



## PROGETTO ESECUTIVO-DEFINITIVO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI TERMICI DELLA SCUOLA PRIMARIA ELEMENTARE "A. MANZONI"

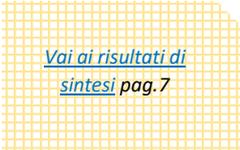
IMMOBILE	Scuola Primaria Elementare "A. Manzoni" Comune di Pregnana Milanese	
OGGETTO	<b>DIAGNOSI ENERGETICA</b>	Elaborato: <b>DOC.02 DE</b>
REDAZIONE	Ing. Riccardo Valz Gris	scala:
APPROVATO DA:	FIRMA _____	data:02/05/2022
		agg.: .....
IL COMMITTENTE	<i>Comune di Pregnana Milanese – Piazza della Libertà, 1, 20010 Pregnana Milanese (MI)</i>	
IL PROGETTISTA	Ing. Riccardo Valz Gris  FIRMA _____	
TEAM DI PROGETTO	<b>STUDIO ING. VALZ GRIS</b> Ing. Riccardo Valz Gris  c/o Studio Ing. Valz Gris 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 -Fax +39 015 30878	

*La presente relazione, commissionata dal Comune di Pregnana Milanese (MI), sviluppa il processo di diagnosi energetica della Scuola Primaria Elementare "A. Manzoni" sita in via Vittorio Emanuele II, 2, 20010 Pregnana Milanese (MI).*

ANALISI ALLO STATO DI FATTO ALLA DATA APRILE 2022

***Nota per la lettura veloce:***

*Il documento riporta a margine dei pulsanti per spostarsi rapidamente secondo i possibili flussi logici di approfondimento della lettura.*



[Vai ai risultati di sintesi pag.7](#)

# A

*pag.7*

LA SINTESI DEI  
PRESUPPOSTI E DEI  
RISULTATI



# B

*pag.8*

LA SITUAZIONE ATTUALE



# C

*pag.15*

APPLICAZIONE DEGLI  
INTERVENTI



a.	Oggetto dell'incarico .....	6
b.	Presupposto della diagnosi .....	6
c.	Tipologie delle attività.....	6
d.	Criterio di diagnosi .....	6
e.	Risultati.....	6
1.	STATO DI FATTO .....	8
a.	Presentazione dello stato di fatto .....	8
	Caratteristiche dell'edificio .....	8
	Caratteristiche degli impianti .....	8
b.	Utenze attive .....	9
	Utenza elettrica .....	10
	Utenza gas metano.....	11
c.	Metodologia seguita nella diagnosi.....	12
	Profilo di funzionamento.....	12
	Modello grafico dell'edificio.....	12
	Generatore .....	13
	Terminali di emissione.....	13
	Ventilazione.....	13
	Illuminazione e servizi ausiliari.....	14
d.	Analisi dei risultati dello stato di fatto .....	15
	Consumi di gas metano ed elettricità.....	15
	Fabbisogni di energia primaria .....	15
	Indici di prestazione energetica .....	16
2.	STATO DI PROGETTO .....	17
a.	Presentazione degli interventi previsti.....	17
	Installazione di pompe di calore.....	17
	Installazione di un accumulo .....	18
b.	Presentazione del modello.....	18
	Generazione .....	18

Profilo di funzionamento.....	19
c. Risultati.....	19
Consumi di gas metano ed elettricità.....	19
Fabbisogni di energia primaria.....	20
Indici di prestazione energetica.....	20
3. CONCLUSIONI.....	21
4. Allegati.....	22

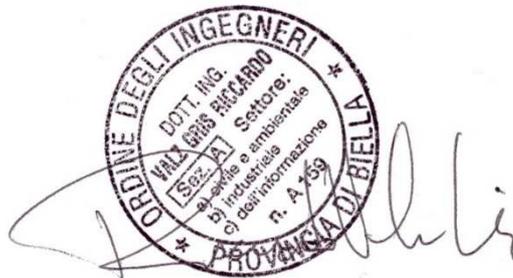
**Autore: Dott. Ing. Riccardo Valz Gris**



Ordine Ingegneri Provincia di Biella n. 159A - Certificazione EGE\_039-C UNI 11339 - Studio certificato UNI EN ISO 9001:2015

20124 Milano – via Lepetit 8 CityCentral Regus

13900 Biella – via Repubblica 41



CERTIFICAT

CERTIFICADO

СЕРТИФИКАТ

認證證書

CERTIFICATE

ZERTIFIKAT



Italia

# CERTIFICATO

n° EGE\_039-C Rev. 002

Con il presente si certifica che

## VALZ GRIS RICCARDO

C.F. VLZRRCR60L27A859K

ha positivamente superato l'iter di certificazione  
in accordo allo schema EGE di TÜV Italia, elaborato secondo  
l'art. 12 comma 1 del D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102,  
basato sul decreto direttoriale del 12 maggio 2015,  
per la figura professionale di

### *Esperto in Gestione dell'Energia*

*Settore: Civile*

Norme tecniche di riferimento:  
UNI CEI 11339:2009



PRS N° 077C

Membro degli Accordi di Muto Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual  
Recognition Agreements

Per l'Organismo di Certificazione

TÜV Italia S.r.l.

