



# Diagnosi Energetica

## SCUOLA ELEMENTARE Via A. Toscanini - Roncole Verdi



Progettista: **Arch. Tommaso Caenaro**



Collaboratori: **Ing. Alessandro Rossi**  
**Ing. Daniele Palma**



## 1. DESCRIZIONE DELL'EDILIZIO

### 1.1 Descrizione generale

La Scuola Elementare di Roncole Verdi, piccola frazione di Busseto, è un piccolo plesso scolastico ad un solo piano fuori terra. È caratterizzato da una pianta ad L con un'asse distributivo con orientamento prevalente est- ovest, dove si affacciano le aule didattiche e gli spazi di servizio della scuola. L'ingresso è posto nell'angolo sud-ovest, caratterizzato da un portico molto ampio che anticipa la bussola d'ingresso.

Le aule didattiche sono posizionate sul lato sud dell'edificio, in maniera da avere una migliore esposizione solare per soddisfare il fabbisogno di illuminazione con la sola luce naturale anche nei periodi invernali ed aumentare gli apporti solari gratuiti sempre in inverno. Mentre gli spazi di servizio, costituiti da: bidelleria, aula professori, servizi igienici, sono tutti posizionati sul lato nord dell'edificio, in maniera da dare priorità come esposizione solare, agli spazi didattici fruiti dai bambini.

Al centro dell'edificio si sviluppa uno spazio molto ampio che ha quasi la funzione di piazza coperta, in maniera da fornire uno spazio ampio e funzionale ai bambini durante le attività di ricreazione.

L'edificio è costituito, come già anticipato, da un unico piano fuori terra, senza interrato e con un solaio inferiore appoggiato controterra, senza vespaio.

La centrale termica, come gli altri spazi di servizio, è collocato in uno spazio a nord non riscaldato, all'interno del perimetro dell'edificio, accessibile solo dall'esterno.

### 1.2 Ubicazione dell'edificio

Località	Roncole Verdi fraz. Di Busseto (PR)
Indirizzo	Via Arturo Toscanini
Destinazione d'uso	Scuola elementare
Categoria DPR 412/93	E.7 Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili

L'edificio ha un'unica zona termica riscaldata e due spazi non riscaldati, il primo adibito a centrale termica, l'altro è il sottotetto. Le zone termiche e gli spazi non riscaldati, sono ben specificati negli elaborati grafici in allegato.

Le grandezze geometriche che descrivono l'edificio sono le seguenti:

---

• Superficie utile	588,8 mq
• Superficie riscaldata	508,6 mq
• Volume lordo	2.425,8 mc
• Volume netto	1.739,6 mc
• Superficie disperdente	1.734,8 mq
• Rapporto S/V	0,715

### 1.3 Documentazione disponibile

Di seguito è riportato l'elenco della documentazione messa a disposizione dall'amministrazione comunale che riguarda le caratteristiche tecniche e prestazionali del complesso edilizio in esame.

#### 1.3.1. Sottosistema Involucro

Inquadramento territoriale

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

Elaborati grafici

- 
- Planimetria

#### 1.3.2. 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 sono resi necessari ulteriori sopralluoghi per effettuare rilievi strumentali e fotografici.

### 1.3.3. Consumi di gas naturale

Consumo Gas naturale (anno)	mc	Spesa [€/anno]	Gradi Giorno
2010	8.472	5.085,00	2711
2011	8.084	5.832,66	2977
2012	8.445	6.091,42	2943

Tabella.1 - Sintesi dei dati di consumo di gas metano, forniti da A2A, fornitore dei servizi energetici per il Comune di Busseto

Normalizzando i consumi di gas metano con i dati dei gradi giorno reali, possiamo notare che c'è una diffirmità nell'andamento del grafico nell'anno 2010, mentre è uniforme negli anni 2011 e 2012. Significa che l'edificio in quell'anno ha subito un utilizzo anomalo indipendentemente dalla stagione climatica.

