



## Diagnosi Energetica

# MUNICIPIO

Piazz. G. Verdi - Busseto



Progettista: **Arch. Tommaso Caenaro**



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



# 1. DESCRIZIONE DELL'EDILIZIO

## 1.1 Descrizione generale

La sede Municipale del Comune di Busseto, denominata anche la rocca, fa parte di un grosso complesso edilizio che comprende, oltre che la sede del comune con i relativi servizi, appartamenti di proprietà comunale e non , e soprattutto l'edificio più rappresentativo del comune cioè il Teatro Giuseppe Verdi. L'intero edificio ha una pianta a corte a tre piani, con un cortile centrale da cui si può accedere ad uno scalone che porta all'ingresso degli uffici comunali al piano primo.

La sede comunale, distribuita sul piano terra e sul piano primo, è posizionato sul lato sud dell'edificio ed occupa metà della porzione. Al piano terra si trovano gli uffici comunali e la sede della polizia municipale ed i rispettivi ingressi sono posizionati direttamente sulla corte centrale. Mentre al piano primo, abbiamo sempre una parte degli uffici comunali, ma anche gli spazi di rappresentanza quali l'ufficio del sindaco e degli assessori e soprattutto una sala consigliare, che ha delle importanti qualità architettoniche.

La distribuzione verticale avviene per mezzo di uno scalone di rappresentanza posizonato sul lato lungo della corte, mentre la distribuzione orizzontale al piano terra, come già precedentemente esplicitato, posiziona gli accessi direttamente dalla corte ed all'interno dell'edificio ci sono dei corridoi che collegano i vari uffici. Mentre al piano primo la distribuzione orizzontale è organizzata per mezzo di un ampio ballatoio esterno da cui si può accedere agli uffici, alla sala consigliare ed anche agli spazi di rappresentanza del sindaco e degli assessori. Anche in questo caso c'è un corridoio interno che collega tutti gli spazi. Gli spazi destinati ad ufficio sono posizionati tutti a sud, in maniera da ottimizzare il fabbisogno di luce naturale ed aumentare gli apporti solari interni nel periodo invernale, la sala consigliare e gli uffici di rappresentanza sono anch'essi affacciati sul lato esterno dell'edificio, ma sono orientati non più a sud, ma a est.

Su tutta la pianta dell'edificio si sviluppa un piano interrato, adibito a cantina, deposito ed anche centrale termica, il solaio inferiore è appoggiato direttamente controterra, senza vespaio.

Un aspetto assolutamente da sottolineare di questo edificio è la valenza architettonica dello stesso, infatti è un edificio che manifesta nelle facciate ed anche in alcuni dettagli interni, come la già citata sala cosigliare ed i soffitti degli uffici e di molti spazi interni, una qualità architettonica da tenere conto nel momento in cui si prenderanno in considerazione interventi di efficienza energetica.

## 1.2 Ubicazione dell'edificio

Località	Comune di Busseto (PR)
Indirizzo	Piazza Giuseppe Verdi
Destinazione d'uso	Sede municipale
Categoria DPR 412/93	E.2 Edificio adibito ad uffici ed assimilabili

L'edificio ha un'unica zona termica riscaldata e due spazi non riscaldati, il primo spazio non riscaldato considerato sono gli appartamenti al piano secondo che non sono abitati e quindi sono stati considerati come se fossero un sottotetto. L'altro spazio non riscaldato è l'interrato. Le zone termiche e gli spazi non riscaldati, sono ben specificati negli elaborati grafici in allegato.

C'è da sottolineare che ai piano secondo ed al piano terzo, ci sono degli spazi adibiti ad appartamenti che non sono attualmente abitati e che nel modello di calcolo sono stati considerati come un sottotetto non isolato.

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

• Superficie utile	1.425,77mq
• Superficie riscaldata	1.078,87 mq
• Volume lordo	14.400,28 mc
• Volume netto	9.494 mc
• Superficie disperdente	2.368,76 mq
• Rapporto S/V	0,247

## 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	21.293	17.950,00	2711
2011	22.028	21.395,22	2977
2012	21.063	22.690,27	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 come non ci sia una difformità nell’andamento del grafico nella serie storica considerata, questo significa che l’edificio negl’anni considerati ha subito un utilizzo non omogeneo ed è per questo che il grafico non è costante, al netto della stagione climatica.