**Maria Fernandez**  
TÜV Examination Institute  
Business Unit Manager

Data Prima Emissione

2015-09-24

Data Emissione

2020-09-10

Data Scadenza

2025-09-23

La validità del presente certificato è subordinata a sorveglianza periodica a 12 mesi.



## EXECUTIVE SUMMARY

### a. Oggetto dell'incarico

Oggetto di incarico è il progetto definitivo-esecutivo per la riqualificazione energetica degli impianti termici al servizio della Scuola Primaria Elementare "A. Manzoni" di Pregnana Milanese (MI).

### b. Presupposto della diagnosi

Nella presente diagnosi si presuppone di considerare quanto catastalmente censito alla data attuale e nella condizione di fatto attuale.

### c. Tipologie delle attività

L'attività svolta è di tipo documentale con verifiche in loco in merito allo stato dell'immobile. Le valutazioni quantitative relative alle prestazioni energetiche dell'edificio sono state svolte con l'ausilio del software commerciale Edilclima 700.

### d. Criterio di diagnosi

Le prestazioni energetiche dell'edificio sono state valutate nello stato di fatto sulla base delle informazioni disponibili. Particolare attenzione è stata dedicata al calcolo del fabbisogno di potenza termica dell'edificio nello stato di fatto. Attuando interventi di efficientamento energetico, si sono in seguito valutate le nuove prestazioni. Infine, i risultati relativi a stato di fatto e stato di progetto sono stati messi a confronto.

### e. Risultati

La Scuola Primaria Elementare "A. Manzoni" di Pregnana Milanese (MI) è stata oggetto di diagnosi energetica. La diagnosi ha avuto lo scopo di determinare se vi sia la possibilità di soddisfare il fabbisogno di potenza termica richiesta per il riscaldamento invernale degli ambienti ricorrendo ad un impianto termico basato unicamente su pompe di calore acqua/acqua che estraggano il calore da terreno attraverso 7 pozzi geotermici della profondità di 80 metri. Lo studio ha avuto riscontro positivo. Inoltre, da un confronto tra lo stato di fatto e lo stato di progetto è emerso come gli interventi illustrati possano ridurre il fabbisogno di energia primaria non rinnovabile impiegata dallo stabile e ridurre l'impatto ambientale. La tabella in pagina seguente sintetizza i principali risultati ottenuti.

## TABELLA DI SINTESI DELLA DIAGNOSI – SERVIZIO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

VALORI BASE ANNUA	SERVIZIO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO	Unità misura	Variazione percentuale
CONSUMI PER VETTORE ENERGETICO	GAS METANO	51451	0	Nm <sup>3</sup> /anno	<b>-100 %</b>
	ENERGIA ELETTRICA	76458	232681	kWh <sub>e</sub> /anno	<b>+204.3 %</b>
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA	QUOTA NON RINNOVABILE Qp,nren	128.30	84.85	tep/anno	<b>-33.87 %</b>
	QUOTA RINNOVABILE Qp,ren	6.72	90.67	tep/anno	<b>+1249.31 %</b>
	TOTALE Qp,tot	135.02	175.52	tep/anno	<b>+30,00 %</b>
INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	QUOTA NON RINNOVABILE EP,nren	174.99	115.72	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>-33.87 %</b>
	QUOTA RINNOVABILE EP,ren	9.17	123.67	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>+1248.64 %</b>
	TOTALE EP,tot	184.15	239.39	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>+30,00 %</b>

## 1. STATO DI FATTO

### a. Presentazione dello stato di fatto

#### Caratteristiche dell'edificio

L'edificio in oggetto è la Scuola Primaria Elementare "A. Manzoni", sita in via Vittorio Emanuele II, 2, nel Comune di Pregnana Milanese (MI).

Il Comune di Pregnana Milanese è collocato in zona climatica E, con un numero di gradi-giorno annuali secondo il DPR 412/93 pari a 2631.

L'immobile è un edificio ad uso pubblico avente la seguente destinazione d'uso: *E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.*

#### Caratteristiche degli impianti

Dal punto di vista impiantistico. Allo stato di fatto la Scuola "A. Manzoni" dispone di un impianto di riscaldamento centralizzato, una Unità di Trattamento Aria (UTA) e piccoli impianti autonomi per la produzione di Acqua Calda sanitaria (ACS).

#### Impianto di riscaldamento

La Scuola "A. Manzoni" è dotata da un impianto di riscaldamento centralizzato servito da una tradizionale caldaia a basamento in acciaio marchio RIELLO modello 3900.400. La caldaia è alimentata a gas metano ed è caratterizzata da una potenza termica al focolare di 511 kW termici ed una potenza utile di 465 kW termici. Il bruciatore collegato alla caldaia è a marchio RIELLO modello GAS 5/2 del 1992. Il bruciatore assorbe una potenza elettrica di 0,85 kW.

In centrale termica è presente una caldaia secondaria avente caratteristiche simili alla prima ma di taglia inferiore e che risulta fuori servizio da alcuni anni. La seconda caldaia è a marchio RIELLO e modello 3700.300. La caldaia è alimentata a gas metano ed è caratterizzata da una potenza termica al focolare di 348 kW termici. Il bruciatore collegato alla caldaia è a marchio RIELLO modello GAS 4/2 del 1992. Il bruciatore assorbe una potenza elettrica di 0,54 kW. Essendo inattiva, non si è tenuto conto della caldaia secondaria in sede di diagnosi energetica.