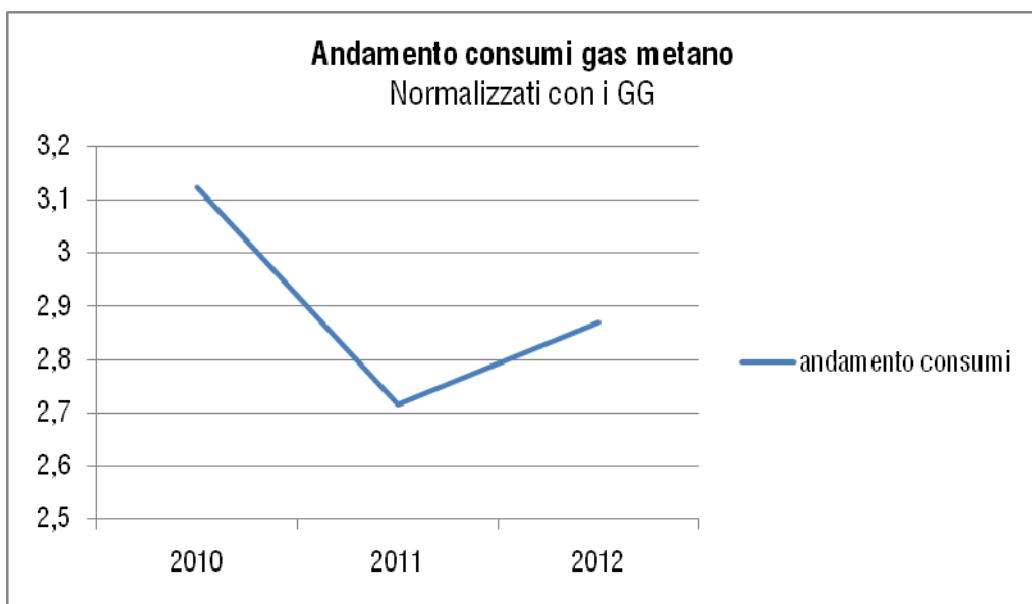


Grafico.1 – i dati di consumi di gas metano normalizzati con i gradi giorno reali

### 1.3.4. Dati di utilizzo dell'edificio

Si sono ipotizzati, dai sopralluoghi effettuati in situ, dalle interviste realizzate ai gestori-fruitori dell'edificio ed ai tecnici comunali competenti, dalla consultazione delle diagnosi energetiche effettuate nel 2010 da A2A, nell'ambito dell'appalto di fornitura dei servizi energetici, i seguenti dati:

---

• Ore d'uso dell'edificio (h/giorno)	8
• Giorno d'uso dell'edificio (giorno/settimana)	6 (al netto dei giorni di apertura straordinaria)
• Numero di giorni in cui l'impianto termico non viene acceso in un anno	182
• Numero occupanti	60 circa
• Ore di riscaldamento (2010) *	1.024,00
• Ore di riscaldamento (2011) *	965,50
• Ore di riscaldamento (2012) *	980,50

**Dati forniti dal da A2A Calore & Servizi , fornitore dei servizi energetici del Comune di Busseto**

Alcuni dati utili sono stati desunti tramite interviste effettuate alle maestre , al personale di servizio e ai tecnici comunali competenti.

I fruitori dell'edificio non hanno sottolineato particolari disconfort termici nel periodo estivo, questo a causa degli ombreggiamenti sulle superfici finestrate causati dalla vegetazione presente e dall'aggetto orizzontale della copertura. Mentre per quanto riguarda la stagione invernale, hanno espresso la percezione di non avere una completa sensazione di confort termico, questo principalmente causato dalla presenza di ampie superfici vetrate .

#### 1.4 Descrizione del modello di calcolo

Il modello di calcolo utilizzato per la scuola elementare della frazione di Roncole Verdi del Comune di Busseto è stato costruito in ambiente software Namirial Termo 2.6.