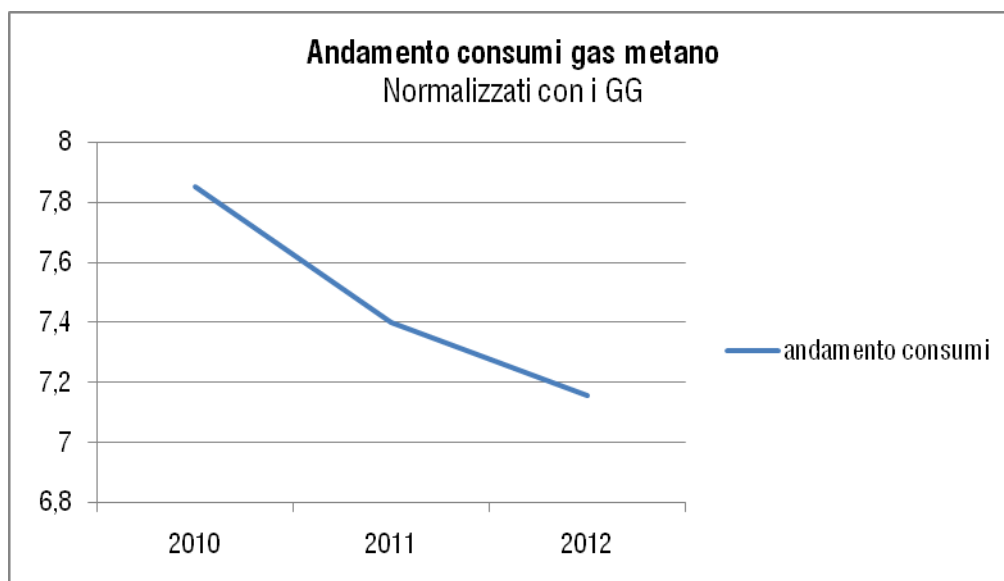


Grafico.1 – i dati di consumi di gas metano normalizzati con i gradi giorno reali

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

Si sono ipotizzati, dai sopralluoghi effettuati in situ, dalle interviste realizzate ai gestori-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) 5 (al netto dei giorni di apertura straordinaria)
- Numero di giorni in cui l'impianto termico non viene acceso in un anno 182
- Numero occupanti 50 circa
- Ore di riscaldamento (2010) \* 1.199,0
- Ore di riscaldamento (2011) \* 1.174,5
- Ore di riscaldamento (2012) \* 1.238,0

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

Alcuni dati utili sono stati desunti tramite interviste ai tecnici comunali competenti.

I fruitori dell'edificio non hanno sottolineato particolari discomfort termici nel periodo estivo, anche perché l'edificio è costruito con una struttura con una grossa massa termica che permette di attenuare il calore in ingresso nel periodo

## 1.4 Descrizione del modello di calcolo

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 corrige e parti 3 e 4.

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 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    296,2 W/m<sup>2</sup>  
di massima insolazione

## **1.5    Sopralluogo edificio**

Il sopralluogo è stato effettuato in due date: il 29 aprile ed il 6 maggio.

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 EDIFICIO**

### **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 sito 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 leggero.

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 legno e con un vetro semplice, sono ancora i serramenti originali e per questo motivo hanno una scarsa tenuta all'aria, tanto che si percepiscono grosse infiltrazioni d'aria dai fermavetri. I sistemi di ombreggiamento sono di tipo tradizionale in legno esterni.



La generazione del calore avviene con una caldaia a basamento (fluido termovettore acqua) installata attorno al 2000 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 non equipaggiati con valvola termostatica.

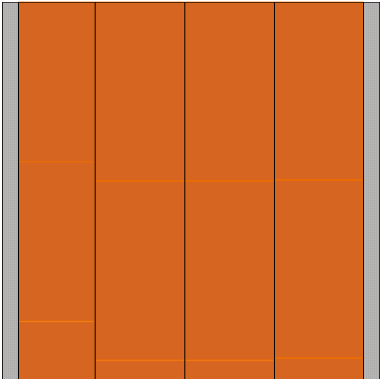
2.2. Dettaglio strutture dell’edificio

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

Chiusura opaca verticale confinante con l’ambiente esterno

Trasmittanza totale calcolata	1,116	W/m²K
Trasmittanza adottata	1,116	W/m²K
Massa superficiale	972,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,055	W/m²K
Sfasamento	18,31	h
Smorzamento	0,050	---
Capacità termica interna	68,130	kJ/m²K

