



# Diagnosi Energetica

**ISTITUTO COMPRENSIVO**  
Viale Pallavicino - Busseto



Progettista: **Arch. Tommaso Caenaro**



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



## 1. DESCRIZIONE DELL'EDILIZIO

### 1.1 Descrizione generale

L'istituto comprensivo del Comune di Busseto comprende sia la scuola elementare che la scuola media, ed è un grosso plesso scolastico, che rappresenta un punto di riferimento per il territorio comunale e non solo.

L'edificio è caratterizzato da una pianta molto semplice a corte aperta verso sud con un 'asse principale nord sud. La pianta oltre ad essere semplice ha un assetto distributivo molto funzionale, infatti il lato corto della corte accoglie buona parte dei servizi necessari all'espletamento delle funzioni scolastiche, quali bidelleria, sala professori, amministrazione e distribuzione verticale. Mentre le aule per le attività didattiche vere e proprie sono disposte sulle ali della corte, con la distribuzione orizzontale posizionata sul lato interno nel lato est, mentre sul lato ovest la distribuzione orizzontale è collocata all'esterno. In testa alle due ali, dove si trovano le aule, troviamo la distribuzione verticale. L'ingresso è posizionato nella parte centrale del lato corto della corte ed è caratterizzato da un portico molto ampio, posto all'interno del perimetro dell'edificio.

L'intero edificio non tiene conto della migliore esposizione per la disposizione delle aule e dei servizi, infatti le aule hanno orientamenti diversi a seconda se si trovano nell'ala est o in quella ovest, mentre i servizi godono dell'orientamento migliore infatti riescono a soddisfare buona parte del fabbisogno di illuminazione con la sola luce naturale, anche nei periodi invernali ed ad ottimizzare gli apporti solari gratuiti.

L'istituto comprensivo è un edificio multipiano, la parte di servizio ha tre piani fuori terra, mentre le due ali laterali sono organizzate su due piani. Su tutta la pianta dell'edificio si sviluppa un piano semi-interrato con una parte fuori terra con la presenza di piccole finestre ed una parte interrata con un solaio inferiore appoggiato controterra, senza vespaio.

La centrale termica, è collocata in uno spazio a sud non riscaldato dell'ala di servizio, sempre all'interno del perimetro dell'edificio, accessibile solo dall'esterno.

Un aspetto assolutamente da sottolineare di questo edificio è la valenza architettonica dello stesso, infatti è un edificio che manifesta nelle facciate e anche in alcuni dettagli interni, come l'androne d'ingresso, la scala principale ed i soffitti, una qualità architettonica non comune ad altri plessi scolastici. È un edificio costruito nei primi anni del '900, i prospetti sono arricchiti dalla presenza di un ampio basamento, alto un piano, con effetto bugnato, lesene verticali che suddividono la facciata e finestre molto alte con un architrave ad arco ribassato anc'esso arricchito da un decoro in finta pietra.

## 1.2 Ubicazione dell'edificio

Località	Roncole Verdi fraz. Di Busseto (PR)
Indirizzo	Viale Pallavicino
Destinazione d'uso	Scuola elementare - Scuola Media
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 uno spazio adibito a sotto tetto, l'altro è il seminterrato dell'edificio. 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	5.099 mq
• Superficie riscaldata	4.844 mq
• Volume lordo	24.379 mc
• Volume netto	19.722 mc
• Superficie disperdente	8.014,9 mq
• Rapporto S/V	0,329

## 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	58.501	67.832,00	2711
2011	59.176	80.287,15	2977
2012	58.333	76.324,94	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, si può notare che c'è una difformità 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 ed è per questo che c'è un innalzamento della curva, il tutto al netto della stagione climatica.

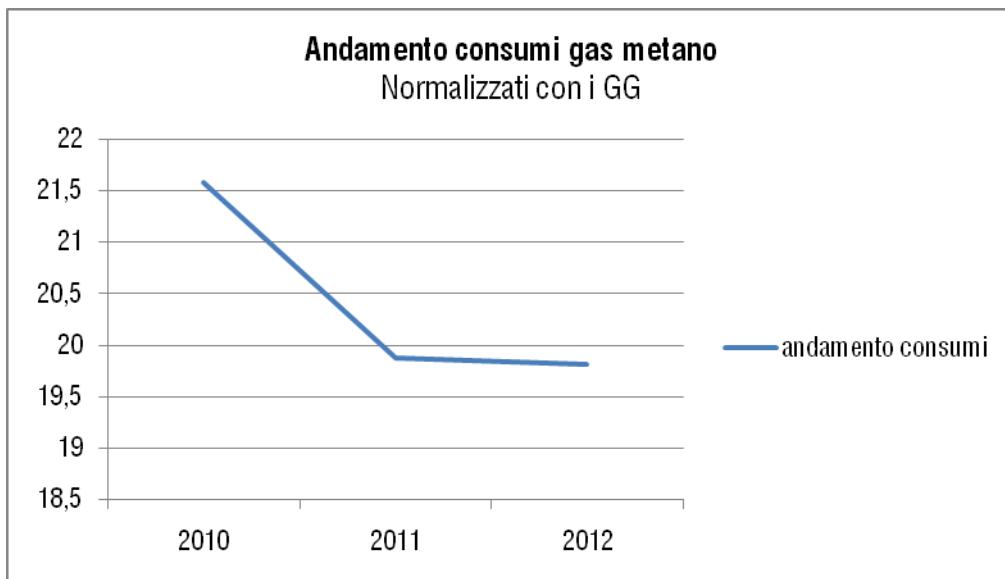


Grafico.1 – i dati di consumi di gas metano normalizzati con i gradi giorno reali

#### 1.3.4. Dati di utilizzo dell’edificio

Si sono ipotizzati, dai sopralluoghi effettuati in situ, dalle interviste realizzate ai gestori 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) 6
- 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 700 circa
- Ore di riscaldamento (2010) \* 1.509,0
- Ore di riscaldamento (2011) \* 1.467,5
- Ore di riscaldamento (2012) \* 1.386,5

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 e al personale di servizio dell’istituto o ai tecnici comunali competenti.