La normativa di verifica e calcolo presa come riferimento è quella della Regione Emilia Romagna DGR 1366/2011 - UNI/TS-11300 1 e 2 + errata corrigere e parti 3 e 4.

I metodi di calcolo utilizzati sono:

---

Scambi con il terreno:	Analitico – UNI/EN/ISO 13370
Ponti termici	Analitico – UNI/EN/ISO 14683
Capacità termica	Semplificato –UNI/TS 11300 prospetto 16
Carichi estivi	Nessuno

Il modello di calcolo è stato sviluppato tenendo conto di un'unica zona termica, perché tutti gli spazi dell'edificio sono serviti dallo stesso generatore e dallo stesso sistema di emissione del calore. Il dettaglio della zona termica è riportato negli elaborati grafici in allegato.

Il modello di calcolo utilizzato è un modello statico e tiene conto dei parametri climatici riportati di seguito:

Gradi giorno	2.508 °C
Zona di vento	1
Temperatura esterna	-5 ° C
Temperatura interna	20 ° C
Province di riferimento	CR, PR
Pressione parziale di vapore esterna [Pa]	Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic 540 618 809 1.106 1.408 1.852 1.989 1.950 1.718 1.225 880 627
Velocità del vento	1,4 m/s
U.R. interna	65,0 %
Conduttività terreno	2,0 W/mK
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	296,2 W/m <sup>2</sup>

## 1.5 Sopralluogo edificio

Il sopralluogo è stato effettuato in un'unica data: il 22 aprile.

Erano presenti:

- arch. Tommaso Caenaro
- Ing. Alessandro Rossi (EnergiE)

Nel corso della visita sono state esaminate le caratteristiche tecniche del sistema edificio-impianto. La visita è durata circa 50 minuti ed ha dato modo di confrontarsi con i fruitori dell'edificio e capire direttamente dagli utenti finale quali siano le criticità dell'edificio in termini funzionali ed energetici.

## 2 CARATTERISTICHE TECNICHE EDIFICO

### 2.1. Descrizione strutture dell'edificio

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 situ e dalla personale esperienza maturata in questo tipo di analisi.

I valori ottenuti si ritengono pertanto attendibili, ma potrebbero discostare da quelle reali, quest'ultimi rilevabili unicamente mediante prove invasive o con particolari strumentazioni tecnologiche tipo i flussimetri.



La struttura della scuola elementare è costituita da una struttura in muratura portante costituita da una muratura in mattoni in laterizio semipieni. La distribuzione interna è realizzata con tamponamenti in laterizio.

La copertura è una copertura a falde in latero cemento con un manto di copertura in coppi, costituito da un solaio inferiore in latero cemento e da un sistema di muricci e tavelloni per il sostegno della copertura a falde. L'edificio poggia su un solaio sempre in latero cemento che poggia direttamente controterra, senza l'ausilio di vespaio.

Come già esplicitato nel capitolo precedente, il solaio di copertura è aggettante rispetto alla facciata creando un effetto di ombreggiatura su tutte le facciate dell'edificio.



L'edificio su tutti i lati ha delle ampie vetrate costituite da serramenti con telaio in alluminio con taglio termico con vetro camera semplice, con buona tenuta all'aria e la presenza di sistemi di ombreggiamento interno a veneziana. I serramenti non sono quelli originali dell'edificio, ma sono stati installati da pochi anni, infatti presentano ottime caratteristiche di performance energetiche.

La generazione del calore avviene con una caldaia a basamento (fluido temovettore acqua) installata nel 2003 e che provvede alla sola produzione di acqua calda per utilizzo riscaldamento, l'emissione del calore all'interno dell'edificio, in tutti i locali, è garantita da termosifoni in ghisa.

