



REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

Scuola media "Viotti", Uffici economato e scuola elementare "Gabelli"
Via Scarlatti 13 – TORINO

Il Responsabile della diagnosi energetica

Ing. Nicola Sanna

Timbro e Firma



TEKNE

Sommario

1 Executive summary.....	2
2 Introduzione	4
2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio	4
2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento	5
2.2.1 UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza	9
2.3 Oggetto della diagnosi.....	11
2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto.....	12
2.5 Documentazione acquisita	12
3. Analisi dei consumi	13
3.1 Unità di misura, fattori di conversione.....	13
3.2 Modalità di raccolta dati di consumo	13
3.3 Analisi dei consumi elettrici.....	14
3.4 Analisi dei consumi termici.....	16
3.5 Risultati dell'analisi dei consumi	18
4 Descrizione dell'edificio.....	20
4.1 Informazioni sul sito	20
4.2 Foto del sito	21
4.3 Dati geografici.....	22
4.4 Caratteristiche dimensionali.....	22
4.5 Planimetrie	23
5 Modello termico	28
5.1 Modellazione involucro edilizio.....	28
5.2 Modello impianto termico.....	45
5.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo	47
5.4 Indice di prestazione energetica	48
6 Proposte di intervento.....	49
6.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche.....	49
6.2 Isolamento solaio sottotetto, copertura palestra e solaio su interrato	49
6.4 Cappotto esterno.....	50
6.5 Conclusioni	50

1 Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per il complesso scolastico sito tra via Scarlatti, via Santhià, via Feletto e via Monte Rosa. L'edificio ospita la succursale della scuola media "Viotti", con ingresso in via Scarlatti, gli uffici dell'economato e la scuola elementare "Gabelli" con ingresso in via Santhià. Il complesso è composto da 2 fabbricati da 3 piani fuori terra realizzati negli anni '20 con pareti portanti in mattoni pieni e tetto a falde su carpenteria lignea e manto di copertura in terracotta.

Dati geometrici:

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	7.923	15.689,10	47.094,80	0,33

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Elemento disperdente	U [W/mqK]	Elemento disperdente	U [W/mqK]
Muratura in mattoni pieni_vs esterno	0,960	serr_1 (125x270 cm)	2,963
Sottofinestra in mattoni pieni	1,322	serr_2 (150x270 cm)	2,999
Muratura in mattoni pieni_vs ZNR	0,884	serr_3 (80x270 cm)	4,766
Muratura in mattoni pieni_controtterra	1,015	serr_4 (80x270 cm)	3,004
Pavimento palestra vs vespaio	1,252	serr_5 (95x70 cm)	5,765
Pavimento refettorio su terreno	1,993	serr_6 (366x380 cm)	5,739
Pavimento vs interrato	1,577	serr_7 (125x290 cm)	2,940
Copertura vs esterno	1,493	serr_8 (82x178 cm)	2,980
Copertura vs sottotetto	1,730	Cassonetto non isolato	6,000

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	119.301	100.929	101.510
GG Arpa stazione Torino Giardini Reali	2.544	2.231	2.246
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	2,53	2,14	2,16

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	129.906	126.920
Consumo Specifico (kWh/mc)	2,76	2,69

Interventi proposti:

Interventi	Investimento €	Risparmio			PB anni
		%	Smc	€/anno	
Generatore di calore a condensazione + pompe di circolazione a inverter + valvole termostatiche	€ 189.834,47	15%	16.147	€ 10.900	17
Isolamento sottotetto, copertura palestra e solaio su interrato	€ 298.500,00	36%	38.103	€ 25.900	12
cappotto esterno	€ 713.700,00	32%	33.902	€ 23.000	31

2 Introduzione

2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio

La diagnosi energetica viene definita, nell'ambito della legislazione che regola l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, come la "procedura sistemica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati".

La diagnosi energetica, oltre ad essere un servizio obbligatorio per i soggetti coinvolti, diventa utile al committente nel momento in cui quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per decidere se e quali interventi di risparmio energetico mettere in atto. La vera finalità è la riduzione dei consumi energetici sono gli elementi fondamentali di una diagnosi.

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

- maggiore efficienza energetica del sistema;
- riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;
- riqualificazione del sistema energetico;

Tali obiettivi sono raggiungibili attraverso l'utilizzo dei seguenti sistemi:

- razionalizzazione dei flussi energetici;
- recupero delle energie disperse (es. recupero del calore);
- individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- autoproduzione di parte dell'energia consumata;
- miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione (O&M);
- buone pratiche;
- ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica.

2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento

NORME TECNICHE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO			
DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<u>Dir. Eu. 2003/87/CE</u>	Direttiva Europea Emission Trading	<i>Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio</i>
(2)	<u>Dir. Eu. 2012/27/UE</u>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>
LEGGI ITALIANE			
(3)	<u>D. Lgs. 4 aprile 2006, n° 216</u>	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	<i>Tra i settori industriali regolati dalla direttiva ET rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m³ e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m³</i>
(4)	<u>D. Lgs 115/08</u>	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	<i>Decreto con cui si promuove la diffusione dell'efficienza energetica in tutti i settori. E' introdotta e definita la diagnosi energetica. Decreto abrogato dal D. Lgs 102/14</i>
(5)	<u>D. Lgs.3 marzo 2011, n° 28</u>	Attuazione della direttiva 2009/28/CE del 23 aprile 2009 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili	<i>Decreto che definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti.</i>
(6)	<u>D. Lgs 102/14</u>	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	<i>In aggiunta l'Allegato 2 che riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia</i>
(7)	<u>D.M. 26 giugno 2015</u>	Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.	<i>Decreto che detta i criteri generali e i requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici. Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti e/o sottoposti a riqualificazione energetica</i>
NORME TECNICHE			
(8)	<u>UNI EN ISO 6946 : 2008</u>	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo	<i>Metodologia di calcolo per le resistenze termiche e le trasmittanze termiche dei componenti opachi</i>
(9)	<u>UNI EN ISO 10077 – 1 : 2007</u>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: generalità	<i>La norma fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni</i>
(10)	<u>UNI EN ISO</u>	Ponti termici in edilizia. Flussi	<i>La norma definisce le specifiche dei modelli geometrici</i>