Il sistema di regolazione dell'impianto di riscaldamento è per regolazione climatica e a zona.





La distribuzione del calore negli ambienti è effettuata tramite una rete interna con tubazioni coibentate. I terminali della rete di distribuzione sono radiatori collocati su parete interna. Sono stati censiti: 80 radiatori in ghisa collocati nelle aule, 40 radiatori in ghisa collocati nei corridoi e 6 radiatori di differente formato in palestra. I radiatori risultano complessivamente 126.

#### *Impianto di ventilazione*

La Scuola non dispone di un vero e proprio impianto di ventilazione dato che la ventilazione degli ambienti può essere facilmente eseguita con l'apertura delle finestre. Dispone di una piccola UTA marchio AERMEC installata nel 2010. La UTA può elaborare una portata d'aria fino a 3600 m<sup>3</sup>/h ed è dotata di recuperatore di calore.

#### *Impianto di produzione ACS*

La produzione di ACS è a carico di piccoli impianti autonomi collocati nei locali in cui questa è più richiesta: in mensa e in palestra. I generatori sono tutti boiler dotati di resistenza elettrica per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Sono presenti 2 boiler da 150 litri in mensa e un solo boiler per la palestra.

#### *Impianto di illuminazione e dei servizi ausiliari*

Il fabbisogno di potenza elettrica dell'edificio non è trascurabile. In ogni aula è installata una lavagna elettronica e lampade per l'illuminazione del piano di lavoro. Si stima che il 90% delle sorgenti luminose installate siano a fluorescenza, il 5% di tipo alogeno e il restante 5% a scarica. Una quota importante della potenza assorbita è a carico dei mensa e cucina, essendo questa attrezzata con forniper il riscaldamento del cibo e di un frigorifero di tipo industriale. Infine, nella scuola è presente un ascensore.

#### **b. Utenze attive**

La Scuola dispone due tipologie di utenze attive:

- utenza elettrica per il soddisfacimento della domanda dell'impianto di riscaldamento, dell'impianto di ventilazione, dell'impianto di illuminazione e dei sistemi ausiliari;
- utenza gas metano per il soddisfacimento della domanda di dell'impianto di riscaldamento e per l'alimentazione della cucina della mensa.

Sono qui di seguito riportati i consumi così come contabilizzati da bolletta per le due utenze negli anni 2018 e 2019. Non si è ritenuto opportuno tenere conto anche ai dati degli anni 2020 e 2021 in quanto a causa dell'emergenza sanitaria dettata

della pandemia da COVID-19 la Scuola ha subito chiusure lunghe diversi mesi che inficiano sulla rappresentatività dei dati.

#### Utenza elettrica

Si riportano le tabelle con i consumi di energia elettrica della Scuola per gli anni 2018 e 2019:

<b>PERIODO</b>	<b>DATA</b>	<b>N. FATTURA</b>	<b>CONSUMI F1 KWH</b>	<b>CONSUMI F2 KWH</b>	<b>CONSUMI F3 KWH</b>	<b>TOTALE CONSUMI</b>
<b>ANNO 2018</b>						
<b>GENNAIO</b>	15/02/18	011840040298	5 987	1 440	2 081	<b>9 508</b>
<b>FEBBRAIO</b>			5 632	1 502	1 699	<b>8 833</b>
<b>MARZO</b>	16/04/18	011840074505	5 049	1 544	1 748	<b>8 341</b>
<b>APRILE</b>						<b>-</b>
<b>MAGGIO</b>	14/06/18	011840098528	8 611	2 283	3 499	<b>14 393</b>
<b>GIUGNO</b>	13/07/18	011840119008	2 664	932	1 524	<b>5 120</b>
<b>LUGLIO</b>	14/08/18	011840136047	1 594	875	1 535	<b>4 004</b>
<b>AGOSTO</b>	14/09/18	011840154477	1 188	851	1 591	<b>3 630</b>
<b>SETTEMBRE</b>	15/10/18	011840177932	3 215	1 048	1 539	<b>5 802</b>
<b>OTTOBRE</b>	16/11/18	011840200889	5 665	882	920	<b>7 467</b>
<b>NOVEMBRE</b>	17/12/18	011840220097	5 561	843	924	<b>7 328</b>
<b>DICEMBRE</b>	17/01/19	011940017209	4 178	792	1 147	<b>6 117</b>
<b>TOTALE 2018</b>			<b>49 344</b>	<b>12 992</b>	<b>18 207</b>	<b>80 543</b>

