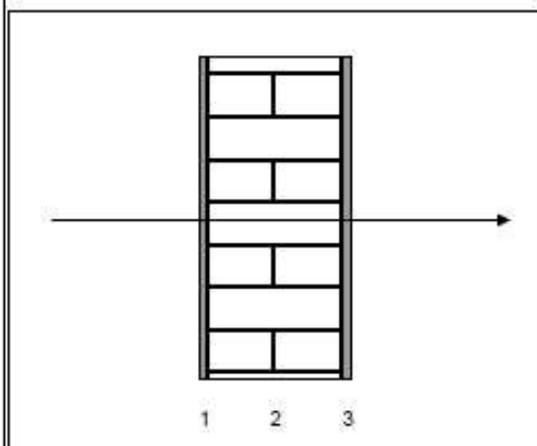
Progetto:

scuola materna frazione San Martino al Faggio di Smerillo (FM)

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

TIPO DI STRUTTURA *Muratura in mattoni pieni a due teste ( tipo Veneziana) s = 29 cm*  
 cod 139 P.E

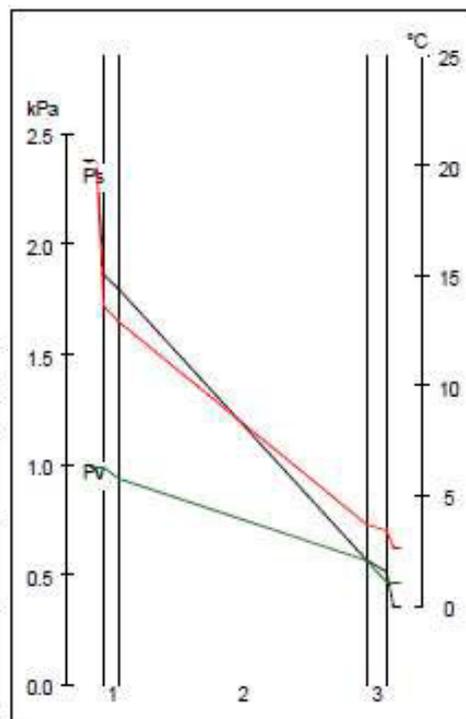
Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	517.0	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	434.3	Type Ashrae	12			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/mPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/mPa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	60.00	1800	9.3800	9.3800	0.017
2	Mattoni pieni a due teste, spessore 25 cm (da UNI 10335)	0.2500		3.125	1800	21.0000	21.0000	0.320
3	Intonaco di malta cementizia 2000 per esterno	0.0200	1.400	70.00	2000	6.2500	6.2500	0.014
SPESSORE TOTALE [m]		0.2850						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1.920	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0.521

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO  
 ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	985	0.3	465
ESTIVA: agosto	19.4	1173	19.4	1158
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				119
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				547

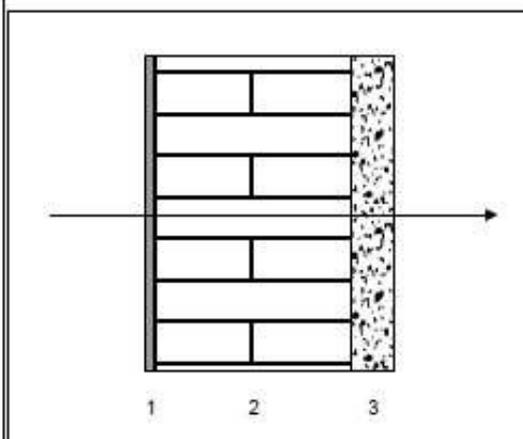


Progetto: scuola materna frazione San Martino al Faggio di Smerillo (FM)

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

TIPO DI STRUTTURA *Muratura in mattoni pieni a tre teste ( tipo Veneziana) s = 41 cm con rivestimento in pietra cod 196 P.E*

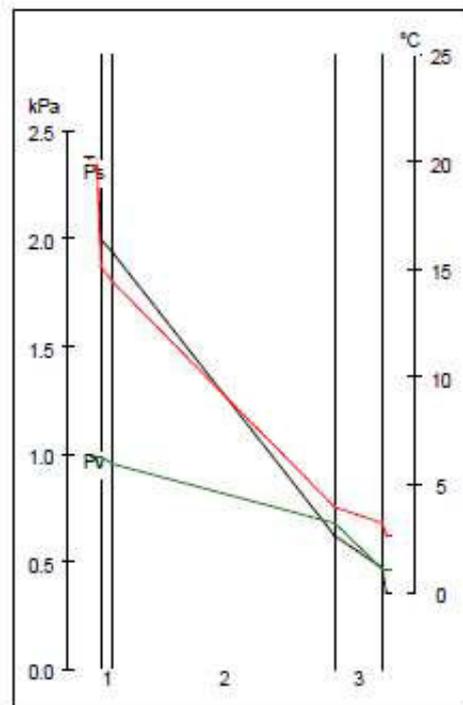
Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	871.0	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	731.6	Type Ashrae	29				
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)		s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>3</sup> Pa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>3</sup> Pa)	R (m <sup>2</sup> /KW)
1	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno		0.0200	0.900	45.00	1800	9.3800	9.3800	0.022
2	Mattoni pieni a tre teste, spessore 37,5 cm (da UNI 10335)		0.3750		2.128	1800	21.0000	21.0000	0.470
3	Muratura in pietra naturale (2000)		0.0800	1.500	18.75	2000	5.7500	5.7500	0.053
SPESSORE TOTALE [m]			0.4750						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1.398	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> KW]	0.716

**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	985	0.3	465
ESTIVA: agosto	19.4	1173	19.4	1158
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				31
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				700