I fruitori dell’edificio non hanno sottolineato particolari disconfort termici nel periodo estivo, anche perché l’edificio è costruito con una struttura con una grossa massa che permette di attenuare il calore in ingresso nel periodo estivo. Mentre in quello invernale, a causa delle altezze molto ampie dei locali, hanno segnalato dei leggeri disconfort termici .

## 1.4 Descrizione del modello di calcolo

Il modello di calcolo utilizzato per l'Istituto Comprensivo 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 corrigé 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 due date: il 22 aprile ed il 29 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 60 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 dell'Istituto è costituita da una struttura in muratura portante in mattoni di laterizio pieni , le partizioni interne sono realizzate con tamponamenti in laterizio.

La copertura è una copertura a falde in legno con un manto di copertura in coppi ed un sottotetto costituito da un solaio in latero cemento. L'edificio poggia su un solaio sempre in latero cemento che poggia direttamente controterra, senza l'ausilio di vespaio.

L'edificio su tutti i lati ha delle ampie vetrature costituite da serramenti con telaio in PVC ad alte prestazioni termiche con vetro camera, con una buona tenuta all'aria e la presenza di sistemi di ombreggiamento interno a veneziana ed in

alcuni casi un sistema di oscuramento esterno costituito da tapparelle. I serramenti non sono quelli originali dell'edificio, ma sono stati sostituiti da pochi anni con dei nuovi serramenti più performanti energeticamente.



La generazione del calore avviene con due caldaie a basamento modulanti (fluido temovettore acqua) installate nel 2008 e che provvedono alla sola produzione di acqua calda per utilizzo riscaldamento . L'emissione del calore è garantita da termosifoni non equipaggiati con valvole termostatiche.

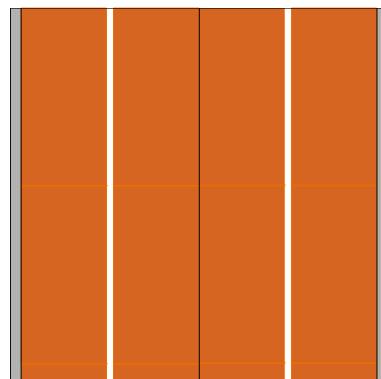
## 2.2. Dettaglio strutture dell'edificio

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

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

Trasmittanza totale calcolata	1,185	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,185	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	900,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,084	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	16,47	h
Smorzamento	0,071	---
Capacità termica interna	64.088	kJ/m <sup>2</sup> K

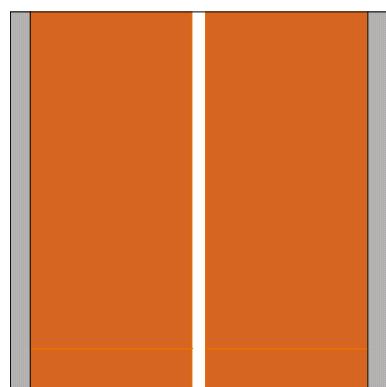
Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di calce o di calce e cemento	60,000	0,017	1,5
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	3,125	0,320	25,0
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	3,125	0,320	25,0
Malta di calce o di calce e cemento	60,000	0,017	1,5
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Total:		0,844	53,0



**Chiusura opaca verticale confinante con l'ambiente interno - Parete sottofinestra**

Trasmittanza totale calcolata	1,908	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,908	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	450,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,683	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	8,46	h
Smorzamento	0,358	---
Capacità termica interna	72,429	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond.	Res.	Spes.
	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di calce o di calce e cemento	60,000	0,017	1,5
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	3,125	0,320	25,0
Malta di calce o di calce e cemento	60,000	0,017	1,5
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Total:		0,524	28,0



**Chiusura opaca orizzontale – Basamenti su terreno cm 35**

Trasmittanza totale calcolata	1,500	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,500	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	0,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,000	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m <sup>2</sup> K

**Chiusura opaca orizzontale - Basamenti su vespaio o cantina cm 35**

Trasmittanza totale calcolata	1,150	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,150	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	0,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,000	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m <sup>2</sup> K

**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]:	---

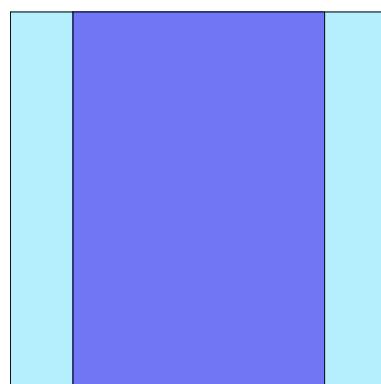
Massa superficiale: 0,0 kg/m<sup>2</sup>**Chiusura opaca orizzontale – Tetto a falda in legno cm 25**

Trasmittanza totale calcolata	1,800	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,800	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	0,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,000	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m <sup>2</sup> K

**Chiusura trasparente – Vetro doppio normale 4-16-4**

Trasmittanza totale calcolata	2,732	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	2,732	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	20,02	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	2,729	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	0,25	h
Smorzamento	0,999	---
Capacità termica interna	5,649	kJ/m <sup>2</sup> K

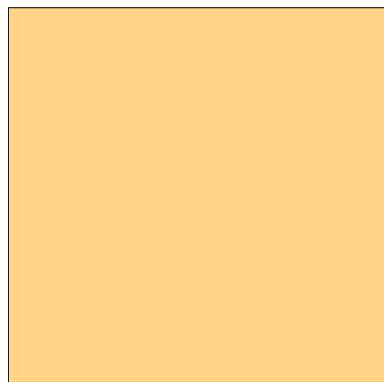
Materiale	Cond.	Res.	Spes.
	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Vetro da finestre	250,000	0,004	0,4
Aria tra vetrate non trattate (16 mm)	5,313	0,188	1,6
Vetro da finestre	250,000	0,004	0,4
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
<b>Total:</b>		<b>0,366</b>	<b>2,4</b>