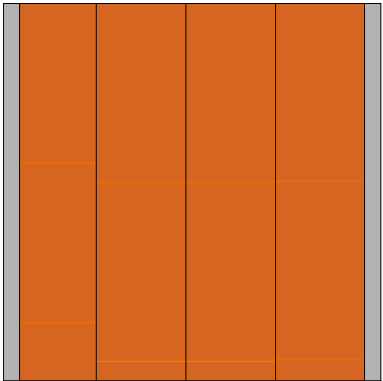
Materiale	Cond. [W/m²K]	Res. [m²K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	6,667	0,150	12,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Totale:		0,896	59,0



Chiusura opaca verticale confinante con l’ambiente interno

Trasmittanza totale calcolata	1,014	W/m²K
Trasmittanza adottata	1,014	W/m²K
Massa superficiale	972,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,033	W/m²K
Sfasamento	19,34	h
Smorzamento	0,033	---
Capacità termica interna	68,156	kJ/m²K

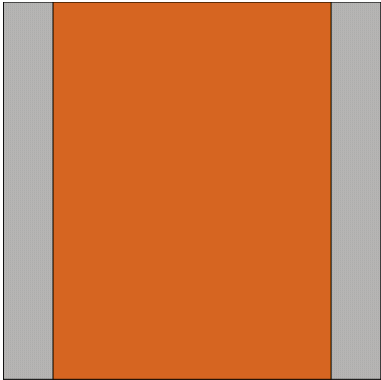
Materiale	Cond. [W/m²K]	Res. [m²K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	6,667	0,150	12,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Resistenza superficiale esterna	7,69	0,130	
Totale:		0,986	59,0



Chiusura opaca verticale - confinante con l’ambiente interno sottofinestra

Trasmittanza totale calcolata	2,591	W/m²K
Trasmittanza adottata	2,591	W/m²K
Massa superficiale	252,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	1,581	W/m²K
Sfasamento	5,49	h
Smorzamento	0,610	---
Capacità termica interna	75,424	kJ/m²K

Materiale	Cond. [W/m²K]	Res. [m²K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Mattone pieno di laterizio (280*140*60) spessore 140	5,556	0,180	14,0
Malta di cemento	56,000	0,018	2,5
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Totale:		0,386	19,0



Chiusura opaca orizzontale – Basamenti su terreno cm 35

Trasmittanza totale calcolata	1,500	W/m²K
Trasmittanza adottata	1,500	W/m²K
Massa superficiale	0,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,000	W/m²K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m²K

Chiusura opaca orizzontale – Soletta in laterocemento cm 35

Trasmittanza totale calcolata	1,300	W/m²K
Trasmittanza adottata	1,300	W/m²K
Massa superficiale	0,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,000	W/m²K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m²K

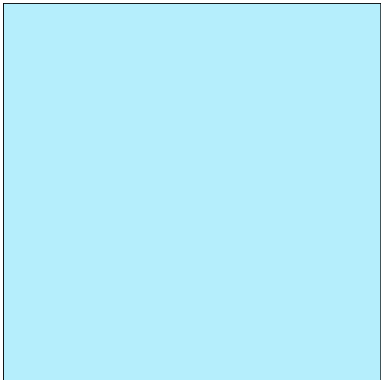
Chiusura opaca orizzontale - Basamenti su vespaio o cantina cm 35

Trasmittanza totale calcolata	1,150	W/m²K
Trasmittanza adottata	1,150	W/m²K
Massa superficiale	0,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,000	W/m²K
Sfasamento	0,00	h
Smorzamento	0,000	---
Capacità termica interna	0,000	kJ/m²K

Chiusura trasparente – Vetro singolo

Trasmittanza totale calcolata	5,747	W/m²K
Trasmittanza adottata	5,747	W/m²K
Massa superficiale	10,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	5,746	W/m²K
Sfasamento	0,07	h
Smorzamento	1,000	---
Capacità termica interna	1,810	kJ/m²K