Progetto:

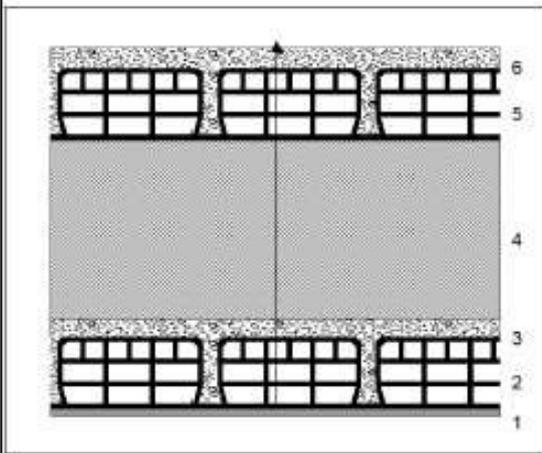
scuola materna frazione San Martino al Faggio di Smerillo (FM)

**CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

TIPO DI STRUTTURA *Solaio copertura con soffitta morta*  
cod 694 SOF

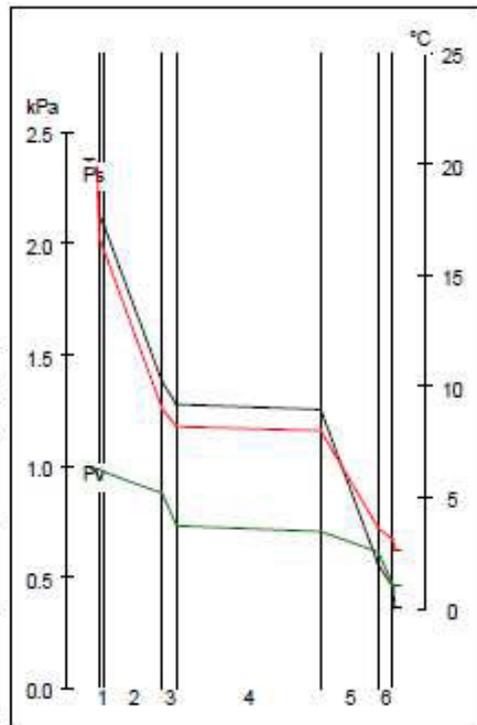
Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	557.0	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	706.9	Type Ashrae	39			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/mPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/mPa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0.0150	0.700	46.67	1400	18.0000	18.0000	0.021
2	Solaio laterocemento da 16	0.1600		3.378	1200	31.2500	31.2500	0.296
3	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 1800 per pareti interne o esterne protette	0.0400	0.940	23.50	1800	5.0000	6.2500	0.043
4	Resistenza di sottotetto ( h = 0,4- 1,8 )	0.4000		100.000	20	293.0000	293.0000	0.010
5	Solaio laterocemento da 16	0.1600		3.378	1200	31.2500	31.2500	0.296
6	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 1800 per pareti interne o esterne protette	0.0400	0.940	23.50	1800	5.0000	6.2500	0.043
SPESSORE TOTALE [m]		0.8150						

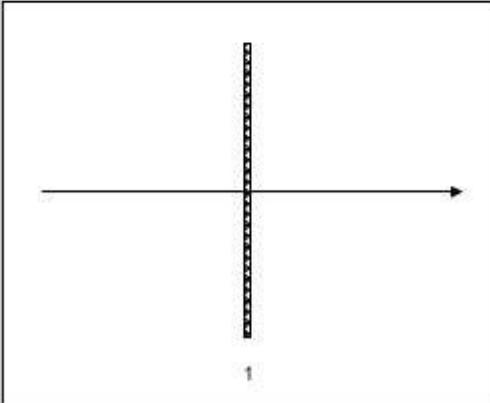
Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0.100
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1.179	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0.849



**VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTERNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)**

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	985	0.3	465
ESTIVA: agosto	19.4	1173	19.4	1158
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				65
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				855



Progetto:								
scuola materna frazione San Martino al Faggio di Smerillo (FM)								
<b>CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO</b>								
TIPO DI STRUTTURA <i>Serramento vetrato in vetro camera 4-6-4, adimensionale, telaio in alluminio cod 214 S.E</i>								
Massa [kg/m <sup>2</sup> ]		21.0		Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]		17.6		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 4-6-4 (U=3,247) e telaio (s = 16%) in alluminio con taglio termico da 10mm	0.0140		7.862	1500	0.0000	0.0000	0.127
SPESSORE TOTALE [m]		0.0140						
				Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0.140	
				Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040	
				TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	3.255	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0.307	
Descrizione	Ag (m <sup>2</sup> )	Af (m <sup>2</sup> )	Lg (m)	Ug (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)	ψl (W/mK)	Uw (W/m <sup>2</sup> K)	
Serramento singolo	0.39	0.36	4.84	3.125	2.400	0.060	3.164	
Doppio serramento e/o combinato								

## DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di acs

Impianto tecnologici destinati ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria.