<b>PERIODO</b>	<b>DATA</b>	<b>N. FATTURA</b>	<b>CONSUMI F1 KWH</b>	<b>CONSUMI F2 KWH</b>	<b>CONSUMI F3 KWH</b>	<b>TOTALE CONSUMI</b>
<b>ANNO 2019</b>						
<b>GENNAIO</b>	18/02/19	011940029596	5 555	855	961	<b>7 371</b>
<b>FEBBRAIO</b>	15/03/19	011940045393	5 118	848	849	<b>6 815</b>
<b>MARZO</b>	15/04/19	011940068917	4 738	968	1 157	<b>6 863</b>
<b>APRILE</b>	15/05/19	011940094434	4 367	1 022	1 633	<b>7 022</b>
<b>MAGGIO</b>	17/06/19	011940116773	4 484	907	1 239	<b>6 630</b>
<b>GIUGNO</b>	12/07/19	011940138763	2 184	852	1 317	<b>4 353</b>
<b>LUGLIO</b>	19/08/19	011940148832	1 543	829	1 328	<b>3 700</b>
<b>AGOSTO</b>	16/09/19	011940165077	1 160	806	1 402	<b>3 368</b>
<b>SETTEMBRE</b>	14/10/19	011940172784	3 670	972	1 470	<b>6 112</b>
<b>OTTOBRE</b>	18/11/19	011940183415	5 891	789	827	<b>7 507</b>
<b>NOVEMBRE</b>	16/12/19	011940189560	5 704	795	883	<b>7 382</b>
<b>DICEMBRE</b>	17/01/20	012040000092	4 693	897	1 074	<b>6 664</b>
<b>TOTALE 2019</b>			<b>49 107</b>	<b>10 540</b>	<b>14 140</b>	<b>73 787</b>

Utenza gas metano

Si riportano le tabelle con i consumi di gas metano per gli anni 2018 e 2019:

<b>N. FATTURA</b>	<b>PERIODO DI CONSUMO</b>	<b>METRI CUBI CONSUMO ADDEBITATI</b>
<i>PA010284/2018</i>	01/01/18 - 28/02/18	<b>18756</b>
<i>PA020528/2018</i>	01/02/18 - 31/03/18	<b>9728</b>
<i>PA036973/2018</i>	01/04/18 - 30/04/18	<b>3360</b>
<i>PA039224/2018</i>	01/03/18 - 31/03/18	<b>-112</b>
<i>PA046438/2018</i>	01/05/18 - 31/05/18	<b>0</b>
<i>PA053580/2018</i>	01/06/18 - 30/06/18	<b>0</b>
<i>PA060217/2018</i>	01/07/18 - 31/07/18	<b>0</b>
<i>PA066049/2018</i>	01/08/18 - 31/08/18	<b>0</b>
<i>PA072669/2018</i>	01/09/18 - 30/09/18	<b>0</b>
<i>PA075832/2018</i>	01/10/18 - 31/10/18	<b>635</b>
<i>PA079711/2018</i>	01/11/18 - 30/11/18	<b>6156</b>
<i>PA001607/2019</i>	01/12/18 - 30/12/18	<b>10067</b>
<b>TOTALE 2018</b>		<b>48590</b>

<b>N. FATTURA</b>	<b>PERIODO DI CONSUMO</b>	<b>METRI CUBI CONSUMO ADDEBITATI</b>
<i>PA004814/2019</i>	01/01/19 - 31/01/19	<b>11653</b>
<i>PA007824/2019</i>	01/02/19 - 28/02/19	<b>9391</b>
<i>PA010800/2019</i>	01/03/19 - 31/03/19	<b>6057</b>
<i>191121333</i>	01/04/19 - 30/04/19	<b>1299</b>
<i>191142132</i>	30/04/19 - 31/05/19	<b>0</b>
<i>191180709</i>	31/05/19 - 30/06/19	<b>0</b>
<i>191244190</i>	01/07/19 - 31/08/19	<b>0</b>
<i>191266706</i>	31/08/19 - 14/10/19	<b>0</b>
<i>191308732</i>	30/09/19 - 31/10/19	<b>823</b>
<i>191327517</i>	01/10/19 - 30/11/19	<b>6508</b>
<i>201012252</i>	01/11/19 - 31/12/19	<b>15021</b>
<b>TOTALE 2019</b>		<b>50752</b>

### c. Metodologia seguita nella diagnosi

Ai fini della simulazione energetica dell'edificio, è stato utilizzato il software di calcolo Ediclimate 700.

È stato necessario tarare opportunamente il modello dell'edificio affinché lo stesso fosse rappresentativo dei consumi effettivi dello stabile. Si è reso necessario adottare alcune ipotesi di calcolo che sono qui di seguito opportunamente giustificate.

Il modello descritto è stato utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio nello stato di fatto e nello stato di progetto. Le conclusioni sono state tratte dal confronto tra i risultati ottenuti nelle due situazioni.