## 2.2. Dettaglio struttura dell'edificio

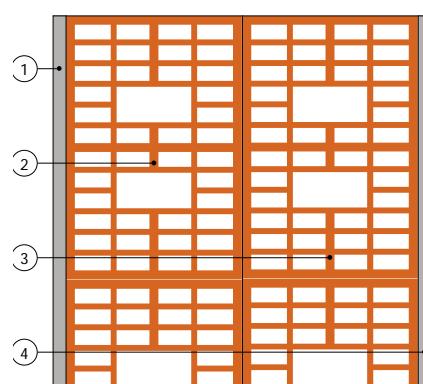
Le strutture dell'edificio sono descritte di seguito in maniera dettagliata e tecnica.

### Chiusura opaca verticale confinante con l'ambiente esterno

Caratteristiche termiche e igrometriche:

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spess. [cm]	Lambda [W/mK]	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Perm·1e12 [kg/msPa]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di cemento	1,5	1,400	93,333	2.000	10,000	0,011
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0	-	2,128	820	22,222	0,470
3	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0	-	2,128	820	22,222	0,470
4	Malta di cemento	1,5	1,400	93,333	2.000	10,000	0,011
Spessore totale		43,0					
				Resistenza superficiale interna			0,130
				Resistenza superficiale esterna			0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]		0,883	Resistenza termica totale				1,133
Trasmittanza termica equivalente (comprensiva di aree oggetto di riduzione di spessore) [W/m <sup>2</sup> K]		1,839					
Struttura verticale esterna							
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]:							1,839
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]:							0,194

Massa superficiale: 328,0 kg/m<sup>2</sup>

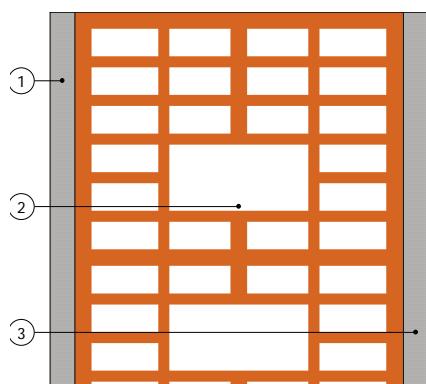


**Chiusura opaca verticale confinante con l'ambiente interno**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spess. [cm]	Lambda [W/mK]	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Perm·1e12 [kg/msPa]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di cemento	1,5	1,400	93,333	2.000	10,000	0,011
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0	-	2,128	820	22,222	0,470
3	Malta di cemento	1,5	1,400	93,333	2.000	10,000	0,011
Spessore totale		23,0					

	Resistenza superficiale interna	0,130
	Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,330	Resistenza termica totale

Struttura verticale interna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]:	1,330
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]:	0,697

Massa superficiale: 164,0 kg/m<sup>2</sup>

**Chiusura opaca orizzontale – Basamenti su terreno cm 30**

Spessore totale	30,0	
-----------------	------	--

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,650	Resistenza termica totale	0,606
Trasmittanza termica equivalente (secondo la UNI EN ISO 13370) [W/m <sup>2</sup> K]	0,445		

Struttura orizzontale esterna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]:	0,445
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]:	4,762
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]:	---

Massa superficiale: 0,0 kg/m<sup>2</sup>**Chiusura opaca orizzontale – Soletta in laterocemento cm 35**

Spessore totale	35,0	
-----------------	------	--

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,100
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,300	Resistenza termica totale	0,769
Struttura orizzontale interna			
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]:			1,300
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]:			5,000
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]:			---

Massa superficiale: 0,0 kg/m<sup>2</sup>

**Chiusura opaca orizzontale – Tetto a falda in laterizio cm 25**

Spessore totale	25,0	
-----------------	------	--

	Resistenza superficiale interna	0,100	
	Resistenza superficiale esterna	0,040	
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	2,100	Resistenza termica totale	0,476

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]:	2,100
Trasmittanza termica periodica [W/m <sup>2</sup> K]:	7,143
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]:	---