#### Descrizione impianto: Specifiche dei generatori di energia

##### Impianto "IMPIANTO"

Servizio svolto: Climatizzazione Invernale combinato con ACS

Elenco dei generatori: 1

##### - **Caldia/Generatore di aria calda**

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: GPL [litri]

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 34,3 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale: 85.41%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale: 82.32%

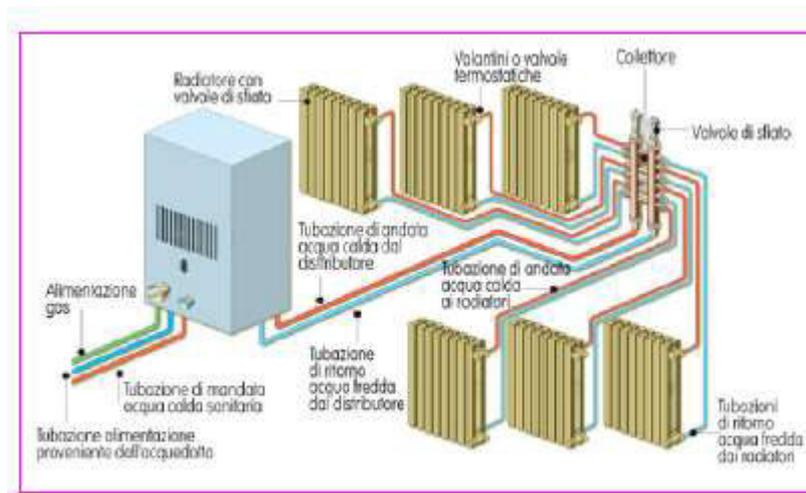
Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

#### Schema funzionale della Centrale termica RISCALDAMENTO



#### Specifiche relative ai sistemi di DISTRIBUZIONE

Fluido termovettore: acqua

#### Specifiche relative ai sistemi di REGOLAZIONE

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari

##### Zona scuola

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: nessuna
- caratteristiche della regolazione: On off

## Terminali di EMISSIONE

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna non isolata.
- Potenza nominale: 24'000 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

## ILLUMINAZIONE

### Sistema di illuminazione

I corpi illuminanti presenti nell'edificio sono costituiti da plafoniere con tecnologia neon e lampadine ad incandescenza

## DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE

AREA	RIEPILOGO INTERVENTI
Involucro	Isolamento esterno involucro verticale
	Isolamento copertura esterna
	Sostituzione serramenti
Impianti	Sostituzione generatore: sistema ibrido

## ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

L'analisi dei consumi energetici ha lo scopo di definire un consumo di *baseline*, da utilizzare come riferimento per la validazione del modello e per la valutazione degli interventi.

L'analisi è attendibile perché esamina i dati di 3 anni, è stata valutata la coerenza e sono state eliminate le eventuali anomalie (cambiamento di destinazione d'uso, dei profili di utilizzo dell'edificio...).

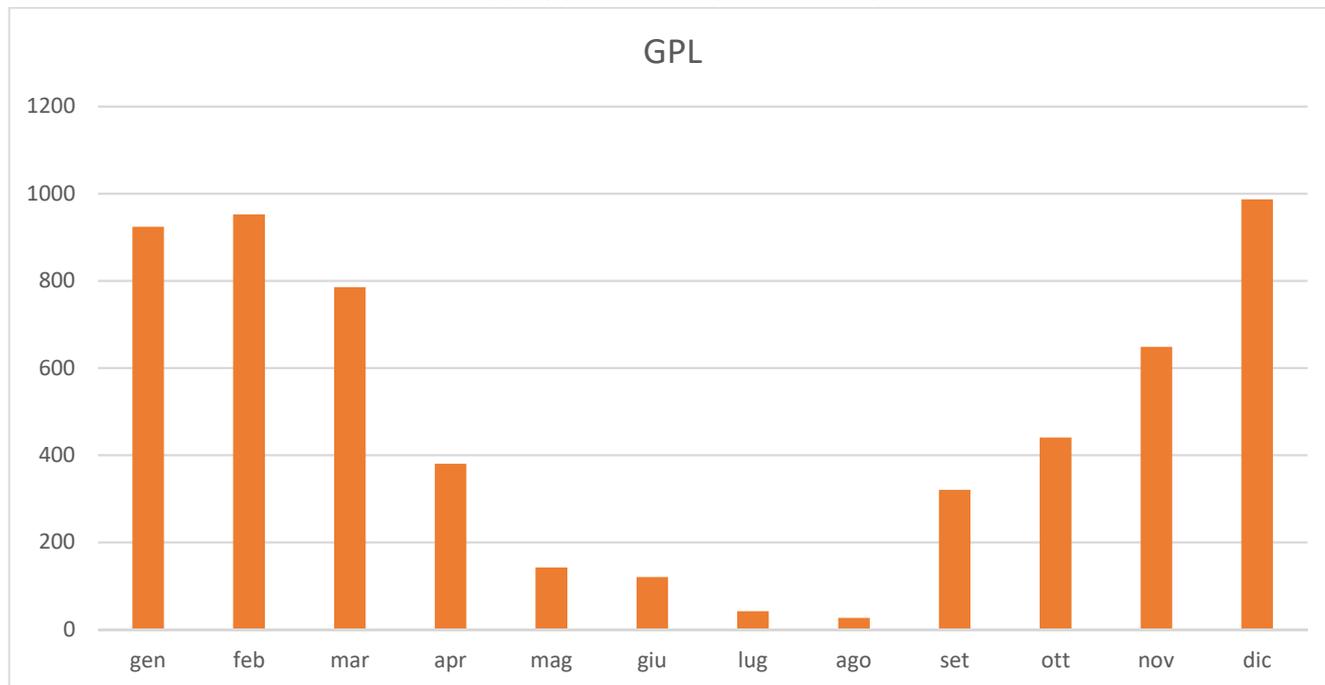
I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), sono ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che sono: *riscaldamento, ACS, illuminazione*.

I consumi non afferenti a questi servizi energetici sono stati esclusi dal consumo di baseline

## DETTAGLIO DEI CONSUMI

periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015.