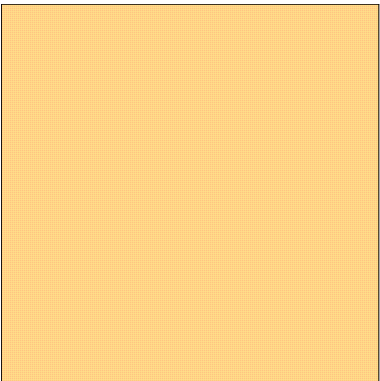
Materiale	Cond. [W/m²K]	Res. [m²K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Vetro da finestre	250,000	0,004	0,4
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Totale:		0,174	0,4



Chiusura– Portone in legno

Trasmittanza totale calcolata	0,903	W/m²K
Trasmittanza adottata	0,903	W/m²K
Massa superficiale	90,00	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,390	W/m²K
Sfasamento	8,04	h
Smorzamento	0,432	---
Capacità termica interna	42,669	kJ/m²K

Materiale	Cond. [W/m²K]	Res. [m²K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici (600 kg/m³)	1,067	0,937	15,0
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Totale:		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	OVEST	19,5	9,8	112,62	2	3	6,411
					5	1	8,92
					9	1	3,36
PARETE_ 2	EST	18,55	9,8	128,91	2	3	6,411
					6	1	3,36
					1	2	3,838
PARETE_ 3	nord	24,59	5	58,7	4	1	3,4
PARETE_ 4	nord	4,43	4,8	21,264	9	1	3,36
PARETE_ 5	nord	15,87	4,8	76,176	9	2	6,72
PARETE_ 6	EST	5,95	9,8	58,31	3	1	2,452
					2	1	2,137
PARETE_ 7	EST	26,63	9,8	210,094	2	3	6,411
					3	1	2,452
					10	2	3,688
PARETE_ 8	SUD	10,85	9,8	106,33	3	2	4,904
					2	2	4,274
PARETE_ 9	SUD	22,3	9,8	218,54	2	12	25,644
PARETE_ 10	SUD	10,41	9,8	102,018	2	4	8,548
PARETE_ 11	OVEST	6,03	9,8	59,094	2	1	2,137
PARETE_ 12	OVEST	27,21	9,8	180,21	1	6	11,514
					7	1	2,128
					2	1	2,137
PARETE_ 13	NN RISCALDATO	24,05	4,8	28,992			
PARETE_ 14	NN RISCALDATO	24,05	4,8	28,992			
PARETE_ 15	SUD	4,43	4,8	21,264	9	1	3,36
Basamento				546,77			
Copertura				879			

**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 termovettore acqua) installata attorno al 2000 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 seminterrato dell'edificio, adiacente ad ambienti non riscaldati e con aperture verso l'esterno. Il generatore è dotato di bruciatore atmosferico bistadio. Lo scarso isolamento della macchina, 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 0,7 vol/h.

Caldaia	BIKLIM
Anno	attorno al 2000
Combustibile	Metano
Potenza termica utile nominale	150,8 kW
Potenza al focolare nominale	166,8 kW
Rendimento termico al 100% del carico termico	88,4%
Rendimento termico al 30% del carico termico	86,5%
Rendimento di combustione	92%
T. media di acqua nel generatore	70°
T. fumi	100°
Pot. Assorbita Elett. Pompa anticondensa	55 W

### 2.3.2. Sottosistema di distribuzione

L'impianto è dotato di due circuiti di distribuzione alimentato 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 sufficientemente isolato, il che contribuisce a limitare le perdite di distribuzione sulla linea stessa.

## Pompa di distribuzione 1 – Circuito 1

Marca	Grundfos
Modello	UPS 40-120
Assorbimento	230-475-600 W

## Pompa di distribuzione 2 – Circuito 2

Marca	Grundfos
Modello	UMS 50-30
Assorbimento	50-150-260 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. Le pompe sono state impostate sulla seconda velocità. Nella diagnosi si è considerato un rendimento di distribuzione pari a 96,9%.

I collegamenti tra centrale termica e i piani sono garantiti da montanti in traccia, che si presume non siano isolati. Le tubazioni orizzontali nello scantinato risultato sufficientemente isolate.

### 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 valvola termostatica. L'attacco è quello di un sistema a bitubo.

In quasi tutti gli uffici è presente almeno un radiatore, alloggiato nella nicchia ricavata nel sottofinestra. Si è provveduto ad una stima della potenza installata locale per locale. La stima della potenza totale installata per emissione è pari a 65 kW. La potenza è equamente divisa tra piano terra e primo piano.