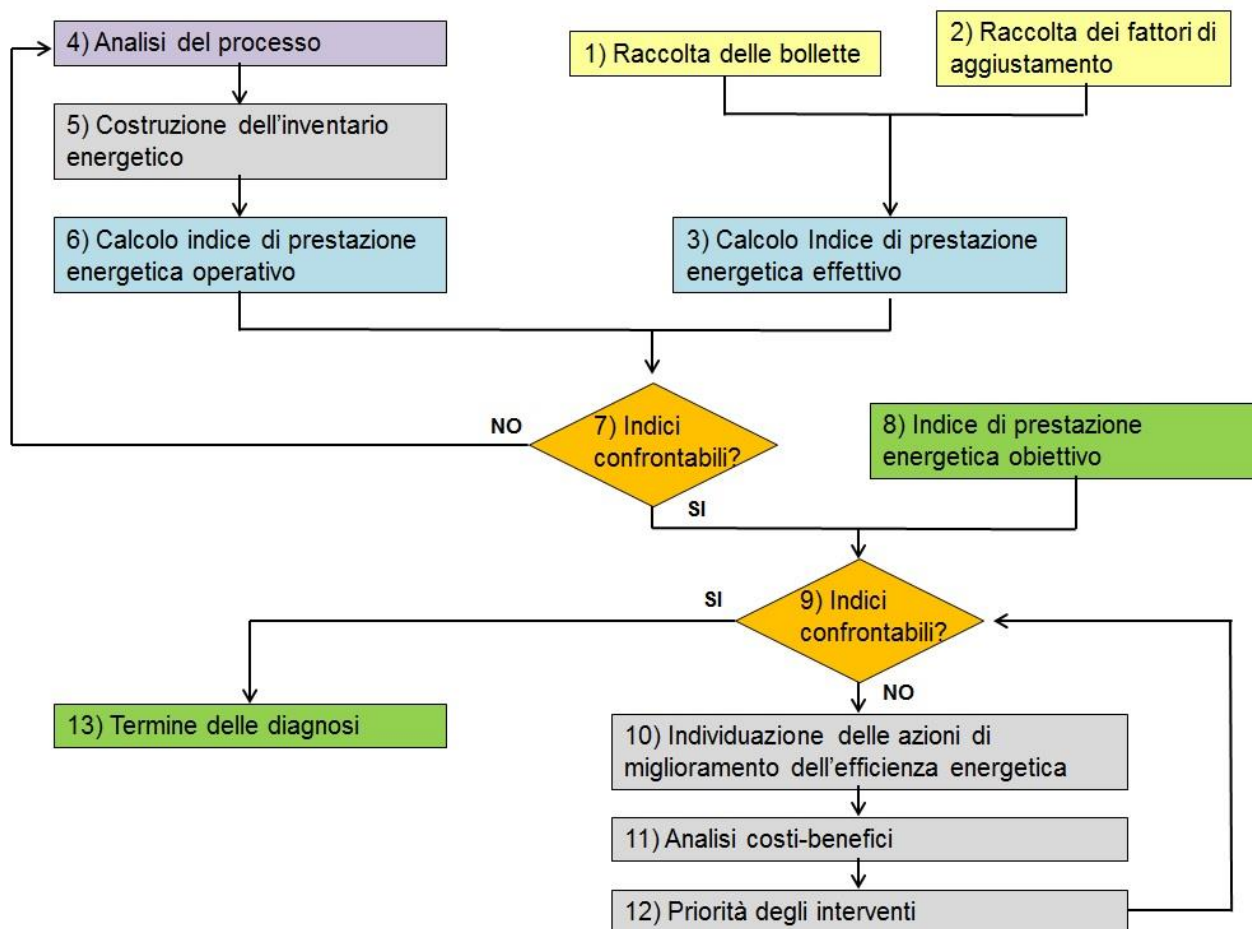
	<u>10211 : 1998</u>	termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati	<i>3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico. La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici che sono ad esse collegate</i>
(8)	<u>UNI 10339 : 1995</u>	Indicazioni in merito alla classificazione e la definizione dei requisiti minimi degli impianti e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi	<i>Applicata agli impianti aeraulici destinati al benessere delle persone e consentire di raggiungere e mantenere: le condizioni di qualità e movimento dell'aria e le condizioni termiche ed igrometriche dell'aria specifiche delle funzioni assegnate (filtrazione, riscaldamento ...)</i>
(9)	<u>UNI 10349 : 2016</u>	Dati climatici necessari per il riscaldamento ed il raffrescamento	<i>La seguente norma fornisce i dati climatici convenzionali necessari per la progettazione e la verifica sia degli edifici sia degli impianti tecnici per il riscaldamento ed il raffrescamento</i>
(10)	<u>UNI 10351 : 1994</u>	Valori di conduttività termica e permeabilità al vapore dei materiali da costruzione	<i>La presente norma fornisce i valori conduttività termica e di permeabilità al vapore dei materiali da costruzione. Deve essere applicata quando non esistano specifiche norme per il materiale considerato</i>
(11)	<u>UNI 10355 : 1994</u>	Murature e solai: Valori della resistenza termica e metodo di calcolo	<i>La norma fornisce i valori delle resistenze termiche unitarie di tipologie di pareti e solai più diffuse in Italia</i>
(12)	<u>UNI EN ISO 10456 : 2008</u>	Materiali e prodotti per l'edilizia – proprietà igrometriche – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto	<i>La norma specifica i metodi per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto per materiali e prodotti per l'edilizia tecnicamente omogenei. Fornisce i procedimenti per convertire i valori ottenuti per un insieme di condizioni in quelli validi per un altro insieme di condizioni</i>
(13)	<u>UNI/TS 11300 – 1 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale	<i>La norma specifica i procedimenti di calcolo per la determinazione dei fabbisogni di energia termica per la climatizzazione estiva ed invernale dell'edificio</i>
(14)	<u>UNI/TS 11300 – 2 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria	<i>La norma fornisce oltre ai metodi di calcolo dei fabbisogni di energia termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria ed il calcolo dei fabbisogni di energia fornita e energia primaria per i servizi di climatizzazione invernale e acqua calda sanitaria, anche il metodo di calcolo per la determinazione del fabbisogno di energia primaria per il servizio di ventilazione e le indicazioni e i dati nazionali per la determinazione dei fabbisogni di energia primaria per il servizio di illuminazione, per edifici non residenziali, in accordo con la UNI EN 15193</i>
(15)	<u>UNI/TS 11300 – 3 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva	<i>La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia primaria richiesta per la climatizzazione degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria in condizioni di riferimento per quanto riguarda i dati climatici, le temperature interne ed il consumo di acqua calda sanitaria</i>