#### Profilo di funzionamento

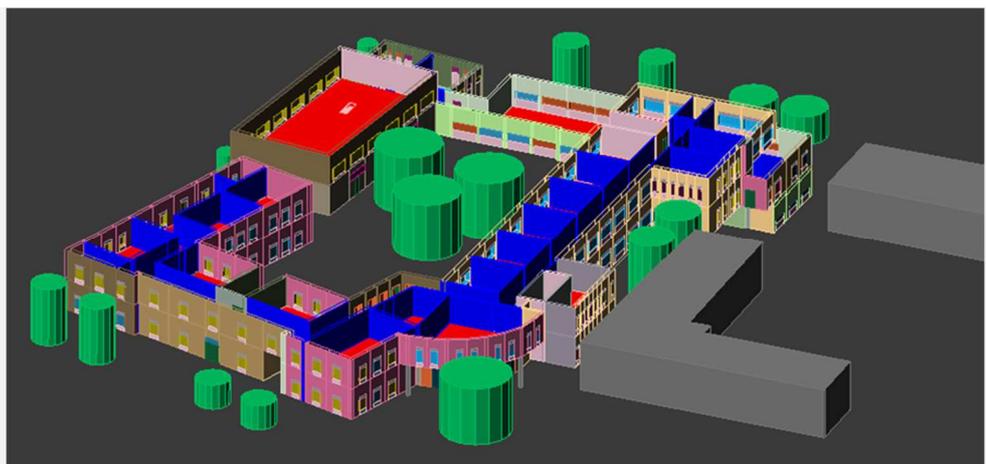
Dalla contabilizzazione dell'energia elettrica consumata dalle utenze della scuola negli anni 2018 e 2019, è emerso che mediamente il 63% dei consumi di energia elettrica si registrano in fascia F1, ovvero dal lunedì al venerdì dalle ore 8:00 alle ore 19:00. Come atteso, i consumi maggiori si registrano quando i locali scolastici sono occupati per lo svolgimento delle lezioni.

Alla luce di queste considerazioni, si è assunto un profilo di funzionamento intermittente per l'edificio secondo la norma UNI EN ISO 52016-1. La fascia oraria di funzionamento assunta è quella che va dalle ore 7:00 alle ore 16:00, dal lunedì al venerdì. Si ipotizza inoltre che gli impianti siano fermi sabato e domenica, quando non si svolgono le lezioni.

Per come è costruito il software di simulazione non è possibile tenere conto di periodi di vacanza in cui non si svolgono le lezioni. Il profilo impostato è quindi da intendersi come un profilo di funzionamento medio rappresentativo.

#### Modello grafico dell'edificio

Si è generato un modello grafico dell'edificio seguendo le planimetrie dello stabile di piano interrato, piano rialzato e primo piano. Ai fini della diagnosi energetica è necessario tenere unicamente conto dei locali riscaldati. Sono messi in evidenza: pareti esterne, porte di accesso ai locali e superfici vetrate. Inoltre, sono stati generati ostacoli (corrispondenti ad alberi ed edifici vicini) per un accurato calcolo degli ombreggiamenti.



## Generatore

Son stati inseriti i dati relativi all'attuale caldaia principale. Non si è tenuto conto della caldaia secondaria in quanto risulta fuori servizio da alcuni anni, perciò, non contribuisce al soddisfacimento della domanda di riscaldamento dell'edificio.

Caratteristiche	
Marca/serie/modello (*)	RIELLO 3900.400
Potenza nominale al focolare (*) $\Phi_{cn}$	511,00  408,36 kW

## Terminali di emissione

Come terminali di emissione sono stati impostati radiatori collocati su parete interna con rendimento di emissione come da normativa per sistemi aventi regolazione climatica e a zona e con impianto di distribuzione coibentato.

Emissione	
Altezza media locali	3,55  m
Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete interna
Rendimento di emissione $\eta_{H,em}$	95,0  %

## Ventilazione

Le impostazioni relative alla ventilazione sono state configurate come previsto dalla norma UNI 10339 relativamente al calcolo delle portate di aria. I valori sono stati settati come suggerito dal software Edilclima per edifici appartenenti alla categoria *Edifici adibiti ad attività scolastiche* con le seguenti sottocategorie:

- *Asili nido o scuole materne e Aule scuole elementari* per le aule prevalentemente occupate da bambini, per esempio le aule in cui si svolgono le lezioni;
- *Sale insegnanti* per i locali prevalentemente occupati da adulti, come sale insegnanti e sale riunioni;
- *Laboratori* per le aule adibite ad attività scolastiche di laboratorio;
- *Servizi* per i locali adibiti a servizi o spogliatoi.

Fa eccezione unicamente l'indice di affollamento  $n_s$  che, per le ragioni illustrate nel paragrafo successivo, è stato modificato affinché fosse più rappresentativo della situazione reale.

Ventilazione	
Ventilazione	<input checked="" type="radio"/> Naturale <input type="radio"/> Meccanica <input type="checkbox"/> Ibrida
Metodo di calcolo	Calcolo portate secondo UNI 10339
Categoria edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche
Sottocategoria	Sale insegnanti
Portata d'aria esterna	Q <sub>op</sub> 6,0 $10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s pers}$
Indice di affollamento	$n_s$ 0,10 pers / m <sup>2</sup>
	f <sub>ve,t</sub> 0,47

La ventilazione dei locali è eseguita per via naturale tramite l'apertura delle finestre. In mensa la ventilazione è eseguita anche per via meccanica tramite una UTA dotata di recuperatore di calore.

#### *Tasso di affollamento dei locali*

Di default il software Edilclima 700 ipotizza un indice di affollamento  $n_s$  pari a 0.4 pers/m<sup>2</sup>. Ritenendo che si tratti di un dato eccessivamente elevato, si è cercato di stimare  $n_s$  in modo che il dato sia più rappresentativo della situazione reale. Sapendo che il numero medio di utenti della scuola è pari a circa 400 persone e considerando una superficie netta riscaldata di 3921 m<sup>2</sup>, si ottiene un indice di affollamento pari a 0.1 pers/m<sup>2</sup>.