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 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 15 kW per un totale di potenza elettrica assorbita di 6 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	100.392,693	4.816,076	3.006,677	407,371	92.193,317
Febbraio	78.611,873	4.350,004	4.140,373	532,816	69.656,900
Marzo	60.832,108	4.816,076	6.424,864	786,019	49.079,110
Aprile	20.004,121	2.330,359	3.465,432	409,852	14.132,052
Ottobre	23.780,147	2.641,074	2.753,012	346,660	18.232,256
Novembre	64.836,188	4.660,718	3.280,008	435,414	56.540,897
Dicembre	91.144,764	4.816,076	2.576,665	354,998	83.428,272
TOTALE					383.262,804

## Raffrescamento

Mese	Qht [kWh]	Qint [kWh]	Qsol,i [kWh]	Qsol,e [kWh]	Qc [kWh]
Luglio	9.968,499	4.816,076	8.971,177	1.098,600	5.053,471
Agosto	7.039,169	2.485,716	4.370,479	520,829	980,327
TOTALE					6.033,798

## 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	92.193,317	92.185,132	135.194,541
Febbraio	69.656,900	69.649,508	102.394,362
Marzo	49.079,110	49.070,926	72.946,365
Aprile	14.132,052	14.128,091	21.514,222
Ottobre	18.232,256	18.227,767	27.552,514
Novembre	56.540,897	56.532,976	83.603,260
Dicembre	83.428,272	83.420,087	122.492,316
Totale	383.262,804	383.214,487	565.697,581

## 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: 59,578 kWh/m<sup>3</sup>anno

### 3.2. Indicatori energetici reali

Potenza termica per unità di volume (W/m<sup>3</sup>) 25,3

Con il metodo della firma energetica si è verificato il corretto dimensionamento del generatore di calore. Il parametro corretto calcolato con tale metodologia è 43,0 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>) 43,0 (Con metodo della firma energetica)

Energia termica per unità di volume (kWh/m<sup>3</sup>/a) 32,0 (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 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, si può invece considerare attentamente, in primis per un beneficio in termini di confort termico ed in seconda battuta come risparmio energetico, la sostituzione dei serramenti esistenti ed originali, con dei nuovi serramenti energeticamente performanti che mantengano comunque invariate le caratteristiche estetiche e geometriche della facciata.

L'attuale caldaia è stata stata installata attorno agli anni 2000 e risulta quindi piuttosto obsoleta e caratterizzata da rendimenti di produzione molto limitati.

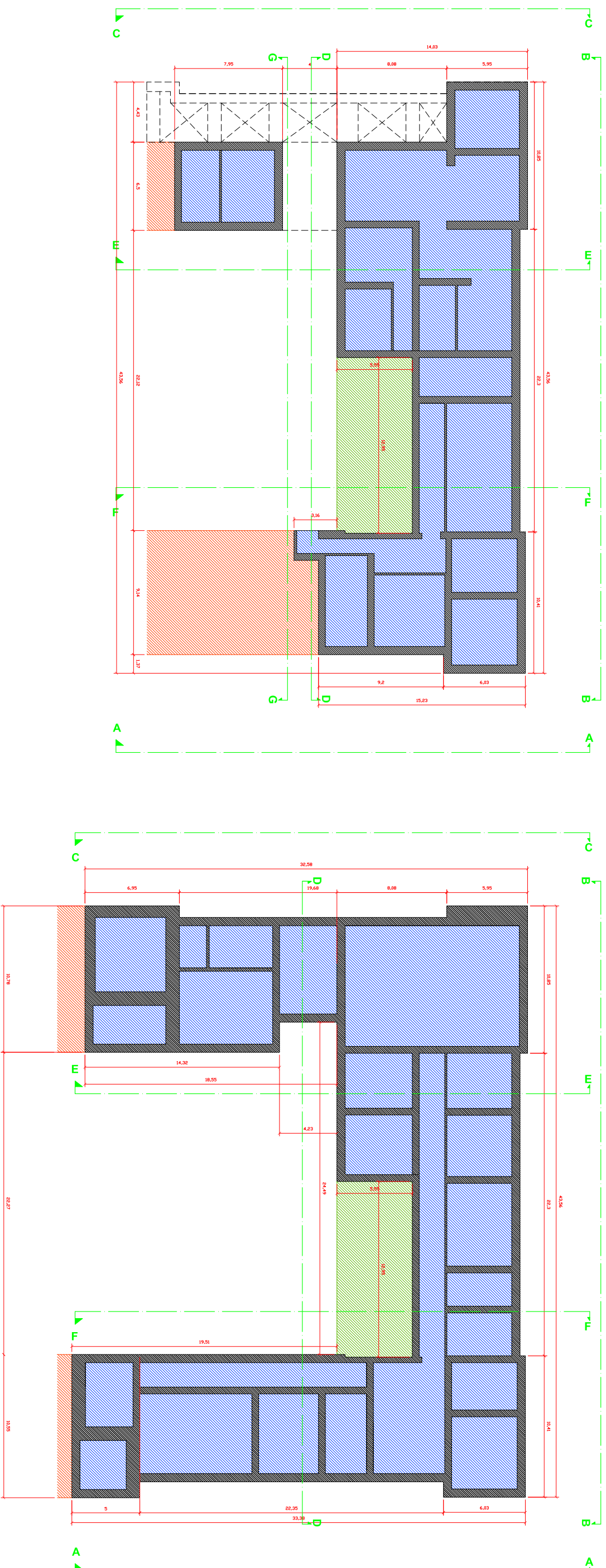
Per migliorare il rendimento di produzione sarebbe opportuno sostituire l'attuale generatore ad acqua calda con caldaia ad elevata efficienza – ad esempio a condensazione – alimentata a metano.