**Chiusura– Portone in legno**

Trasmittanza totale calcolata	0,903	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	0,903	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	90,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,390	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	8,04	h
Smorzamento	0,432	---
Capacità termica interna	42,669	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond.	Res.	Spes.
	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici (600 kg/m <sup>3</sup> )	1,067	0,937	15,0
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Total:		1,107	15,0



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	est	64,07	9,3	649,25	6	6	14,94
					1	28	86,828
					2	15	27,825
PARETE_2	ovest	64,07	9,3	649,25	6	6	14,94
					1	28	86,828
					2	15	27,825
PARETE_3	est	11,25	9,3	104,63	6	6	14,94
PARETE_4	est	38,14	9,3	354,70	1	22	68,222
					2	4	7,42
PARETE_5	ovest	38,14	9,3	354,70	1	22	0
					2	4	7,42
PARETE_6	ovest	11,25	9,3	104,63	6	6	14,94
PARETE_7	sud	11,5	4,65	53,48	1	1	3,101
					4	2	0,87
					5	1	0,653
					2	6	11,13
					1	2	6,202
					7	1	5,555
					3	18	19,206
PARETE_9	sud	23,51	18.00	323,26	1	14	43,414
					4	2	0,87
PARETE_10	sud	6,72	13,75	92,40	5	1	0,653
					2	6	11,13
					1	2	6,202
					7	1	5,555
PARETE_11	sud	11,5	4,65	53,48	1	1	3,101
PARETE_12	nord	11,3	13,75	155,38	2	6	11,13
					1	6	18,606
PARETE_13	nord	27,15	11,3	306,80	2	23	42,665
PARETE_14	nord	11,3	15,25	172,33	2	6	11,13
					1	6	18,606
PARETE_15	nord	27,15	3,95	107,24	2	5	9,275
PARETE_16	nord	7	9,3	65,10	2	2	3,71
					4	1	0,435
PARETE_17	nord	7	9,3	65,10	2	2	3,71
					4	1	0,435

PARETE_18	est	4,15	3,95	16,39			
PARETE_19	ovest	4,15	3,95	16,39			
PARETE_26	nn riscald. Fuori terra	52,07	1,5	78,11	4	8	3,48
					5	11	7,183
PARETE_27	nn riscald. Fuori terra	64	1,5	96,00	4	8	3,48
					5	11	7,183
PARETE_28	nn riscald. Fuori terra	49,39	1,5	74,09	4	5	2,175
					5	11	7,183
PARETE_29	nn riscald. Fuori terra	38,14	1,5	57,21	4	5	2,175
					5	11	7,183
PARETE_30	nn riscald. Fuori terra	36,95	1,5	55,43	4	6	2,61
					5	4	2,612
PARETE_31	nn riscald. Fuori terra	38,44	1,5	57,66	4	8	3,48
					5	4	2,612
PARETE_20	nn riscald.	52,07	3,65	190,06			
PARETE_21	nn riscald.	64	3,65	233,60			
PARETE_22	nn riscald.	49,39	3,65	180,27			
PARETE_23	nn riscald.	38,14	3,65	139,21			
PARETE_24	nn riscald.	36,95	3,65	134,87			
PARETE_25	nn riscald.	38,44	3,65	140,31			
Basamento				2139,00			
Copertura				2139,00			

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 due caldaie a basamento modulanti (fluido temovettore acqua) installate nel 2008 e che provvedono alla sola produzione di acqua calda per l'utilizzo riscaldamento. I generatori di calore sono ospitati in un locale centrale termica, al piano seminterrato dell'edificio, adiacente ad ambienti non riscaldati e con aperture verso l'esterno. I generatori sono dotati di bruciatore atmosferico bistadio. Il buon isolamento contribuisce a limitare il valore di perdite al mantello. Lo scarico dei fumi avviene in camino singolo, che si presume sia monoparete. La seconda caldaia viene azionata tramite relè quando la richiesta termica è massima nei giorni più freddi dell'anno.

Non è presente alcun sistema di ventilazione meccanica controllata. Nel modello di diagnosi, si sono considerati ricambi orari pari a 0,74 vol/h.

---

Caldaia - 1	VIESMANN - VITOPLEX 300
Anno	2008
Combustibile	Metano
Potenza termica utile nominale	225 kW
Potenza al focolare nominale	243 kW
Potenza utile a carico ridotto	141kW
Potenza al focolare a carico ridotto	152kW
Rendimento termico al 100% del carico termico	93,1%
Rendimento termico al 30% del carico termico	96,5%
T. media di acqua nel generatore	70°
T. fumi	120°
Pot. Elettrica Pompa Anticondensa	45-65-90 W (Grundfos 32-60)

Caldaia - 2	VIESMANN - VITOPLEX 300
Anno	2008
Combustibile	Metano
Potenza termica utile nominale	105 kW
Potenza al focolare nominale	114 kW
Potenza utile a carico ridotto	691kW
Potenza al focolare a carico ridotto	75kW
Rendimento termico al 100% del carico termico	92,3%
Rendimento termico al 30% del carico termico	96,2%
T. media di acqua nel generatore	70°
T. fumi	120°
Pot. Elettrica Pompa Anticondensa	45-65-90 W (Grundfos 32-60)

### 2.3.2. Sottosistema di distribuzione

L'impianto è dotato di quattro circuiti di distribuzione alimentati da pompe a giri fissi installate in centrale termica. In centrale termica sono presenti un collettore di mandata ed uno di ritorno. Il tratto di distribuzione presente in centrale termica risulta ottimamente isolato, il che contribuisce a limitare le perdite di distribuzione sulla linea stessa.