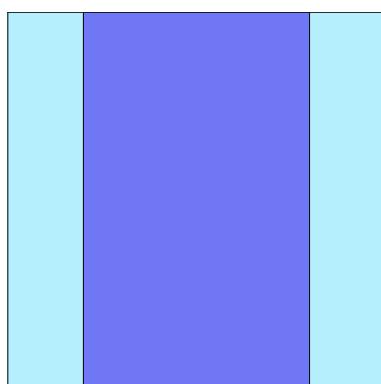
Massa superficiale: 0,0 kg/m<sup>2</sup>

**Chiusura trasparente – Vetro doppio normale 4-12-4**

Caratteristiche termiche e igrometriche:

Trasmittanza totale calcolata	2,849	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	2,849	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	20,02	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	2,845	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	0,25	h
Smorzamento	0,999	---
Capacità termica interna	5,571	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Vetro da finestre	250,000	0,004	0,4
Aria tra vetrate non trattate (12 mm)	5,780	0,173	1,2
Vetro da finestre	250,000	0,004	0,4
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Total:		0,351	2,0



La tabella n. 2 raccoglie i dati riassuntivi di ciascuna superficie opaca verticale dell'edificio con associata la tipologia di serramento, vedi abaco serramenti in allegato per identificare la tipologia di serramento, che va ad incidere su ciascuna parete.

	Orient.	L	H	Sup. tot.	Superfici trasparenti		Sup. finestrata (mq)
					tipologia	n.	
PARETE_1	sud	3,29	4,12	13,5548	1	1	2,947
PARETE_2	sud	4	4,12	16,48	8	1	2,23
PARETE_3	sud	28,14	4,12	115,9368	1	8	23,576
PARETE_4	sud	2,03	4,12	8,3636			
PARETE_5	sud	1,02	4,12	4,2024			
PARETE_6	sud	0,98	4,12	4,0376			
PARETE_7	est	6,75	4,12	27,81			
PARETE_8	est	2,34	4,12	9,6408	5	1	5,715
PARETE_9	est	5	4,12	20,6	1	2	5,894
PARETE_10	est	12,07	4,12	49,7284	1	2	5,894
PARETE_11	est	2,1	4,12	8,652			
PARETE_12	est	1,4	4,12	5,768			
PARETE_13	nord	13,94	4,12	57,4328	1	2	5,894
					5	1	5,715
PARETE_14	nord	5,38	4,12	22,1656	4	1	2,91
PARETE_15	nord	13,15	4,12	54,178	2	5	8,365
PARETE_16	nord	2,03	4,12	8,3636			
PARETE_17	nord	2,36	4,12	9,7232			
PARETE_18	ovest	13,53	4,12	55,7436	3	12	3,168
PARETE_19	ovest	9,8	4,12	40,376			
PARETE_20	ovest	6,33	4,12	26,0796	7	1	3,797
Basamento				588			
Copertura				588			

Tabella.2 – Tabella riassuntiva delle superfici opache e trasparenti

## 2.3. Dettaglio impianto termico

### 2.3.1. Sottosistema di generazione

La generazione del calore avviene con una caldaia a basamento (fluido temovettore acqua) installata nel 2003 e che provvede alla sola produzione di acqua calda per utilizzo riscaldamento. Il generatore di calore è ospitato in un locale centrale termica, al piano terra dell'edificio, adiacente ad ambienti riscaldati. Il generatore è dotato di bruciatore atmosferico ad un solo stadio. Lo scarso isolamento, incide sul valore di perdite al mantello. Lo scarico dei fumi avviene in camino singolo, che si presume sia monoparete.

Non è presente alcun sistema di ventilazione meccanica controllata. Nel modello di diagnosi, si sono considerati ricambi orari pari a 0,5 vol/h.