(16)	<u>UNI/TS 11300</u> <u>- 4 : 2016</u>	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria	<i>La specifica calcola il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso vi siano sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili trattata nella UNI/TS 11300-2</i>
(17)	<u>UNI CEI</u> <u>11339</u>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>E' la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>
(18)	<u>UNI CEI TR</u> <u>11428:2011</u>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(19)	<u>UNI EN 12831</u> <u>: 2006</u>	Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto	<i>La norma fornisce metodi di calcolo delle dispersioni termiche di progetto e del carico termico in condizioni di progetto. Essa può essere utilizzata per tutti gli edifici con altezza interna non maggiore di 5 m, ipotizzati in regime termico stazionario alle condizioni di progetto</i>
(20)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13370 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo	<i>La norma descrive i metodi di calcolo dei coefficienti del trasferimento del calore e dei flussi termici degli elementi di edifici in contatto con il terreno, compresi le solette appoggiate al terreno, le solette su intercapedine e soprasuoli. Essa si applica agli elementi di edifici o loro parti, che si trovano al di sotto del piano orizzontale delimitato dal perimetro esterno dell'edificio</i>
(21)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13786 : 2001</u>	Prestazione termica dei componenti per edilizia – caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo	<i>La norma definisce metodi per il calcolo del comportamento termico in regime dinamico di componenti edilizi completi. Inoltre essa specifica quali siano le informazioni sul componente edilizio necessarie per il calcolo. Nelle appendici sono forniti metodi semplificati per la stima delle capacità termiche, informazioni per informatizzare il metodo di calcolo, un esempio di calcolo per un componente edilizio</i>
(22)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13789 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo	<i>La norma specifica un metodo e fornisce le convenzioni per il calcolo del coefficiente di perdita di calore per trasmissione di un intero edificio e di parti di edificio</i>
(23)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13790 : 2005</u>	Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento	<i>La norma fornisce un metodo di calcolo semplificato per la determinazione del fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento di edifici residenziali e non residenziali, o di loro parti</i>
(24)	<u>UNI EN ISO</u> <u>14001 : 2004</u>	Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso	<i>La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese, che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale</i>

			<i>applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli.</i>
(25)	<u>UNI EN ISO 14683 : 2001</u>	Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento	<i>La norma specifica dei metodi semplificati per la determinazione del flusso di calore attraverso i ponti termici lineari che si manifestano alla giunzioni degli elementi dell'edificio. Essa non tratta i ponti termici associati agli infissi e alle facciate</i>
(26)	<u>UNI EN ISO 15316 – 4 – 8 : 2011</u>	Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo di calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto	<i>Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti</i>
(27)	<u>UNI CEI EN 16212 : 2012</u>	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	<i>La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nelle automobili, nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali</i>
(28)	<u>UNI CEI EN 16231 : 2012</u>	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	<i>La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni</i>
(29)	<u>UNI CEI EN 16247 : 2012</u>	Requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche	<i>È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre: Parte 1 - Requisiti generali Parte 2 - Edifici Parte 3 - Processi Parte 4 - Trasporti Parte 5 – Auditor energetici (in fase di elaborazione)</i>
(30)	<u>UNI CEI EN ISO 50001 : 2011</u>	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	<i>E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</i>

2.2.1 UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza

Al fine di sintetizzare schematicamente la metodologia di lavoro adottata, si riporta di seguito un algoritmo riassuntivo delle fasi di lavoro di audit eseguito come previsto dalla “Procedura di dettaglio della diagnosi energetica” riportata nella UNI CEI TR 11428 par. 4.7.



Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

In base alla norma UNI CEI TR 11428, la Diagnosi Energetica (DE) deve prevedere almeno le seguenti azioni:

1) raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili, per uno o più anni considerati significativi ai fini della DE;	CAP.3
2) identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici (es.: orari di utilizzo; superfici, volumetrie, gradi giorno...)	CAP.3
3) identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento (es.: Tep/unità di prodotto anno, GJ/posto letto anno; kWh/m2 anno);	CAP.5
4) raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi (es.: Processo produttivo, censimento dei macchinari, layout e planimetrie, contratti di fornitura energetica, dati dell'edificio e degli impianti di produzione e trasformazione dell'energia);	CAP.4 e 5
5) costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;	CAP.5
6) calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;	PAR. 5.4
7) confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo. Se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi col passo successivo; altrimenti si ritorna al passo 4) e si affinerà l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza. La convergenza tra gli indici può considerarsi raggiunta per scostamenti percentuali tra gli indici ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico;	PAR.5.3
8) individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo (Nota. Il valore di riferimento serve per il confronto con l'indice di prestazione energetica che, in funzione del mandato impartito al REDE, può essere la media di settore o il benchmark o un riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore di intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da aHi di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo).	
9) se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro comparabili, la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo definito dall'indice di riferimento è stato raggiunto;	
10) se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo di cui al punto 8, si individuano le misure di miglioramento dell'efficienza che consentano il loro riallineamento;	
11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche;	CAP. 6
12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il REDE e il committente. Al termine di tale operazione, eseguire nuovamente il punto 9);	CAP. 6
13) una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.	

2.3 Oggetto della diagnosi

L'obiettivo di questo documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata da TEKNE spa sul complesso scolastico sito tra via Scarlatti, via Santhià, via Feletto e via Monte Rosa, che ospita la succursale della scuola media "Viotti", con ingresso in via Scarlatti, gli uffici dell'economato e la scuola elementare "Gabelli" con ingresso in via Santhià.

Dati geometrici:

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	7.923	15.689,10	47.094,80	0,33

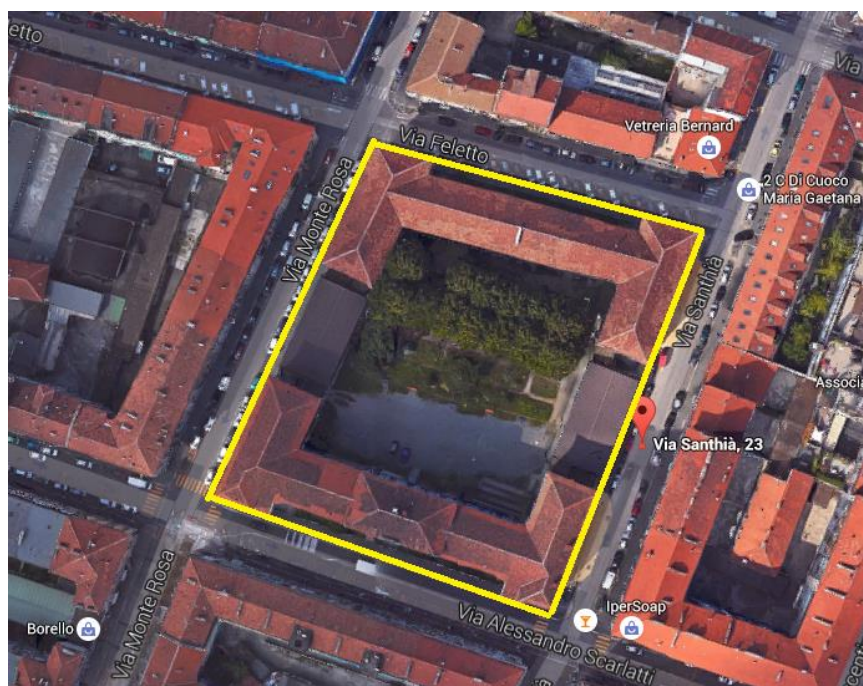
L'analisi dei consumi si basa sui consumi termici riferiti alle stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 e per quanto riguarda i consumi elettrici riferiti al 2014 e al 2015.

Consumi termici:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi reali (Smc)	119.301	100.929	101.510
GG Arpa stazione Torino Giardini Reali	2.544	2.231	2.246

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	129.906	126.920



Inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio oggetto di analisi

2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Ing. Nicola Sanna	EGE certificato TEKNE ESCo srl
Ing. Giulia Piras	Energy analyst TEKNE ESCo srl

2.5 Documentazione acquisita

I documenti acquisiti sono:

- piante quotate in scala, sezioni e prospetti del sito in questione;
- consumi termici rilevati attraverso letture periodiche per le stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015;
- consumi elettrici da bollette per gli anni 2014 e 2015;
- documentazione fotografica della centrale termica;
- rilievo con strumentazione non invasiva.

Strumentazione non invasiva utilizzata nei sopralluoghi:



Bindella metrica e distanziometro laser:

strumenti utilizzati al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti; misurazione dei locali e dei serramenti con l'utilizzo di bindella metrica e distanziometro laser.



Macchina fotografica digitale:

strumento utilizzato per registrare informazioni di interesse quali le tipologie dei componenti opachi e trasparenti, i terminali di emissione, i corpi illuminanti ed i componenti della centrale termica, con il rilievo di tutti i dati necessari di targa.

3. Analisi dei consumi

3.1 Unità di misura, fattori di conversione

In questo documento, tutti i vettori energetici considerati verranno riportati seguendo le unità di misura riportate in tabella. Ogni vettore è inoltre correlato con il fattore di conversione in tonnellate di petrolio equivalente (circolare Mise del 18 dicembre 2014 e indicazioni ENEA).