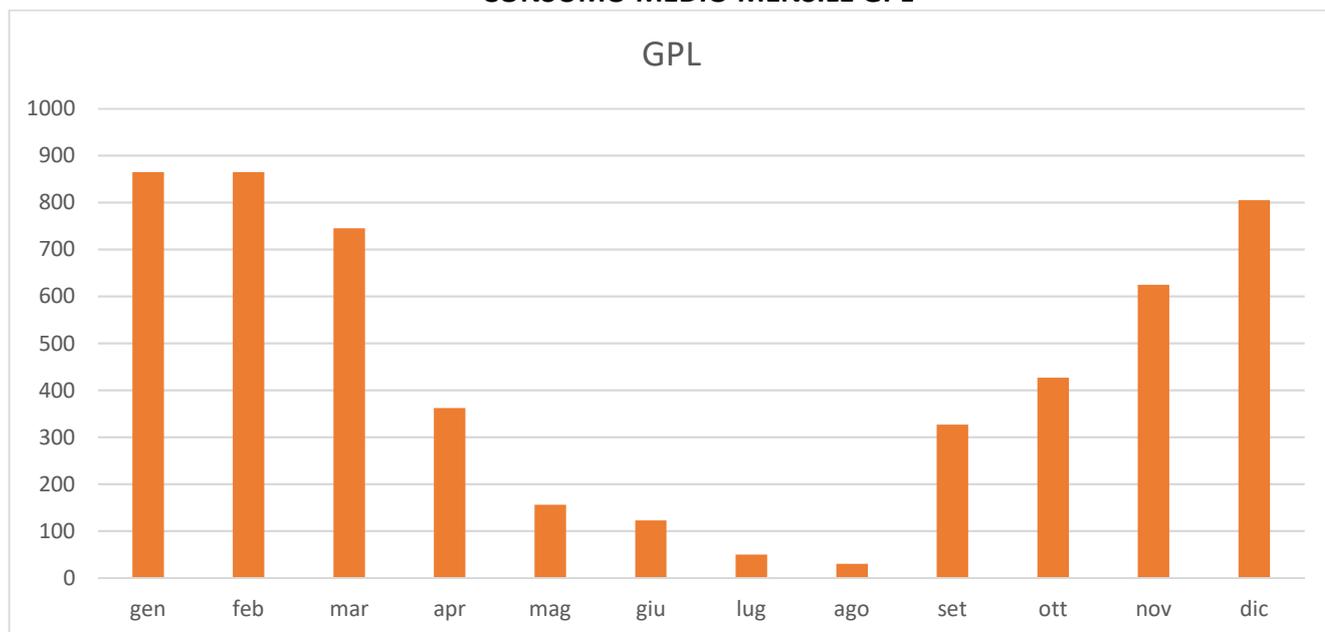
### CONSUMO MEDIO MENSILE GPL



CONSUMO ANNUO GPL 5766

periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016.

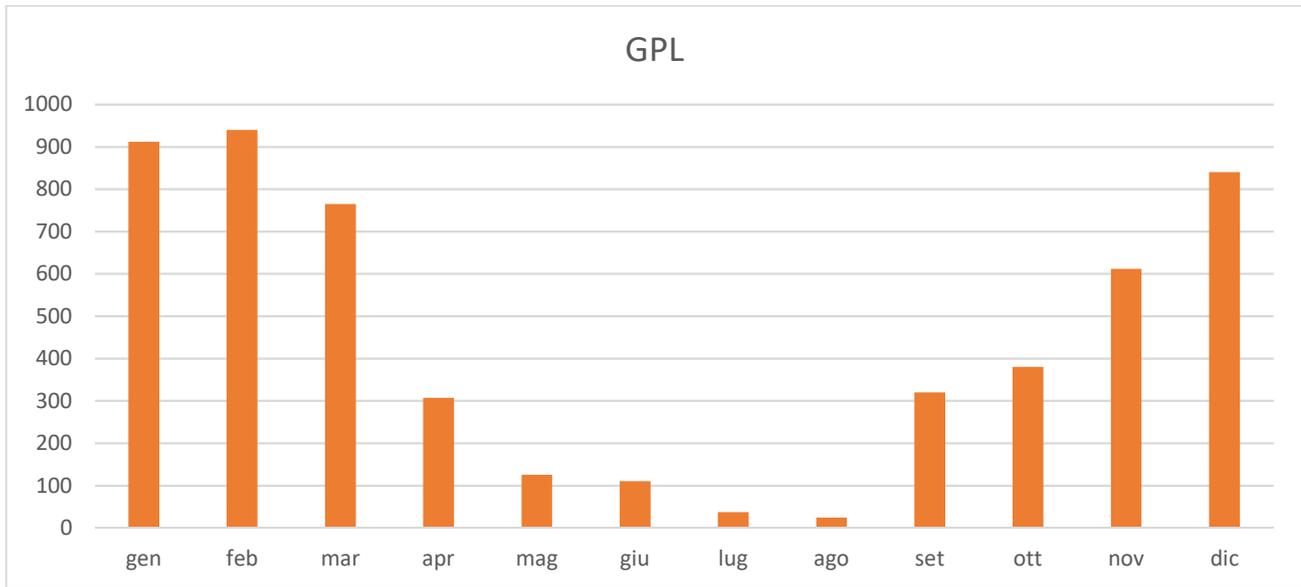
### CONSUMO MEDIO MENSILE GPL



CONSUMO ANNUO GPL 5380

periodo: 01/01/2017 - 31/12/2017.