Pompa di distribuzione 1 - Circuito Presidenza (Gemellare) - Radiatori

Marca	GRUNDFOS
Modello	UPSD 40-50
Assorbimento	90-130-140 W

Pompa di distribuzione 2 – Circuito Medie (Gemellare) - Radiatori

Marca	GRUNDFOS
Modello	UPS 65-120
Assorbimento	180-240-345 W

Pompa di distribuzione 3 – Circuito Elementari (Gemellare) - Radiatori

Marca	GRUNDFOS
Modello	UPS 65-120
Assorbimento	180-240-345 W

Pompa di distribuzione 3 – Circuito Lega Tumori (Singola) - Radiatori

Marca	GRUNDFOS
Modello	UPS 25-60
Assorbimento	45-65-90 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 se non in centrale termica.

La distribuzione ai piani avviene mediante colonne montanti (verticale) e distribuzione ai piani (orizzontale). Le pompe sono state impostate sulla seconda velocità. Nella diagnosi si è considerato un rendimento di distribuzione pari a 94%.

### 2.3.3. Sottosistema di emissione

L'emissione del calore è garantita da termosifoni non equipaggiati con valvole termostatiche.

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

Si è stimata una potenza totale degli emettitori pari 315 kW, ripartita come sotto:

– Piano seminterrato	15 kW
– Piano rialzato	115 kW
– Piano primo	140 kW
– Piano secondo	65 kW

### 2.3.4. Sottosistema di regolazione

La regolazione avviene mediante sonda climatica, che comanda una valvola miscelatrice, per circuito, 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 boiler elettrici ad accumulo presenti nei bagni. Si è stimata una potenza termica totale di circa 25 kW.

## 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	227.390,15	14.419,74	11.453,21	1.165,25	200.555,88
Febbraio	178.237,37	13.020,67	16.828,09	1.682,94	147.238,80
Marzo	138.378,39	14.415,74	28.105,63	2.807,95	95.605,20
Aprile	45.737,95	6.975,36	16.676,39	1.658,98	23.935,79
Ottobre	54.331,17	7.905,40	11.163,53	1.119,35	35.575,48
Novembre	147.339,05	13.950,72	12.595,38	1.278,73	120.051,55
Dicembre	206.582,20	14.415,74	9.762	996,20	181.604,27
Totale					804.566,99

**Raffrescamento**

Mese	Qht [kWh]	Qint [kWh]	Qsol,i [kWh]	Qsol,e [kWh]	Qc [kWh]
Giugno	42.667,81	12.090,62	39.222,99	3.952,23	14.221,55
Luglio	23.934,70	14.415,74	49.591,77	4.981,15	45.060,23
Agosto	34.338,67	14.415,74	42.307,53	4.216,32	26.819,08
Settembre	3.773,16	930,04	2.443,27	243,57	366,90
					86.467,77

**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	200.555,88	200.529,33	269.204,30
Febbraio	147.238,80	147.214,82	197.229,18
Marzo	95.605,20	95.578,65	127.880,93
Aprile	23.935,80	23.922,94	32.320,07
Ottobre	35.575,48	35.560,92	47.797,42
Novembre	120.051,55	120.025,85	160.363,34
Dicembre	181.604,27	181.577,71	243.512,84
<b>Totale</b>	<b>804.566,99</b>	<b>804.410,24</b>	<b>1.078.314,10</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: 41,654 kWh/m<sup>3</sup>anno**3.2. Indicatori energetici reali**Potenza termica per unità di volume (W/m<sup>3</sup>) 14,6

Con il metodo della firma energetica si è verificato il corretto dimensionamento del generatore di calore. Il parametro corretto calcolato con tale metodologia è 26,4 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>) 26,4 (Con metodo della firma energetica)

Energia termica per unità di volume (kWh/m<sup>3</sup>/a) 23,2 (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.

Considerando che sull'involucro trasparente dell'istituto comprensivo si è già intervenuti , sostituendo i serramenti originali con dei nuovi serramenti performanti energeticamente e che sulla facciata esterna non è praticabile l'opzione della coibentazione dall'esterno mediante cappotto isolante, per la valenza storico artistica della facciata stessa ed è molto difficile in termini di costi benefici, considerare l'opzione della coibentazione dall'interno.

Avendo scartato gli interventi sulle chiusure verticali si può ipotizzare invece, facendo un'attenta analisi in termini di benefici, oltre che di confort interno, anche economici, la coibentazione della chiusura orizzontale , in particolare quella superiore nel sottotetto, per mezzo di materassini isolanti, che hanno un ottimo rapporto costo benefici.

La centrale termica è stata recentemente riqualificata, con la sostituzione del generatore di calore, l'isolamento delle tubazioni di distribuzione e l'installazione di nuove pompe di ricircolo. Non si consigliano pertanto interventi sostanziali, ma solamente raccomandazione da inserire in un'ottica di programmazione futura.