VEETTORE	FATTORE DI CONVERSIONE IN TEP	UNITÀ DI MISURA	FORTE
Energia Elettrica	0,000187	tep/kWh _e	ENEA
Metano	0,000777	tep/Smc	ENEA
Densità	0,678	Kg/Smc	

Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

3.2 Modalità di raccolta dati di consumo

Tutti i dati energetici sono costituiti da:

- Lettura diretta in campo;
- Analisi dei dati relativi alle bollette;
- Stima dei consumi delle utenze non monitorate.

3.3 Analisi dei consumi elettrici

L'edificio possiede un unico POD:

POD	IT020E00216689
-----	----------------

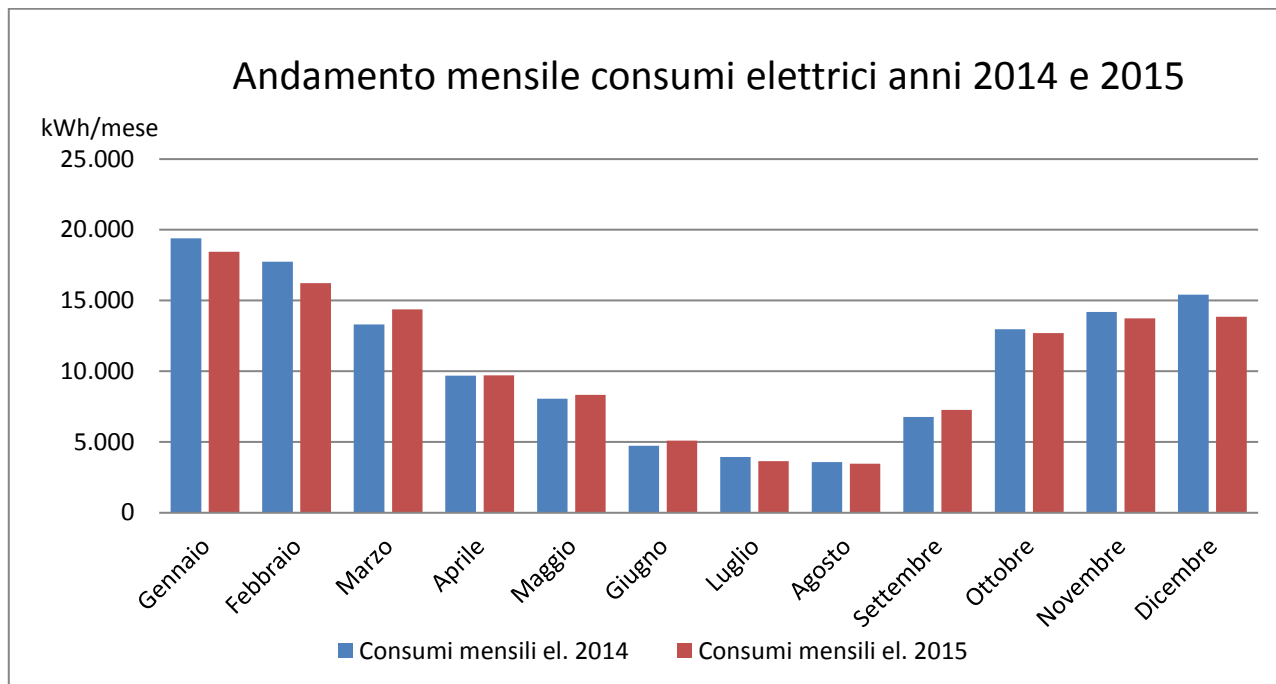
Si riportano di seguito i consumi della sede centrale, da bolletta, relativi agli anni 2014 e 2015 in quanto unici dati disponibili.

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-14	19.398	€ 3.597
feb-14	17.751	€ 3.308
mar-14	13.323	€ 2.505
apr-14	9.694	€ 1.914
mag-14	8.072	€ 1.578
giu-14	4.739	€ 959
lug-14	3.953	€ 756
ago-14	3.588	€ 673
set-14	6.782	€ 1.353
ott-14	12.982	€ 2.551
nov-14	14.196	€ 2.767
dic-14	15.428	€ 2.999
Totale	129.906	€ 24.959,22

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-15	18.450	€ 3.297
feb-15	16.233	€ 2.924
mar-15	14.381	€ 2.594
apr-15	9.721	€ 1.772
mag-15	8.325	€ 1.525
giu-15	5.093	€ 956
lug-15	3.651	€ 655
ago-15	3.481	€ 612
set-15	7.280	€ 1.357
ott-15	12.693	€ 2.323
nov-15	13.749	€ 2.502
dic-15	13.863	€ 2.518
Totale	126.920	€ 23.034,94

Costo unitario medio (per gli anni 2014 e 2015) del vettore energia elettrica:

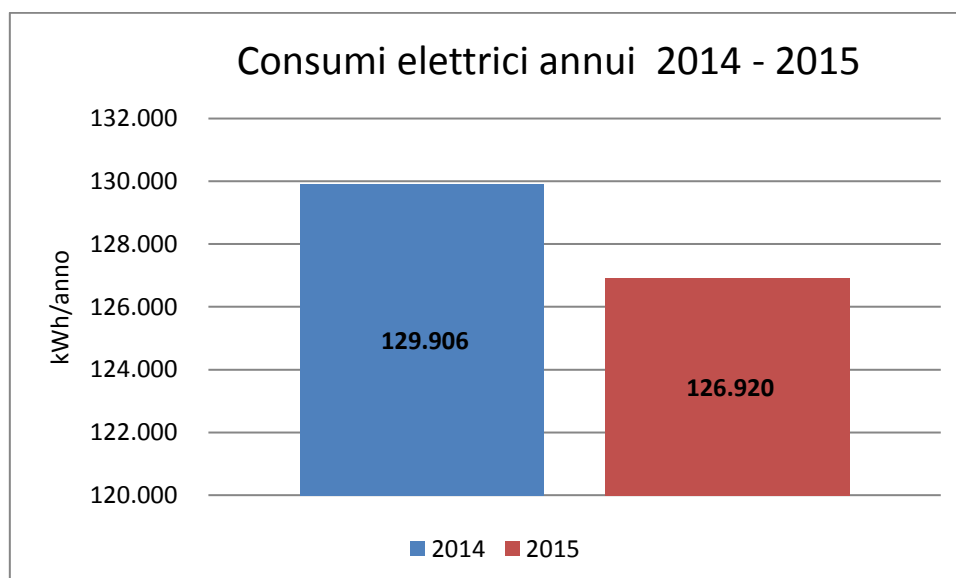
0,20	€/kWh IVA ESCLUSA
-------------	--------------------------