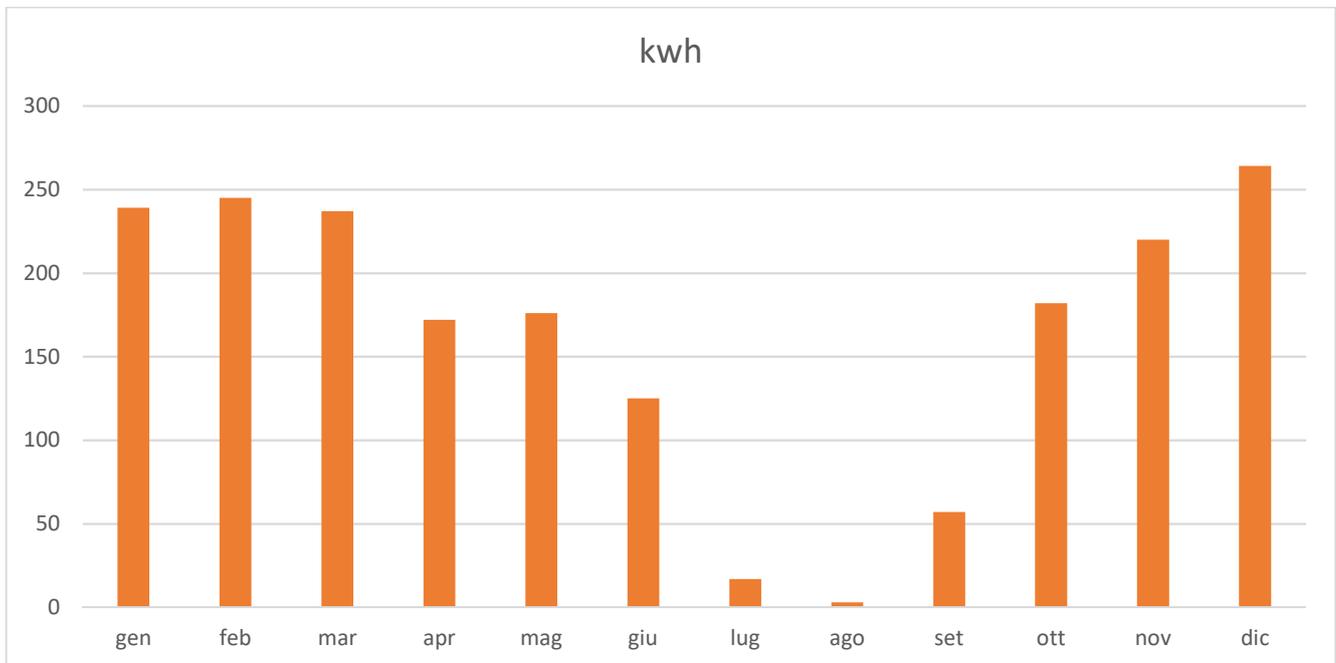
### CONSUMO MEDIO MENSILE GPL



CONSUMO ANNUO GPL 5372

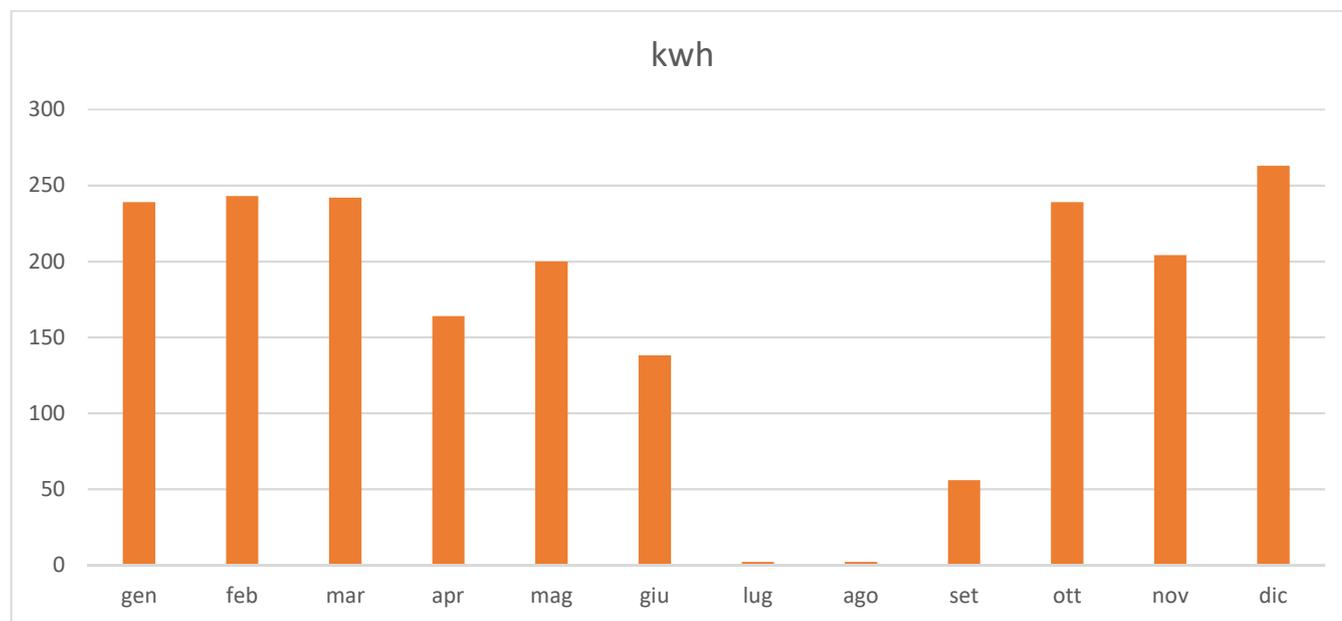
### CONSUMO MEDIO MENSILE ENERGIA ELETTRICA

periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015



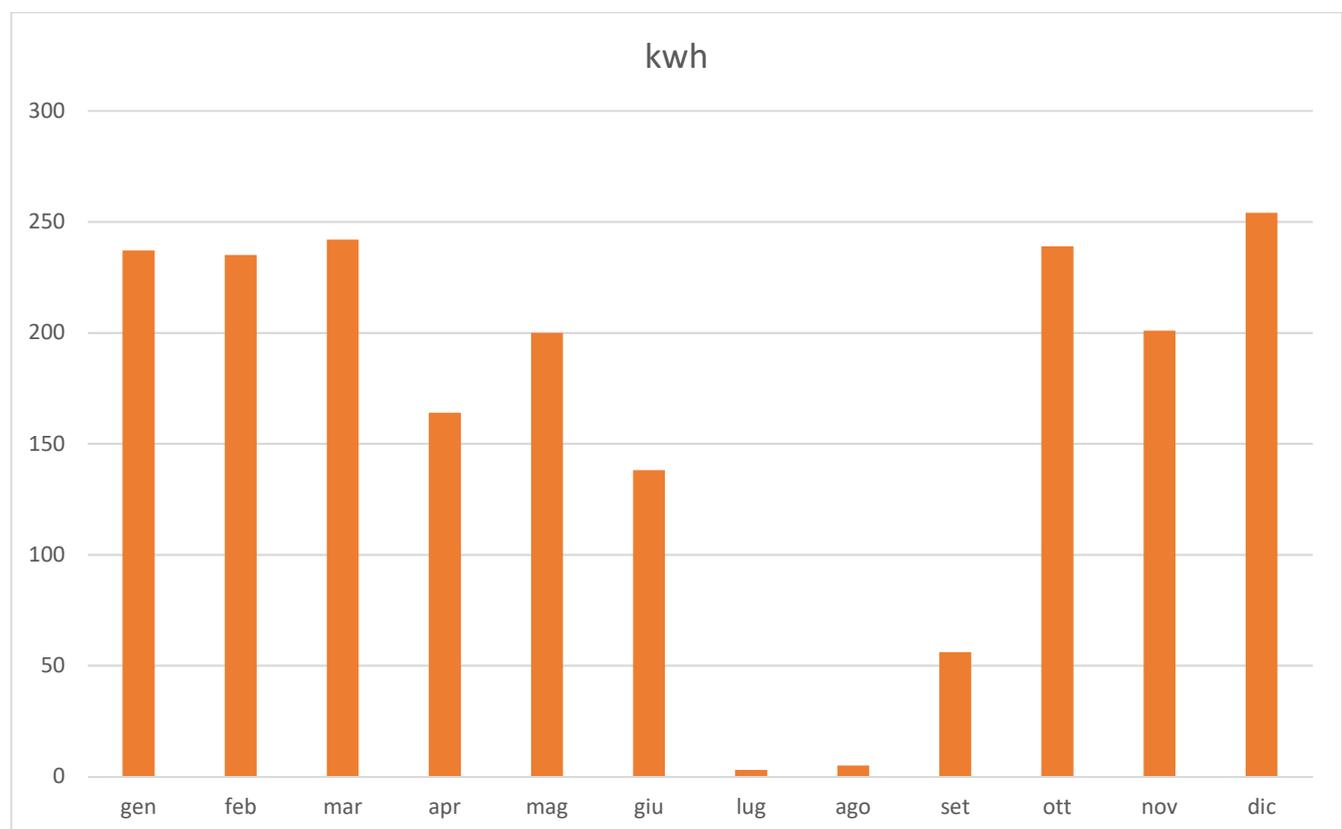
CONSUMO ANNUO ENERGIA ELETTRICA 1937

periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016



### CONSUMO ANNUO ENERGIA ELETTRICA 1992

periodo: 01/01/2017 - 31/12/2017



### CONSUMO ANNUO ENERGIA ELETTRICA 1974

I diagrammi seguenti riportano, per ogni suddivisione dell'edificio, i consumi di combustibile, espressi in litri per il GPL e kWh per l'energia elettrica

## CONSUMI MEDI MENSILI

### SIMULAZIONE DELL'EDIFICIO

Il modello energetico utilizzato per la simulazione si basa su un calcolo semistazionario mensile secondo il pacchetto di norme UNI/TS 11300; il calcolo relativo alla *valutazione adattata all'utenza* ha prodotto i seguenti risultati in termini di fabbisogni dell'involucro, di rendimenti di impianto e di energia primaria spesa.

### Consumi di energia primaria suddivisi per servizi energetici

	UM	H	W	C	V	L	T	GLOBALI
EP rinnovabile	kWh	490	26	0	0	6038	0	6554
EP non rinnovabile	kWh	81338	195	0	0	25068	0	106601
EP totale	kWh	81827	221	0	0	31106	0	113155
QR	%	0.6	11.8	0.0	0.0	19.4	0.0	5.8