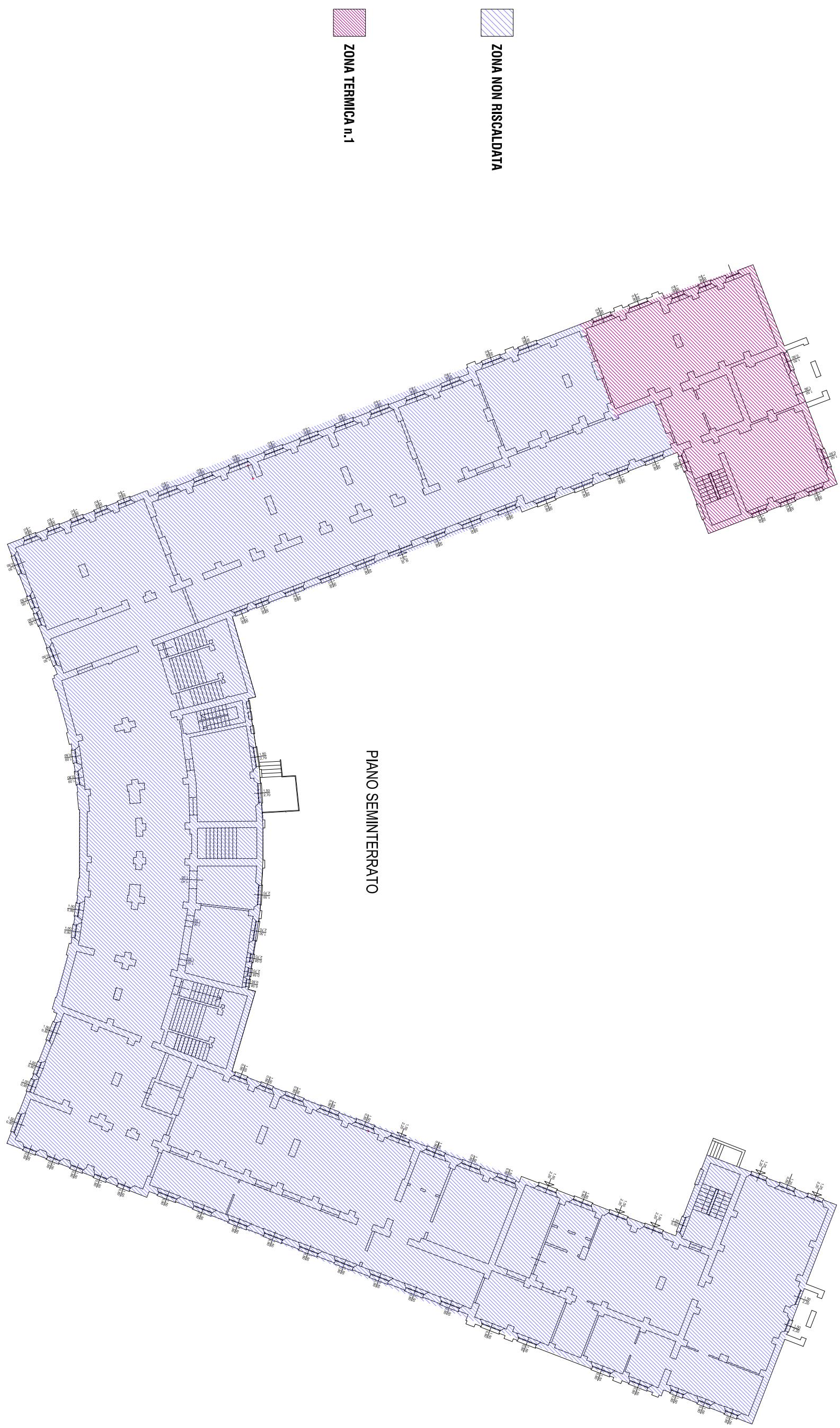
Si suggerisce di:

- Installare valvole termostatiche sui corpi scaldanti;
- Installare un termostato di zona per piano per regolare la temperatura in base all'effettivo utilizzo dell'edificio;
- Sostituire le pompe di circolazione dei circuiti medie ed elementari con pompe a giri variabili.

# ALLEGATI

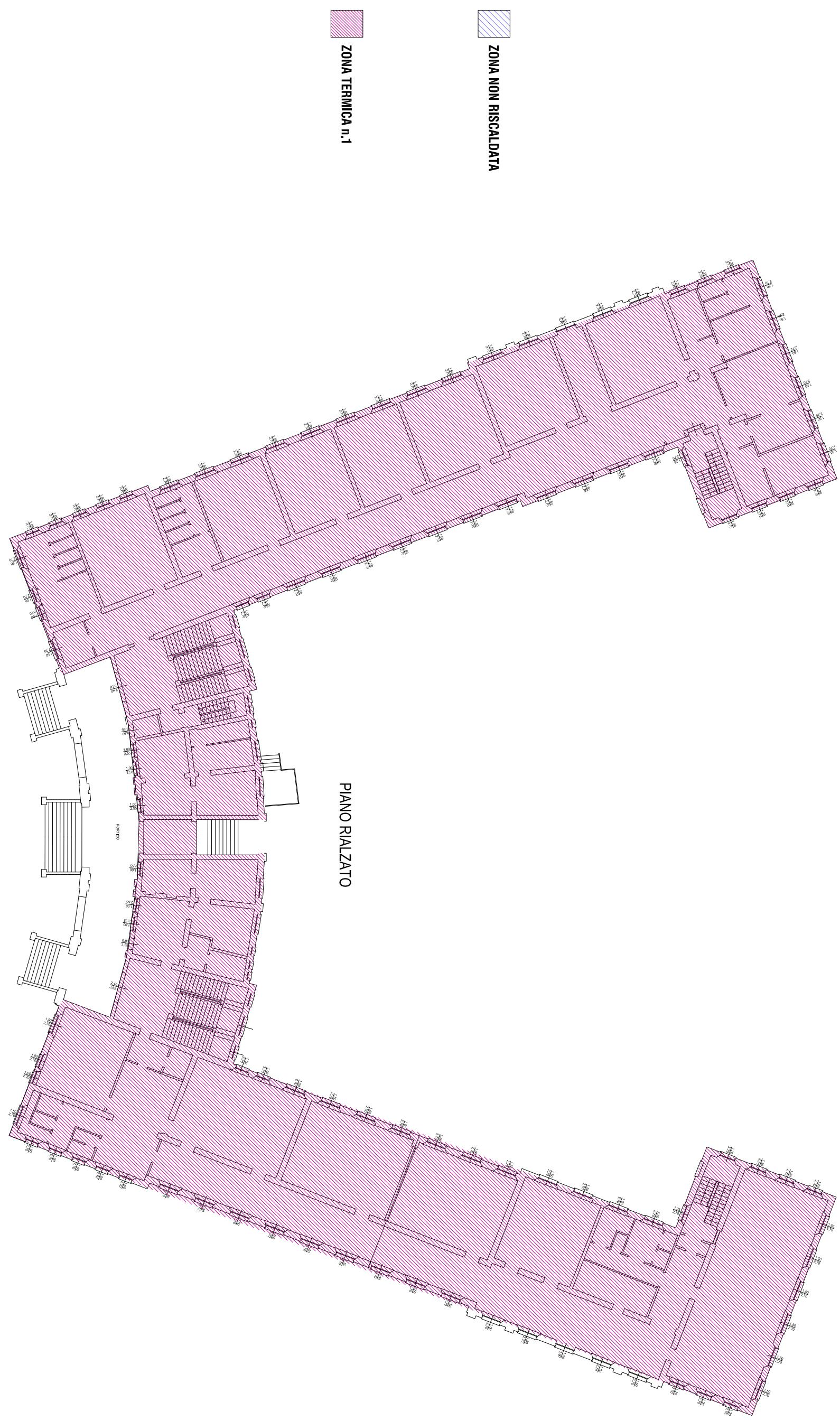
**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