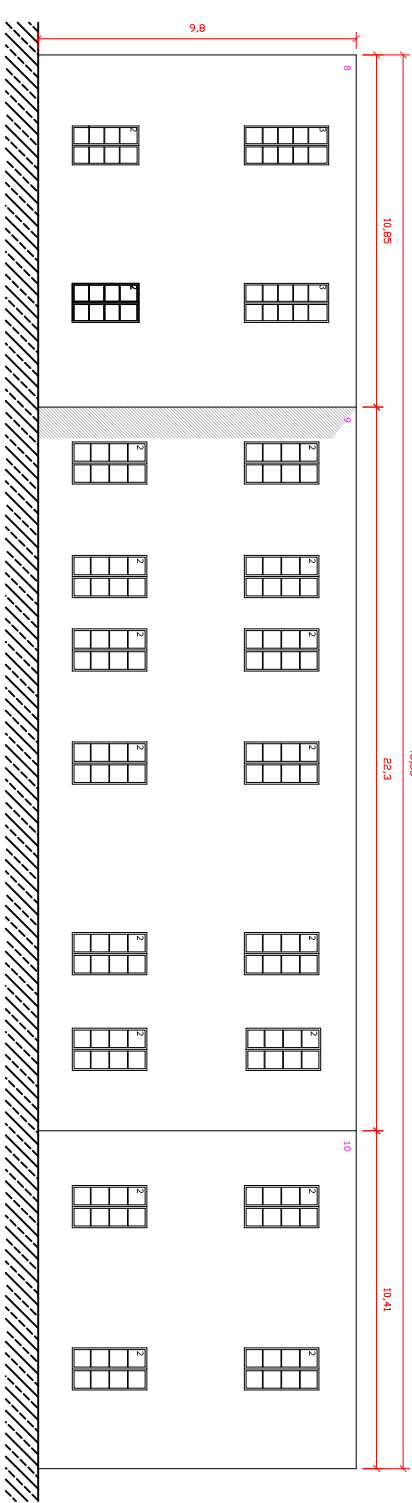
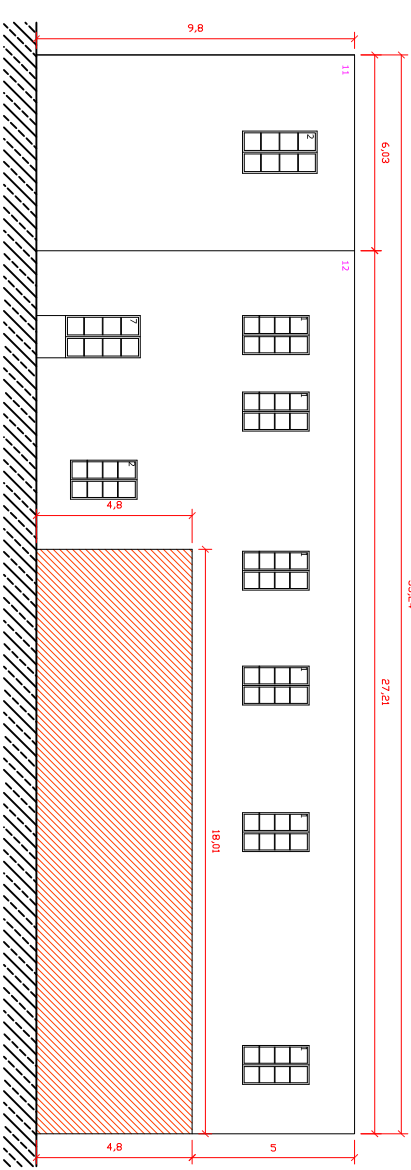
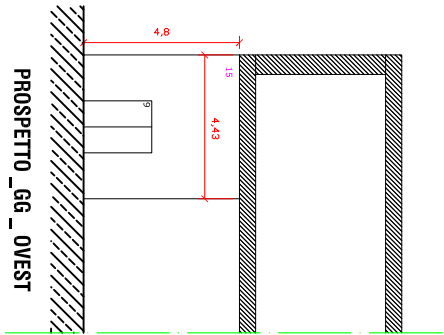
In caso di intervento sulla generazione del calore, sarebbe opportuno provvedere anche all'ammodernamento del sistema di distribuzione mediante l'adozione di elettropompe dotate di motori elettrici ad alta efficienza ed eventualmente di inverter ed isolando le tubature di distribuzione in centrale termica.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