Caldaia	ARES
Anno	2003
Combustibile	Metano
Potenza termica utile nominale	67,4 kW
Potenza al focolare nominale	74,9 kW
Rendimento termico al 100% del carico termico	89,9%
Rendimento di combustione	92%
(misurato con prova fumi il 16-10-2012, dato verificato durante il sopralluogo)	
T. media di acqua nel generatore	70°
T. fumi	102°
Pot. Assorbita Elett. Pompa anticondensa	55 W

### 2.3.2. Sottosistema di distribuzione

L'impianto è dotato di un solo circuito di distribuzione alimentato da una pompa a giri fissi installata in centrale termica. Il tratto di distribuzione presente in centrale termica non risulta isolato, il che eleva le perdite di distribuzione sulla linea stessa.

---

Pompa di distribuzione	
Marca	Grundfos
Modello	32-120/F
Assorbimento	245-280-400 W

La distribuzione interna è garantita da tubazioni in traccia, che si presume non siano isolate, in quanto non sono stati realizzati nel tempo interventi sostanziali sull'impianto di riscaldamento. La pompa è impostata sulla seconda velocità. Nella diagnosi si è considerato un rendimento di distribuzione pari a 96,9%.

### 2.3.3. Sottosistema di emissione

L'emissione del calore all'interno dell'edificio, in tutti i locali, è garantita da termosifoni in ghisa non equipaggiati con valvole termostatiche. L'attacco è quello di un sistema a bitubo.

Nelle aule sono presenti due radiatori, cinque nel corridoio principale, due nei bagni e cinque nei locali utilizzati dal personale non docente. Si è provveduto ad una stima della potenza installata locale per locale. Nelle aule si presume che i radiatori garantiscono una potenza di circa 4,5 kW. La stima della potenza totale installata per emissione è pari a 69 kW.

Nella diagnosi si è considerato un rendimento di emissione pari a 91,0%.

### 2.3.4. Sottosistema di regolazione

La regolazione avviene mediante sonda climatica, che comanda la valvola miscelatrice tramite attuatore. Il regolatore elettronico è installato in un quadro elettrico.

Nella diagnosi si è considerato un rendimento di regolazione pari a 88,0%.

### 2.3.5. Impianto per la produzione di ACS

La produzione di acqua calda sanitaria è garantita da boiler elettrici ad accumulo, installati nei bagni. Si è stimata una potenza termica installata di 6,6 kW per un totale di potenza elettrica assorbita di 2,4 kWe.

Nella diagnosi si è considerato un rendimento di generazione pari a 75,0%.

### 3. INDICATORI ENERGETICI

Dall'audit energetico dell'edificio in esame sono emersi due tipi di indicatori energetici: indicatori energetici, denominati indicatori teorici, ottenuti attraverso l'analisi del modello numerico calcolato per mezzo delle normative tecniche vigenti, citate precedentemente ; Indicatori energetici ottenuti invece da dati reali quali: dati climatici reali, dati di consumo energetico , dati geometrici dell'edificio e dati di progetto dell'impianto termico.

#### 3.1. Indicatori energetici teorici

Fabbisogno energetico utile

Riscaldamento

Mese	Qht [kWh]	Qint [kWh]	Qsol,i [kWh]	Qsol,e [kWh]	Qh [kWh]
Gennaio	28.388,552	1.537,036	2.124,924	309,579	24.423,645
Febbraio	22.255,346	1.388,290	2.885,893	395,149	17.611,984
Marzo	17.286,621	1.537,036	4.393,779	584,894	10.957,375
Aprile	5.717,926	743,727	2.384,965	301,237	2.595,287
Ottobre	6.791,483	842,890	1.899,655	259,409	3.919,229
Novembre	18.403,347	1.487,454	2.308,881	330,394	14.304,463
Dicembre	25.793,295	1.537,036	1.830,184	270,823	22.161,479
Totale					95.973,461

Raffrescamento

Mese	Qht [kWh]	Qint [kWh]	Qsol,i [kWh]	Qsol,e [kWh]	Qc [kWh]
Maggio	5.627,303	1.338,708	5.376,734	684,875	1.952,802
Giugno	3.012,710	1.537,036	6.476,732	823,676	5.825,230
Luglio	4.310,338	1.537,036	5.733,357	722,337	3.699,477
Agosto	1.483,748	297,491	1.031,988	137,518	161,174
Settembre	5.627,303	1.338,708	5.376,734	684,875	1.952,802