arch. Tommaso Caenaro



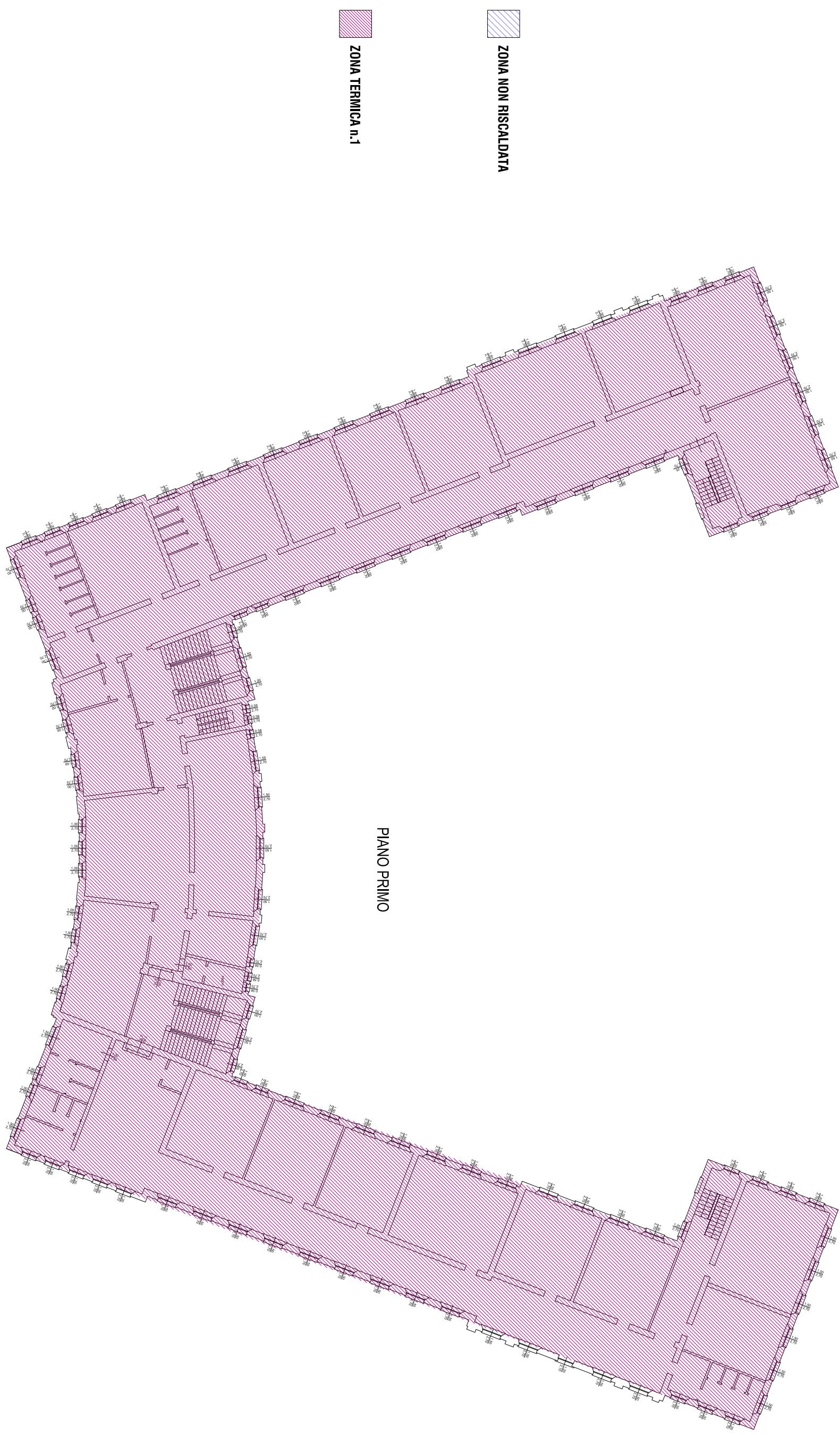
**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