Il trend di consumi mensili di energia elettrica ha un andamento decrescente dai mesi invernali ai mesi estivi e viceversa da settembre tende nuovamente ad aumentare. Questo andamento rispecchia perfettamente l'effettivo utilizzo della scuola.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a:

- illuminazione ambienti indoor;
- alimentazione di Monitor e PC;
- Pompe di circolazione dei circuiti idronici di riscaldamento e boiler elettrici per la produzione di ACS



Complessivamente, tra il 2014 e il 2015 si registra una differenza nei consumi elettrici di 3.000 kWh.

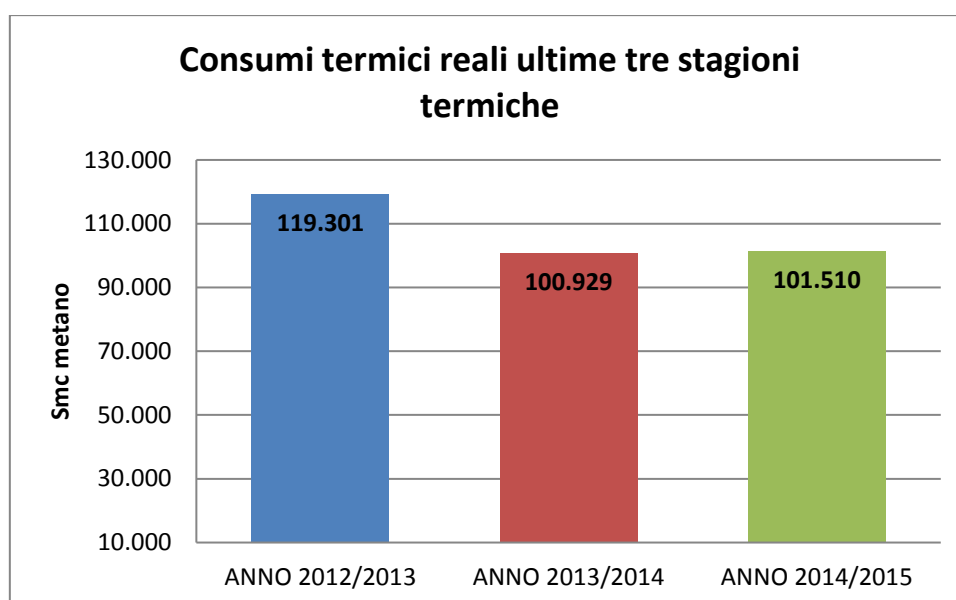
3.4 Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951204126807
-----	----------------

I consumi analizzati derivano da lettura stagionale del contatore:

Consumo metano gest. 2012/2013	Consumo metano gest. 2013/2014	Consumo metano gest. 2014/2015
Smc	Smc	Smc
119.301	100.929	101.510

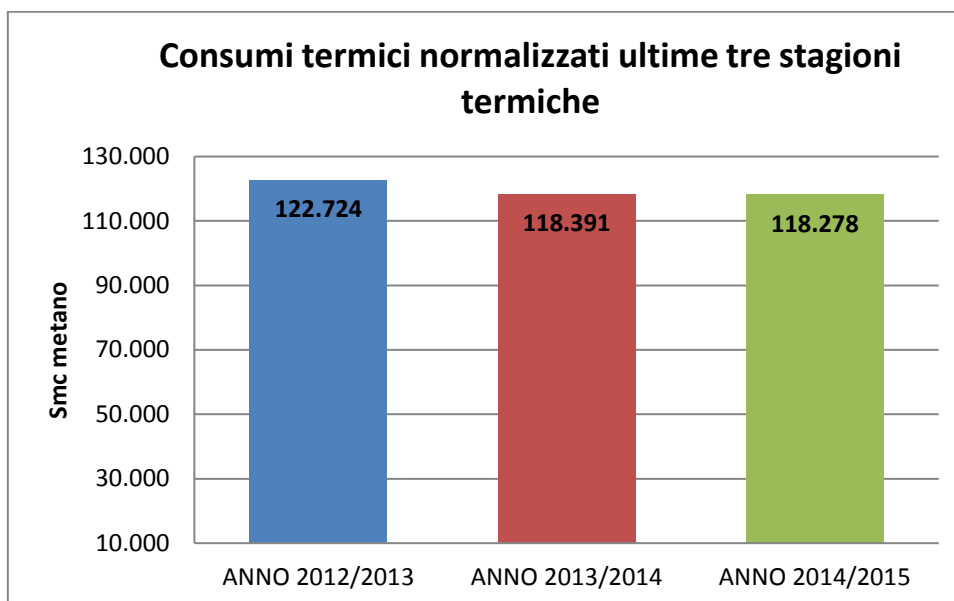


I Gradi Giorno reali (fonte Arpa stazione Torino Giardini Reali) delle 3 stagioni termiche sono:

GG 2012/2013	GG 2013/2014	GG 2014/2015	GG Torino Da dpr 412-93_allA
2.544	2.231	2.246	2.617

I consumi normalizzati risultano essere:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi normalizzati (Smc)	122.724	118.391	118.278
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	2,61	2,51	2,51



Il costo complessivo di approvvigionamento del combustibile, utilizzato per le simulazioni, è pari a:

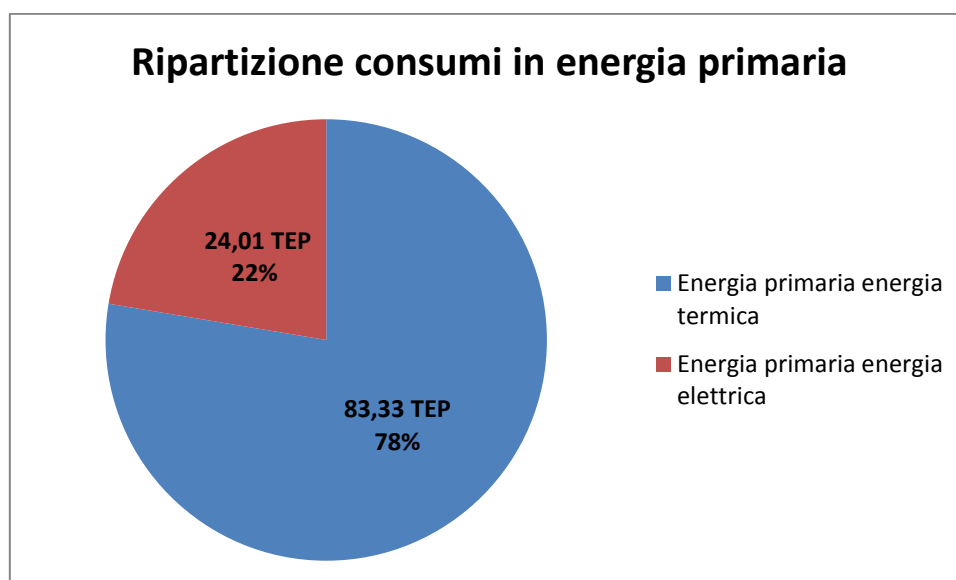
0,68 €/Smc IVA ESCLUSA

3.5 Risultati dell'analisi dei consumi

In questo paragrafo sono presentati i risultati principali dell'analisi dei consumi, mentre si rimanda al capitolo 4 per il dettaglio dell'analisi. Le informazioni qui riportate sono: la ripartizione del fabbisogno energetico distinguendo tra vettori energetici.

	Smc	TEP
Consumo medio metano	107.247	83,33

	kWh	TEP
Consumo medio En. El.	128.413	24,01

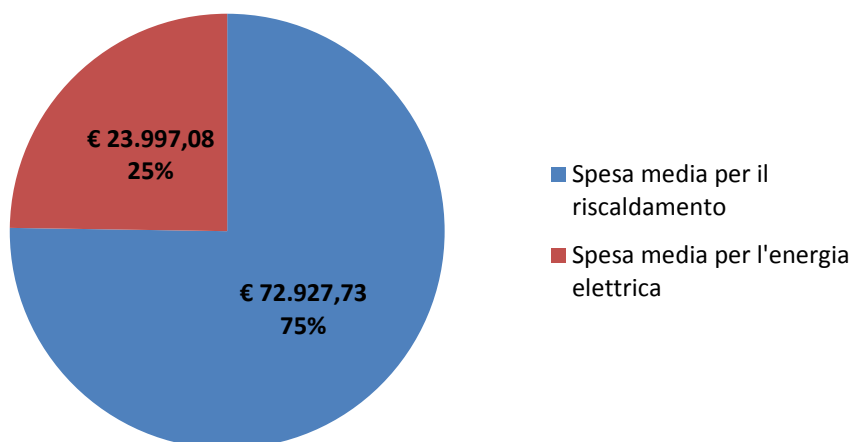


Il grafico evidenzia che i consumi di energia primaria per la produzione di energia termica costituiscono la gran parte dei consumi dell'edificio.

Di segui sono riportate le spese medie sostenute per il consumo di gas metano ed energia elettrica:

Servizio	€/anno	%
Spesa media per il riscaldamento	€ 72.927,73	75%
Spesa media per En. Elettrica	€ 23.997,08	25%
Totale	€ 96.924,81	100%