Legenda

Qht: energia scambiata per trasmissione e ventilazione

Qint: energia da apporti gratuiti interni

Qsol,i: energia da apporti solari interni (superfici trasparenti)

Qsol,e: energia da apporti solari esterni (superfici opache)

Qh: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento

Qc: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento

Qc\*: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento al netto della ventilazione meccanica

### Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento del subalterno

Mese	Qh [kWh]	Qh' [kWh]	Qp [kWh]
Gennaio	24.423,645	24.412,266	36.365,452
Febbraio	17.611,984	17.601,705	26.277,566
Marzo	10.957,375	10.945,996	16.555,366
Aprile	2.595,287	2.589,780	4.058,649
Ottobre	3.919,229	3.912,988	6.031,458
Novembre	14.304,463	14.293,450	21.440,016
Dicembre	22.161,479	22.150,099	33.021,148
<b>Totale</b>	<b>95.973,461</b>	<b>95.906,285</b>	<b>143.749,654</b>

### Legenda

Qh: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento

Qh': fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi

Qp: fabbisogno di energia primaria

Epi: 72,675 kWh/m<sup>3</sup>anno

### 3.2. Indicatori energetici reali

Potenza termica per unità di volume (W/m<sup>3</sup>) 37,9

Con il metodo della firma energetica si è verificato il corretto dimensionamento del generatore di calore. Il parametro corretto calcolato con tale metodologia è 62,9 W/m<sup>3</sup>. Il generatore di calore secondo questa procedura di verifica risulta sottodimensionato.

Potenza termica per unità di volume (W/m<sup>3</sup>) 62,9 (Con metodo della firma energetica)

Energia termica per unità di volume (kWh/m<sup>3</sup>/a) 41,2 (Calcolato con la media dei consumi reali)

## 4. INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO

Gli interventi di miglioramento energetico che vengono di seguito proposti sulla base della diagnosi energetica effettuata, sono proposte che verranno approfondite con un maggiore livello di dettaglio, attraverso delle considerazioni di carattere tecnico economiche, nella fase di progettazione preliminare, per cui la scrivente ha l'incarico assegnato con Determinazione n.122 del 31/03/2014.

L'edificio della scuola elementare, considerando le sensazioni di disagio termico che si avvertono durante il periodo invernale e considerando inoltre gli alti consumi energetici rispetto alla superficie riscaldata, si ritengono consigliabili degli interventi di retrofit energetico che riguardino l'involucro opaco, perché sull'involucro trasparente si è già intervenuti.

Per involucro opaco, facendo un'attenta analisi in termini di benefici, oltre che di confort interno, anche economici, si può ipotizzare la coibentazione dall'esterno delle chiusure opache verticali e soprattutto la coibentazione del sottotetto con dei materassini isolanti, che hanno un ottimo rapporto costo/benefici.

L'attuale caldaia è stata installata nel 2003 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 con un generatore ad elevata efficienza – ad esempio a condensazione – alimentata a metano.