arch. Tommaso Caenaro



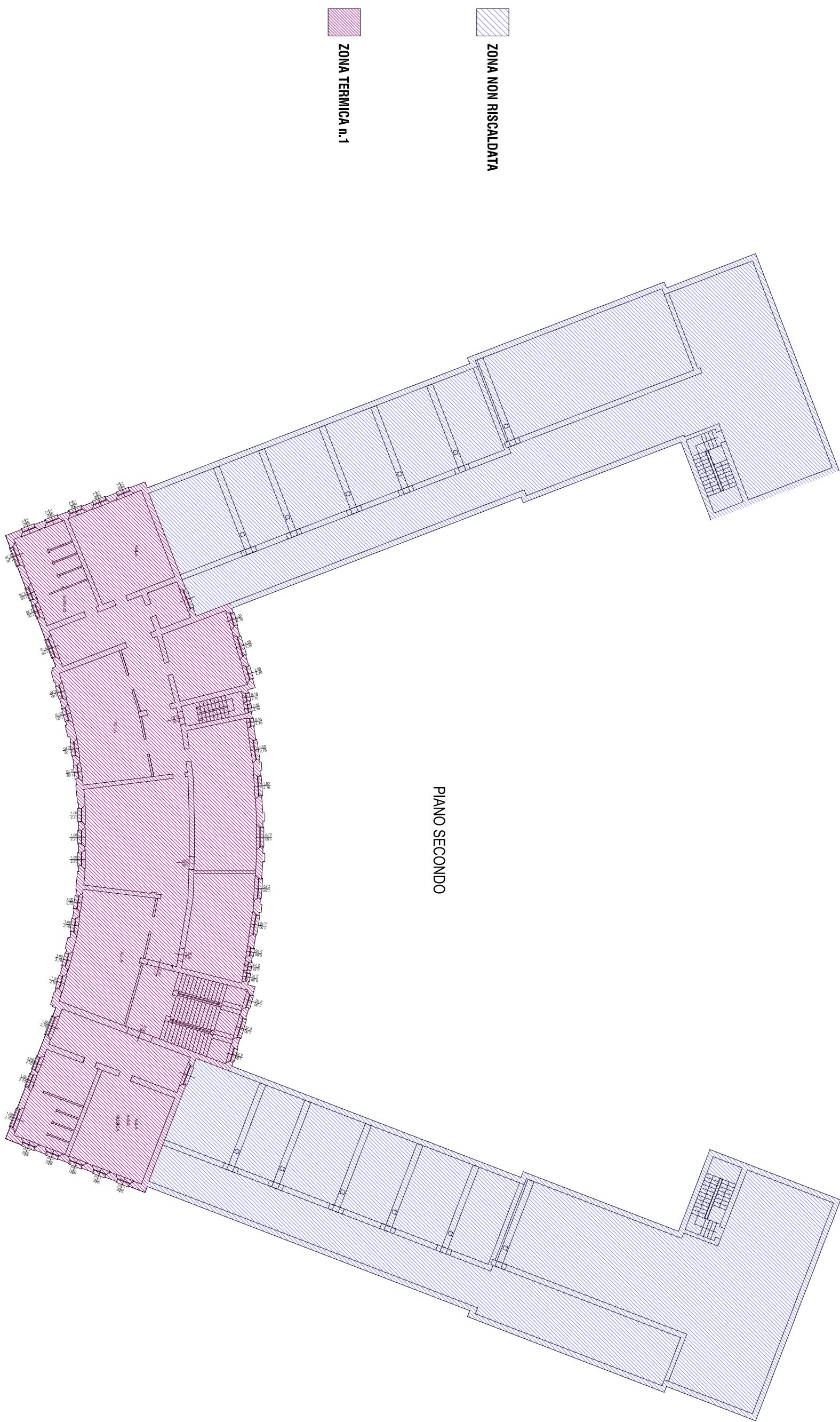
**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

arch. Tommaso Caenaro



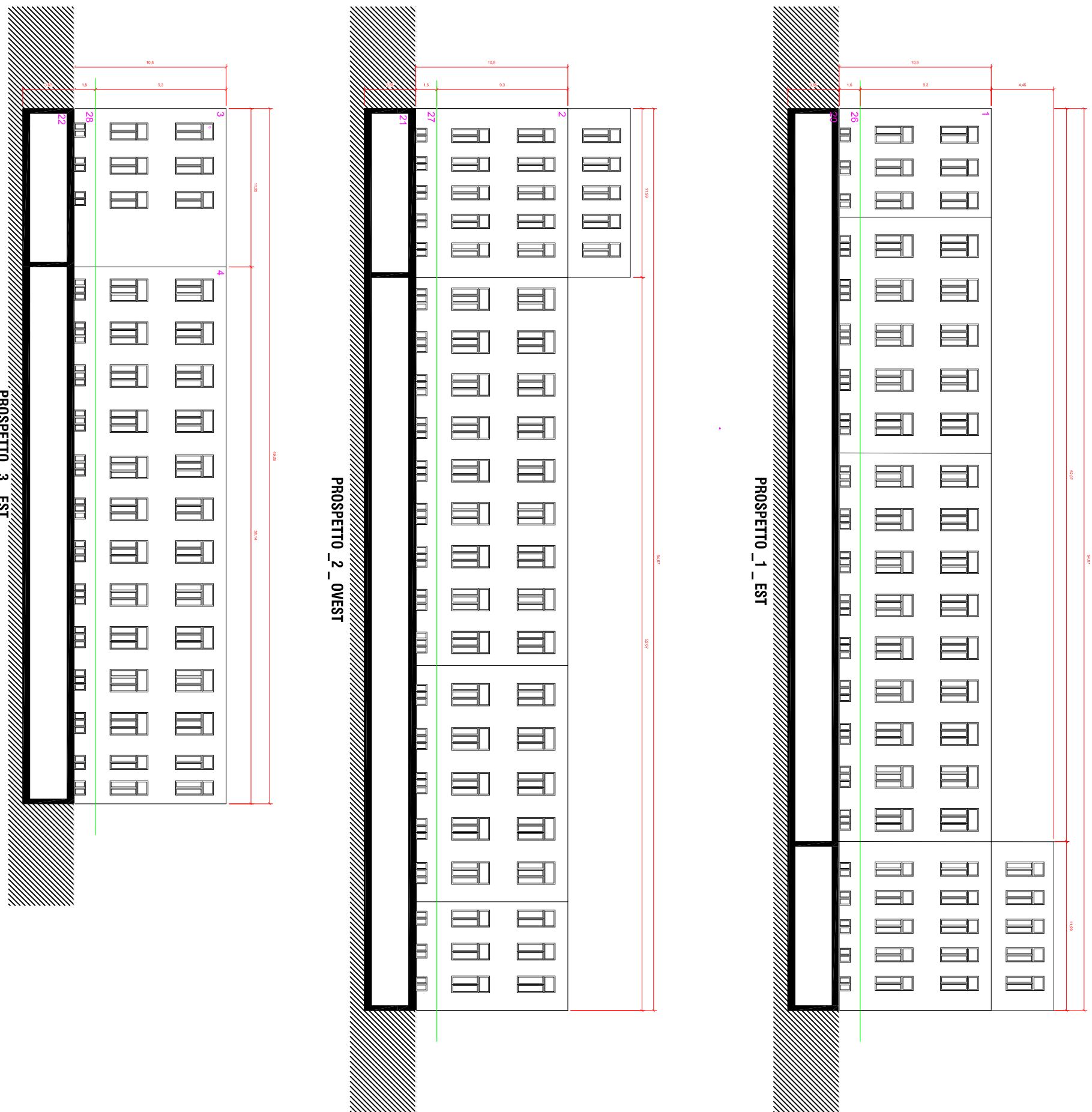
**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