#### Illuminazione e servizi ausiliari

La potenza elettrica installata non è trascurabile. Come dato è nota una potenza per illuminazione e sistemi ausiliari installata pari a 54,8 kW. Come ipotesi di calcolo si è assunto che la potenza installata attiva sia di 27,4 kW, corrispondente al 50% del totale.

Il fabbisogno di energia elettrica dettato da sistemi luminosi e servizi ausiliari è stato convenzionalmente associato ai locali della mensa, nei quali ci si aspetta un elevato consumo a causa della presenza di un frigorifero di dimensioni industriali per la conservazione dei cibi e forni per il riscaldamento delle vivande.

Il tempo di funzionamento è stato invece stimato in 2400 h/anno. Le ore sono state distribuite tra contributo diurno e notturno osservando la percentuale di consumi in fascia F1, F2 o F3. Dato che in media il 63% dei consumi si registra in fascia F1, sono state ipotizzate 1800 h/anno di funzionamento diurno. Le rimanenti 600 h/anno sono ipotizzate di funzionamento notturno.

Illuminazione artificiale interna	
Potenza installata degli apparecchi luminosi	27400 W
Tempo di operatività durante il giorno	1800 h/anno
Tempo di operatività durante la notte	600 h/anno

#### d. Analisi dei risultati dello stato di fatto

Si riportano qui i principali risultati ottenuti dalla diagnosi energetica dell'edificio nello stato di fatto. Sono citati come indicatori dell'efficienza energetica della scuola i seguenti parametri:

- i consumi per ciascun vettore energetico: gas metano ed elettricità;
- i fabbisogni di energia primaria rinnovabile  $Q_{p,ren}$  e non rinnovabile dell'edificio  $Q_{p,nren}$ ;
- gli indici di prestazione energetica rinnovabile  $EP_{,ren}$  e non rinnovabile  $EP_{,nren}$ ;
- l'impatto ambientale dell'edificio espresso in termini di emissioni di  $CO_2$  in atmosfera.

#### Consumi di gas metano ed elettricità

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [ton/anno]	Servizi
Gas metano	51451	Nm <sup>3</sup> /anno	107,40	Riscaldamento
Energia elettrica	76458	kWh <sub>el</sub> /anno	35,17	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Ventilazione, Illuminazione

#### Fabbisogni di energia primaria

Servizio	Q <sub>p,nren</sub> [tep/anno]	Q <sub>p,ren</sub> [tep/anno]	Q <sub>p,tot</sub> [tep/anno]
Riscaldamento	101,19	0,187	101,38
Acqua calda sanitaria	0,354	0,085	0,439
Ventilazione	5,324	1,283	6,607
Illuminazione	21,43	5,165	26,59
Globale	128,30	6,720	135,02

#### Indici di prestazione energetica

Servizio	EP,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	EP,ren [kWh/m <sup>2</sup> ]	EP,tot [kWh/m <sup>2</sup> ]
Riscaldamento	138,02	0,25	138,27
Acqua calda sanitaria	0,48	0,12	0,60
Ventilazione	7,26	1,75	9,01
Illuminazione	29,23	7,04	36,27
Globale	174,99	9,17	184,15

Si ritiene opportuno un commento rispetto ai risultati ottenuti. Il modello Edilclima costruito e adottato per la presente diagnosi energetica si può ritenere validato in quanto i consumi dei vettori energetici si scostano in maniera trascurabile rispetto a quanto è stato contabilizzato da bollette. I consumi di riferimento assunti corrispondono alla media aritmetica ottenuta per gli anni 2018 e 2019. Il consumo di gas metano calcolato dal modello Edilclima si scosta del 3,6% dal valore di riferimento mentre il consumo di elettricità del -0,9%. Il modello Edilclima si può quindi ritenere affidabile perché rappresentativo delle reali prestazioni energetiche dell'edificio.

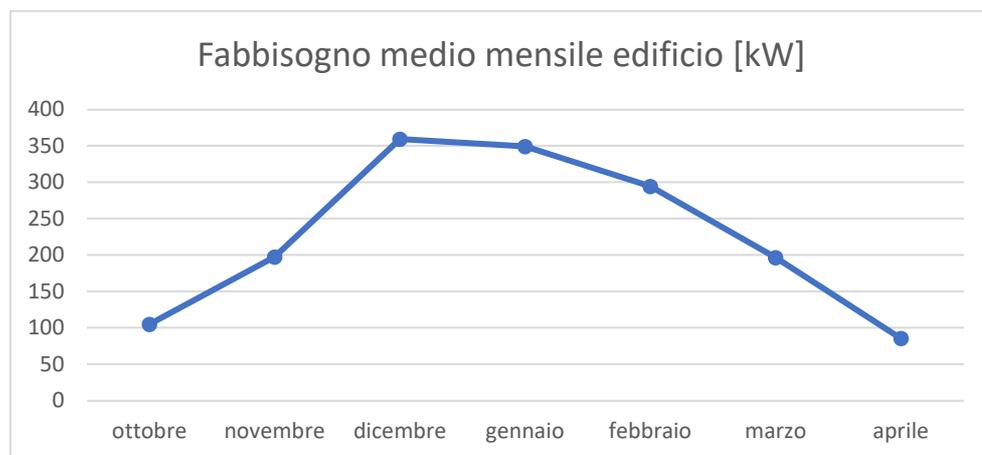
## 2. STATO DI PROGETTO

### a. Presentazione degli interventi previsti

Sulla base di alcune considerazioni sviluppate sullo stato di fatto della scuola sono stati previsti interventi per il rinnovo degli impianti termici dell'edificio.