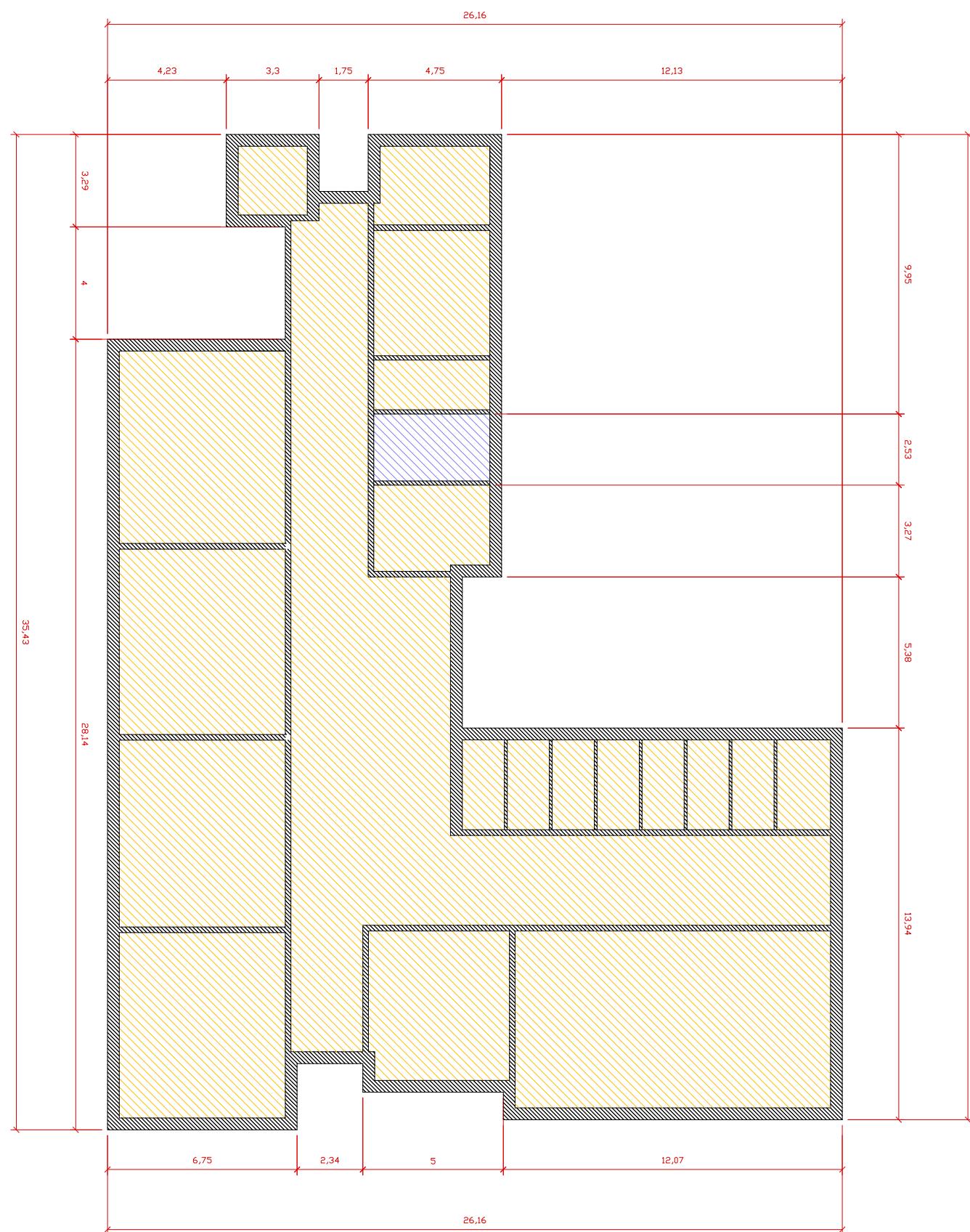
In caso di intervento sulla generazione del calore, sarebbe opportuno provvedere anche all'ammodernamento del sistema di distribuzione mediante l'adozione di elettropompe dotate di motori elettrici ad alta efficienza ed eventualmente di inverter ed isolando le tubature di distribuzione in centrale termica. In tal modo si migliorerebbe ulteriormente il rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento. 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, prevendendo l'intubamento con una ulteriore parete, a maggior ragione nel caso in cui si scelga di installare una caldaia a condensazione.

Una delle barriere alla realizzazione dell'intervento potrebbe essere l'esiguo spazio in centrale termica. Occorre valutare nel modo più minuzioso gli spazi, anche in considerazione che andrà previsto un defangatore/disareatore.

# ALLEGATI



ZONA TERMICA N.1

LOCALI NON RISCALDATI

**PLANIMETRIA**  
SCALA 1:200