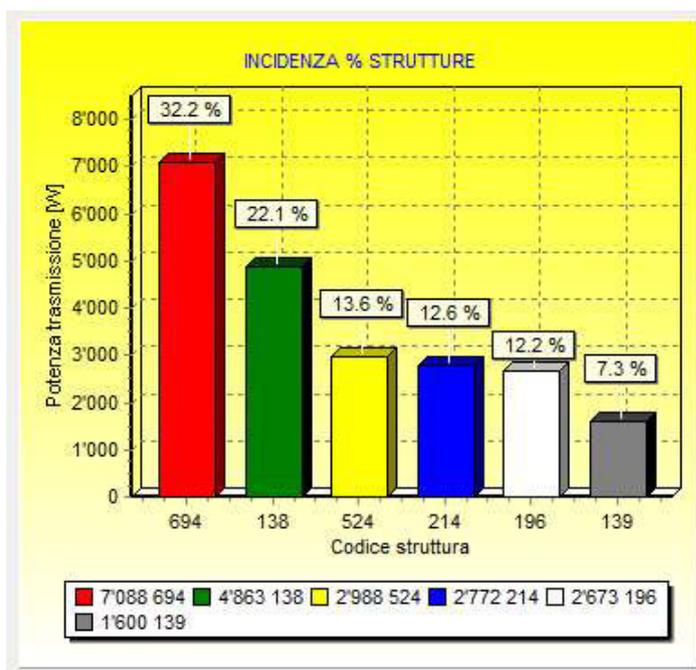
### Indici di prestazione energetica

Climatizzazione invernale -  $EP_{H,nd} = 306,59 \text{ kWh/m}^2$

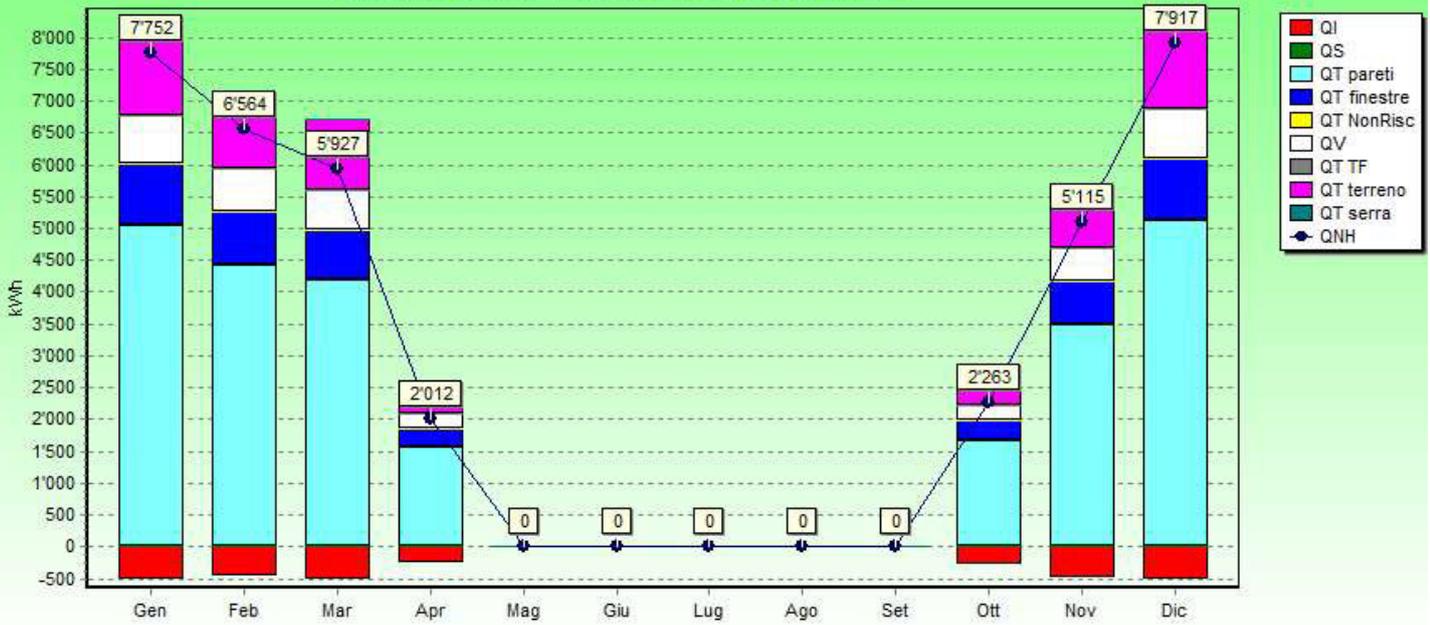
Climatizzazione estiva -  $EP_{C,nd} = 00,00 \text{ kWh/m}^2$

Energia primaria globale -  $EP_{gl,tot} = 631,95 \text{ kWh/m}^2$

### Dispersioni termiche suddivise per tipologie di elementi disperdenti



Fabbisogno di energia utile per RISCALDAMENTO del fabbricato



### Efficienze medie stagionali

Impianto di riscaldamento = 0.82

Impianto di raffrescamento = 0.00

Impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria = 0.61

### VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti con i valori di consumo reale di tutti gli impianti.

I consumi reali, riportati nelle bollette energetiche, sono confrontati con i consumi stimati, valutati con la modellazione *tailored rating*, per ottenere diversi fattori di congruità.

Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica *UNI/TS 11300*, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, pressione parziale del vapore, insolazione) di riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza/basati sulle rilevazioni di centralina climatica

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello dell'edificio esaminato.

### CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA'

Il *fattore di congruità C* è definito come rapporto fra i consumi di energia reale desunti dalle bollette e i consumi energetici valutati utilizzando il modello di calcolo semistazionario. Questo può essere sia minore sia maggiore di uno e rappresenta lo scostamento percentuale fra il consumo reale e quello teorico.