Nella centrale termica esistono i corretti rapporti di spazio per prevedere tutti gli interventi considerati.

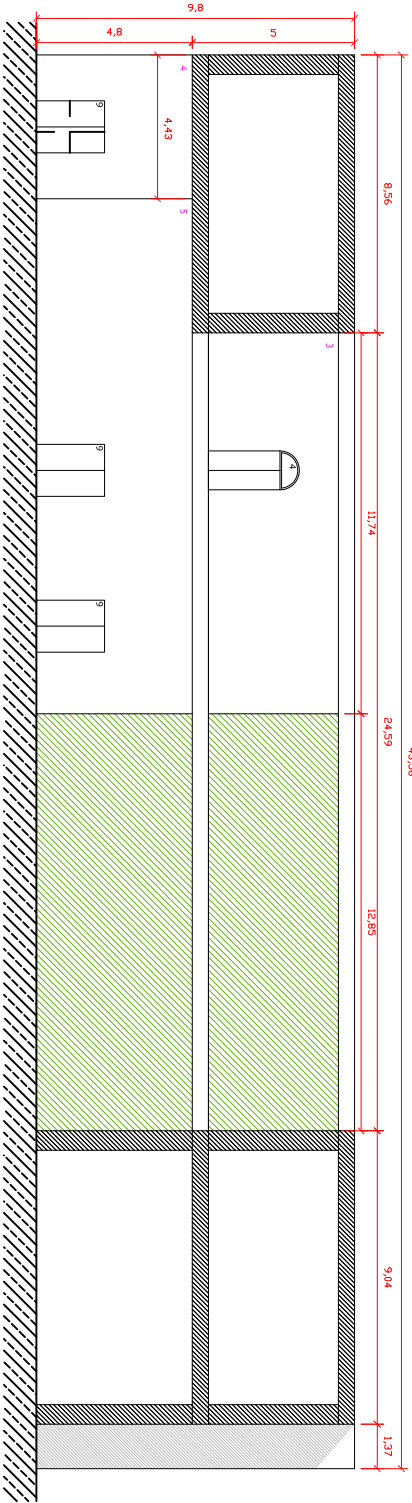
# ALLEGATI

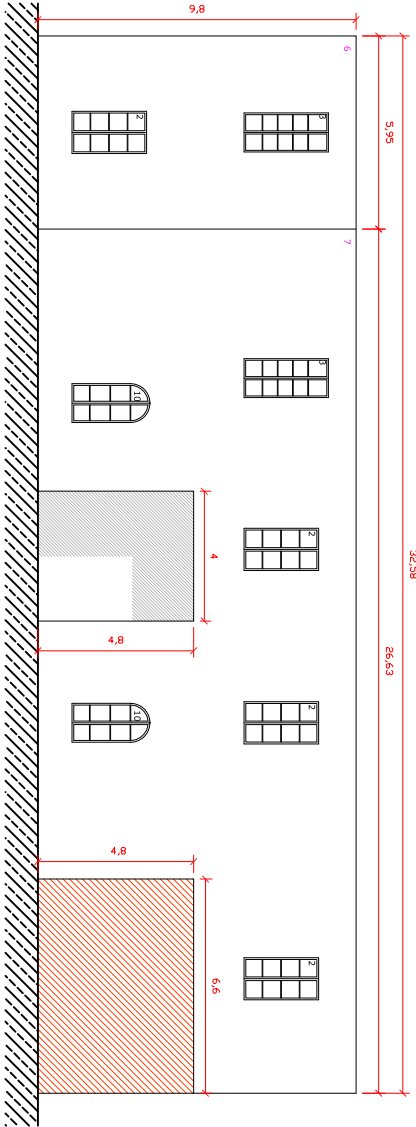




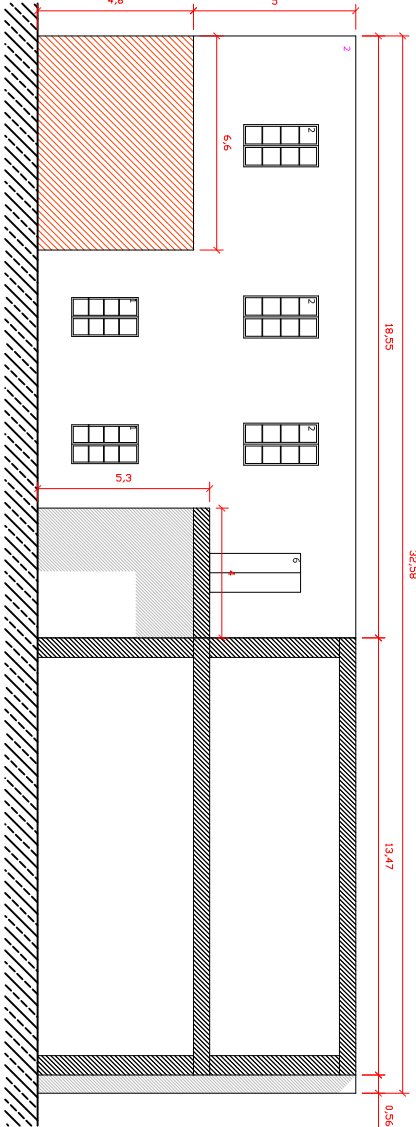