Dai risultati del modello Edilclima dell'edificio risulta un fabbisogno di potenza termica nel giorno convenzionalmente più freddo dell'anno pari a 408 kW. L'analisi ha quindi confermato quanto era già stato osservato empiricamente, ovvero che l'attuale caldaia principale è da sola capace di soddisfare il fabbisogno di riscaldamento dello stabile.

Dall'elaborazione dei dati del bilancio di primo principio mensile si sono stimate le potenze termiche medie su base mensile richieste dall'edificio. Il risultato è riportato nel grafico seguente.



Lo studio dimostra che i mesi più critici sono dicembre e gennaio, dove il fabbisogno medio raggiunge rispettivamente 360 e 350 kW.

Si elencano qui di seguito gli interventi preposti per il rinnovo degli impianti.

#### Installazione di pompe di calore

L'attuale sistema di generazione termica basato su tradizionali caldaie a gas metano sarà sostituito con un sistema più moderno basato esclusivamente su pompe di calore.

In centrale termica si prevede l'installazione di una coppia di pompe di calore la cui potenza complessiva sarà pari a 300 kW termici con un COP di 4.50. Le pompe di calore sono del tipo acqua/acqua. La potenza termica viene estratta da 7 pozzi

geotermici profondi 80 metri e ricavati nel suolo nelle aree circostanti alla scuola. In particolare, si prevedono 3 pozzi nel corridoio di passaggio accanto alla centrale termica e 4 pozzi nel cortile interno. Per evitare interferenze termiche, i pozzi saranno distanziati di circa 12 metri l'uno dall'altro. Le sonde geotermiche sono a doppia U per ridurre il numero di pozzi richiesti.

Non si prevede il rinnovo dell'impianto di distribuzione del calore ma il mantenimento dell'attuale impianto a radiatori. Le pompe di calore dovranno essere ad alta temperatura in modo da garantire una temperatura di ingresso ai radiatori tra 60 e 70°C.

#### Installazione di un accumulo

Dall'analisi precedente risulta evidente come il gruppo di pompe di calore previsto non sia in grado da solo di soddisfare la domanda di riscaldamento dell'edificio. Per garantire la continuità del servizio anche durante i mesi più freddi, si prevede l'installazione in centrale termica di un accumulo ad acqua di grosse dimensioni. Le dimensioni dell'accumulo sono le seguenti: diametro 1500 mm e altezza 2200 mm. Per ridurre dispersioni termiche, l'accumulo deve essere opportunamente coibentato con uno strato di isolante da 5 mm.

#### b. Presentazione del modello

Gli interventi previsti vengono riportati in quello che è il modello Edilclima dello stato di progetto.

#### Generazione

La generazione è a carico di una coppia di pompe di calore acqua/acqua la cui potenza complessiva sarà pari a 300 kW termici con un COP di 4.50.

**Prestazioni della pompa di calore**

Calcolo semplificato     Calcolo analitico

Coefficiente di prestazione (\*) COP: 4,50

Potenza utile (\*) Pu: 300,00 kW    408,36 kW

Potenza assorbita Pass: 66,67 kW

Con software Edilclima 714, specializzato nello sviluppo di progetti di impianti geotermici, si è proceduto alla verifica che 7 pozzi profondi 80 metri siano sufficienti per l'estrazione del calore. La verifica ha avuto esito positivo.

**Calcolo scambiatori a terreno**

Lunghezza totale scambiatori L<sub>TOT</sub>: 556 m    556 m

Numero di perforazioni n°: 7    7

### Profilo di funzionamento

Dal momento nello stato di progetto i radiatori lavoreranno a temperature più basse, è necessario far funzionare l'impianto per un numero di ore maggiore per poter mantenere stabile la temperatura di set point dell'edificio. Per questo motivo è stato necessario intervenire sul profilo di funzionamento dell'impianto di riscaldamento dell'edificio. L'impianto è stato settato in maniera tale da funzionare in regime continuo dal lunedì al venerdì, rimanere fermo tutta la giornata di sabato e ripartire dopo le 12:00 della domenica. In questo modo si dà il tempo all'accumulo di ricaricarsi di energia termica ed essere pronto la mattina successiva per l'inizio delle lezioni.

### c. Risultati

Si riportano qui i principali risultati ottenuti dalla diagnosi energetica dell'edificio nello stato di fatto. Sono citati come indicatori dell'efficienza energetica della scuola i seguenti parametri:

- i consumi per ciascun vettore energetico: gas metano ed elettricità;
- i fabbisogni di energia primaria rinnovabile  $Q_{p,ren}$  e non rinnovabile dell'edificio  $Q_{p,nren}$ ;
- gli indici di prestazione energetica rinnovabile  $EP_{,ren}$  e non rinnovabile  $EP_{,nren}$ ;
- l'impatto ambientale dell'edificio espresso in termini di emissioni di  $CO_2$  in atmosfera.