Il *fattore di congruità* è ricavato, a partire dalla valutazione standard, modificando i seguenti parametri:

- dati climatici
- profili di occupazione dell'immobile
- giorni di accensione/spengimento degli impianti

- modulazioni del carico termico e frigorifero
- fabbisogni di acqua calda sanitaria

<=5,00%	ALTA
<=10,00%	MEDIA
<=15,00%	BASSA
>15,00%	NON CONFORME

## DETTAGLIO DEI FATTORI DI CONGRUITA'

*Fattori di congruità suddivisi per combustibili e per servizi energetici*

### CENTRALE TERMICA: CENTRALE TERMICA

#### COMBUSTIBILI

##### GPL

Fabbisogno di energia annuo calcolato con la diagnosi energetica 37.550 KWh

Consumo di energia reale dell'edificio 36.334 KWh

Fattore di congruità 3% ALTA

#### ENERGIA ELETTRICA

Fabbisogno di energia annuo calcolato con la diagnosi energetica 1803 KWh

Consumo di energia reale dell'edificio 1967 KWh

Fattore di congruità 9.10 % MEDIA

## INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Sul modello di edificio valutato sono stati proposti i seguenti interventi di efficientamento energetico:

AREA	RIEPILOGO INTERVENTI
Involucro	Isolamento esterno involucro verticale
	Isolamento copertura esterna
Impianti	Sostituzione generatore: sistema ibrido

### SCENARI DI INTERVENTO E ANALISI COSTI/BENEFICI

L'analisi economica, conforme alla *UNI EN 15459*, permette di valutare il *tempo di ritorno* degli investimenti iniziali relativi agli interventi proposti.

L'analisi si basa sulla stima del costo di investimento iniziale, dei costi di manutenzione e smaltimento in relazione alla vita utile dei singoli elementi, dei costi di conduzione e gestione legati al consumo di combustibile, delle eventuali entrate legate all'utilizzo dei fonti rinnovabile e delle eventuali agevolazioni fiscali ottenibili.

I parametri economici si basano sul *costo globale totale* e su fattori economici statistici (*VAN, TIR*).

Per ogni tipo di intervento viene valutata l'energia risparmiata, con il relativo risparmio economico e le emissioni evitate in atmosfera.

L'approccio è basato sull'elaborazione a partire dai dati esistenti.

L'energia risparmiata è valutata ipotizzando anche un progressivo degrado delle prestazioni tecniche degli impianti.

### 3. Analisi di fattibilità e costi/benefici di soluzioni applicabili al fabbricato

#### Soluzione 1 - coibentazione

Gli interventi sull'involucro edilizio prevedono la coibentazione delle pareti perimetrali esterne e della copertura. Essendo l'edificio costituito da due diverse tipologie di finitura esterna si propone la realizzazione di un cappotto termico sulle pareti esterne intonacate mentre nelle pareti rivestite in pietra si propone la realizzazione di una contro parete interna con isolante. Per coibentare la copertura si propone la posa di un isolante all'interno della soffitta morta attraverso il quale si ottengono ottime prestazioni con un costo molto contenuto .

Per le caratteristiche e quindi trasmittanze degli elementi si rimanda alle schede di calcolo di seguito allegate.

Tipo di intervento	Classe energetica	Stima costi €	EPgl, nren
Isolamento delle pareti perimetrali esterne	F	10.000,00	382.60
Isolamento della copertura	F	4.000,00	385.80

Con gli interventi sopra proposti si raggiunge classe energetica D con un fabbisogno di 234,3 kWh/mq

Di seguito stratigrafie elementi oggetto di intervento allo stato attuale e allo stato futuro.

## Soluzione 2 – impianto termico

L'intervento sull'impianto termico prevede i seguenti interventi

- Installazione di sistema ibrido per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitari
- Installazione di sistema di termoregolazione e gestione dell'impianto
- Adeguamento e coibentazione delle linee di distribuzione dell'impianto di riscaldamento

Tipo di intervento	Classe energetica	Stima costi	EPgl, nren
Sistema ibrido a pompa di calore	F	7.500,00	390,0
Installazione di termoregolazione	G	2.700,00	480,0
Adeguamento e coibentazione linee distribuzione	G	1.000,00	520.30

Con gli interventi sopra proposti si raggiunge classe energetica F con un fabbisogno di 327,1 kWh/mq

## Soluzione 3 – impianto elettrico

L'intervento sull'impianto elettrico prevede i seguenti interventi:

Installazione di illuminazione con tecnologia led

Realizzazione di impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica.

**L'intervento di produzione di energia da fonti rinnovabili (pannelli fotovoltaici) è per soli fini di autoconsumo come stabilito al par. 5 del bando.**

Tipo di intervento	Classe energetica	Stima costi	EPgl, nren
Installazione di illuminazione a led	G	2.000,00	520.2
Realizzazione di impianto fotovoltaico	G	6.000,00	502.0

Con gli interventi sopra proposti si raggiunge classe energetica G con un fabbisogno di 490,00 kWh/mq

## Valutazione finale

Con tutti gli interventi sopra proposti si riesce a raggiungere un fabbisogno energetico di 108 kWh/mq ed una classe energetica A2. Riducendo di 426,1 kWh/mq il fabbisogno energetico dell'edificio. Per raggiungere questo obiettivo è necessario un investimento stimato di € 33.500,00 + iva e oneri

## Criterio 3B – Rapporto tra potenziale di risparmio energetico e investimento ammissibile

Riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile (kWh/m2 anno) ricavati

dalla diagnosi energetica in funzione degli interventi previsti per unità di capitale investito in (kWh/m2 anno)/1.000 €

RAPPORTO TRA POTENZIALE DI RISPARMIO ENERGETICO E INVESTIMENTO AMMISSIBILE

$$= (534,1 - 108,0) / (64.610,95€ / 1.000€) = 6.59$$