 ZONA NON RISCALDATA

 ZONA RISCALDATA CONFINANTE





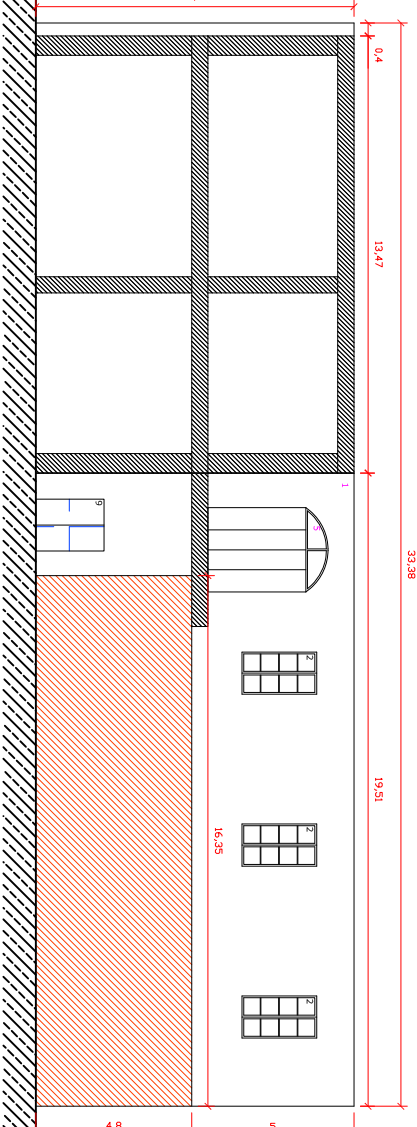
PROSPETTO\_CC\_EST



PROSPETTO\_EE\_EST

ZONA NON RISCALDATA

ZONA RISCALDATA CONFINANTE



PROSPETTO\_FF\_OVEST