### Consumi di gas metano ed elettricità

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [ton/anno]	Servizi
Gas metano	0	Nm <sup>3</sup> /anno	0	Riscaldamento
Energia elettrica	232681	kWh <sub>el</sub> /anno	107,03	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Ventilazione, Illuminazione

#### Fabbisogni di energia primaria

Servizio	Qp,nren [tep/anno]	Qp,ren [tep/anno]	Qp,tot [tep/anno]
Riscaldamento	57,74	84,14	141,88
Acqua calda sanitaria	0,354	0,085	0,439
Ventilazione	5,324	1,283	6,607
Illuminazione	21,43	5,165	26,59
Globale	84,85	90,67	175,52

#### Indici di prestazione energetica

Servizio	EP,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	EP,ren [kWh/m <sup>2</sup> ]	EP,tot [kWh/m <sup>2</sup> ]
Riscaldamento	78,75	114,76	193,51
Acqua calda sanitaria	0,48	0,12	0,60
Ventilazione	7,26	1,75	9,01
Illuminazione	29,23	7,04	36,27
Globale	115,72	123,67	239,39

Si ritiene opportuno un commento rispetto ai risultati ottenuti. Alcune considerazioni tecniche permettono di concludere che gli interventi previsti sono migliorativi delle prestazioni energetiche ed ambientali della scuola.

Grazie alla rimozione dell'attuale caldaia, il consumo di gas metano si annulla rispetto allo stato di fatto. Inoltre, l'installazione di un impianto a pompa di calore permette di ridurre i consumi di energia primaria non rinnovabile del 33,9%. Di pari passo, anche l'indice di prestazione energetica non rinnovabile diminuisce del 33,9%.

Gli interventi di efficientamento energetico previsti riducono le emissioni di CO<sub>2</sub>. Si è calcolato che le tonnellate di CO<sub>2</sub> evitate sono pari a 35,54 tonnellate/anno. Corrisponde ad una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto allo stato di fatto pari al 24,74%.

### 3. CONCLUSIONI

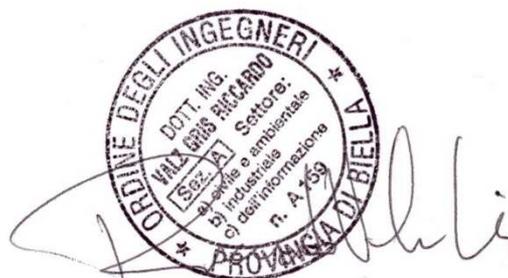
La presente diagnosi energetica ha avuto in oggetto la Scuola Primaria Elementare di Pregnana Milanese (MI), sita in Via Vittorio Emanuele II n°2. Inizialmente si è analizzato lo stato di fatto e si è indagato circa le consuetudini di uso dello stabile. Sulla base delle informazioni raccolte, sono state avanzate delle ipotesi di calcolo utili alla costruzione di un modello Edilclima dell'edificio i cui consumi di energia elettrica si scostano di meno del 1% da quanto contabilizzato negli anni precedenti e i consumi di gas del meno del 4%. Il modello è stato pertanto ritenuto affidabile.

[Vai ai risultati di sintesi pag.7](#)

Rilevata la possibilità di effettuare alcuni interventi migliorativi delle prestazioni energetiche dell'edificio, si è proceduto alla costruzione di un modello Edilclima aggiornato. Infine, i risultati ottenuti nello stato di progetto sono stati confrontati con quelli dello stato di fatto. Complessivamente, l'analisi ha avuto un riscontro positivo. Riprendendo la tabella di sintesi posta in capo alla relazione, i risultati definitivi della diagnosi per la climatizzazione invernale sono i seguenti:

VALORI BASE ANNUA	SERVIZIO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO	Unità misura	Variazione percentuale
CONSUMI PER VETTORE ENERGETICO	GAS METANO	51451	0	Nm <sup>3</sup> /anno	<b>-100 %</b>
	ENERGIA ELETTRICA	76458	232681	kWh <sub>el</sub> /anno	<b>+204.3 %</b>
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA	QUOTA NON RINNOVABILE Qp,nren	128.30	84.85	tep/anno	<b>-33.87 %</b>
	QUOTA RINNOVABILE Qp,ren	6.72	90.67	tep/anno	<b>+1249.31 %</b>
	TOTALE Qp,tot	135.02	175.52	tep/anno	<b>+30,00 %</b>
INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	QUOTA NON RINNOVABILE EP,nren	174.99	115.72	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>-33.87 %</b>
	QUOTA RINNOVABILE EP,ren	9.17	123.67	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>+1248.64 %</b>
	TOTALE EP,tot	184.15	239.39	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	<b>+30,00 %</b>

Maggio 2022



Milano, 02/05/2022

## 4. Allegati

A - CALCOLI - STATO DI FATTO

B - CALCOLI - STATO DI PROGETTO

C - CALCOLI STATO DI PROGETTO - GEOTERMICO

Studio Ing. Riccardo Valz Gris  
Via Repubblica 41  
13900 Biella

*Maggio 2022*