arch. Tommaso Caenaro



**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

arch. Tommaso Caenaro



PROSPETTO \_1 \_EST

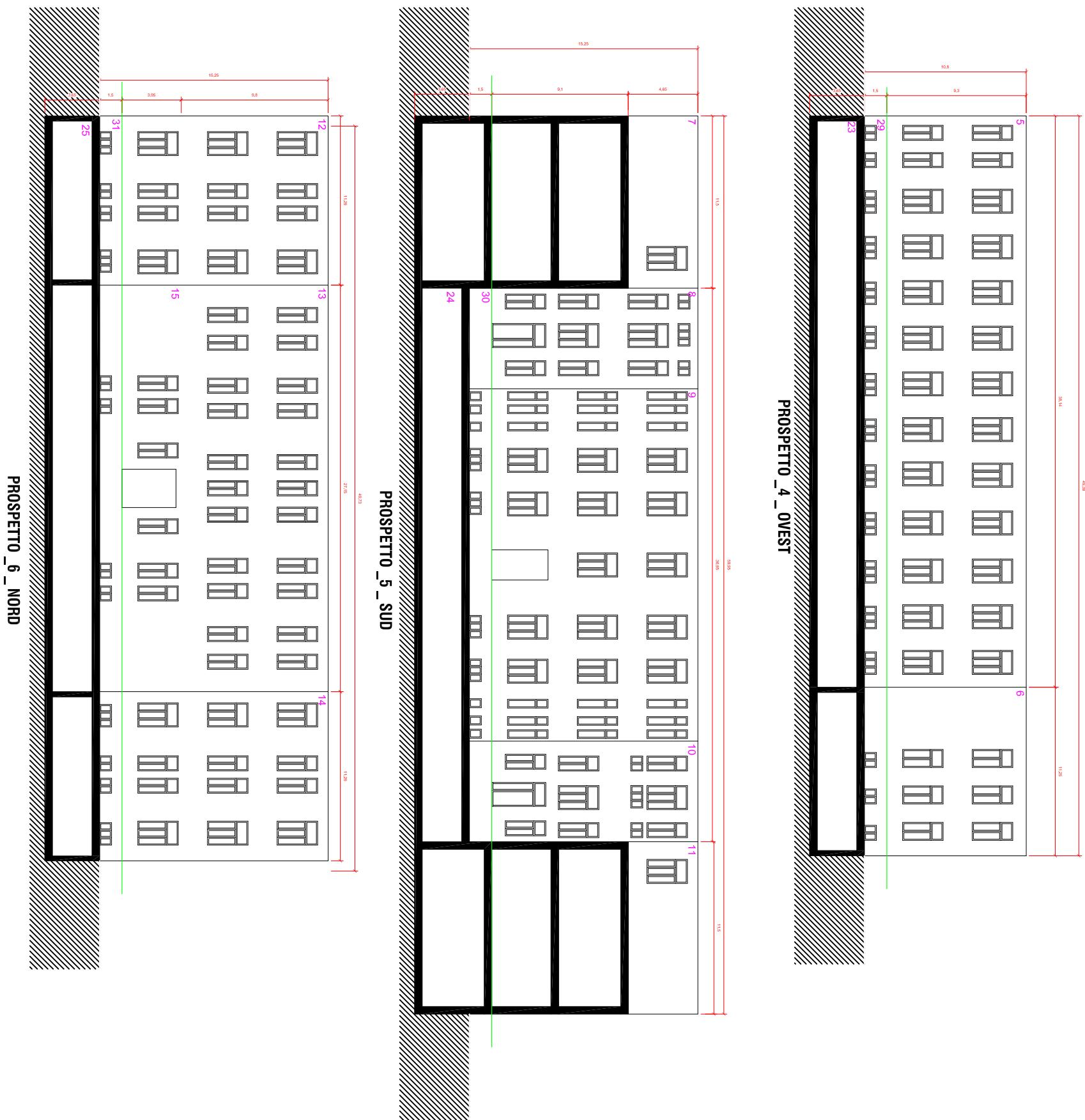


**greenvolts**  
GREEN PEOPLE FOR GREEN CITIES

**DIAGNOSI ENERGETICA - ISTITUTO SCOLASTICO COMPRENSIVO - Viale Pallavicino - Busseto (PR)**

---

arch. Tommaso Caenaro





**greenvolts**  
GREEN PEOPLE FOR GREEN CITIES