Ripartizione spesa energetica

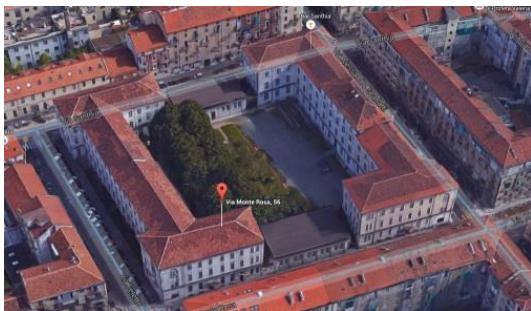


4 Descrizione dell'edificio

4.1 Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Succursale scuola media "Viotti", uffici economato e Scuola elementare statale "Aristide Gabelli"</i>
Indirizzo	Via Scarlatti 13C, via Santhià 23
Destinazione d'uso	E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche e simili
Contesto urbano	Quartiere "Barriera di Milano"
Anno di costruzione	1915
Descrizione generale	<p>La scuola elementare Gabelli comprende l'isolato fra le vie Monte Rosa, Scarlatti, Santhià e Feletto.</p> <p>Raro esempio torinese di scuola-isolato per l'istruzione elementare è un edificio multipiano con annesse due palestre.</p> <p>Su progetto dell'Ufficio Tecnico comunale, con apporto dell'ing. Dolza, la scuola fu edificata dal 1914 al 1915 ed ampliata nel 1925 con un secondo blocco che trasforma l'iniziale pianta a manica semplice in isolato chiuso, con i bassi fabbricati delle palestre posti a saldatura tra il primo ed il secondo intervento.</p> <p>Al piano seminterrato della scuola è ancora presente un rifugio antiaereo della seconda guerra mondiale.</p> <p>Il secondo piano del blocco edificato nel 1915 è occupato dalla succursale della scuola media "G.B. Viotti", con ingresso principale in via Scarlatti 13C, mentre il piano terra ospita anche gli uffici dell'economato.</p>

4.2 Foto del sito



*Inquadramento generale**



*Prospetto via Scarlatti/via Santhià**



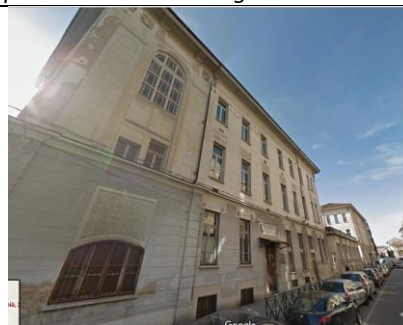
*Prospetto via Scarlatti**



*Prospetto via Santhià – ingresso elem. Gabelli**



*Prospetto via Feletto**



*Prospetto via Monte Rosa **



*Prospetto palestra via Monte Rosa**



Prospetto cortile interno

*Fonte: Google Maps

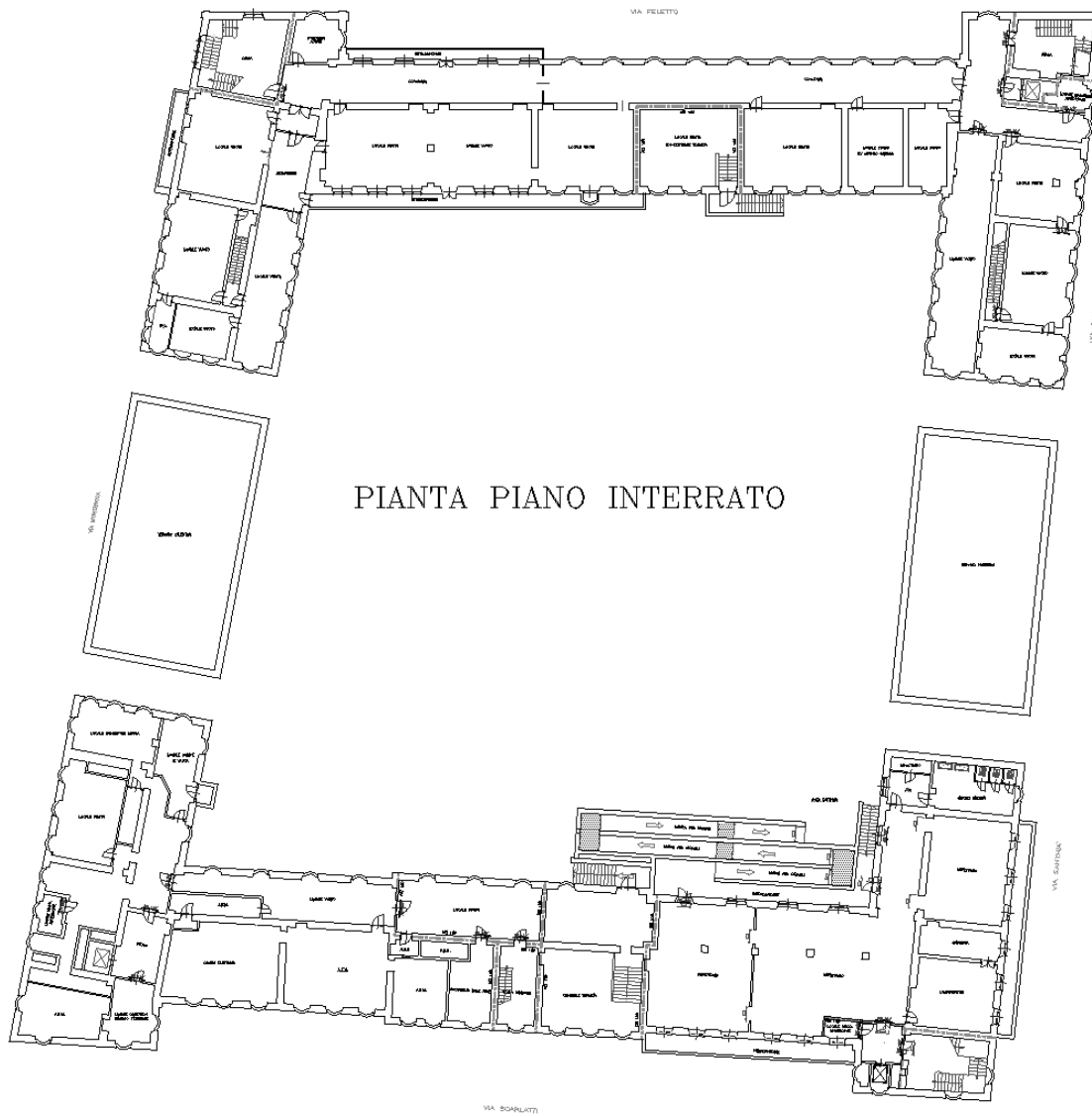
4.3 Dati geografici

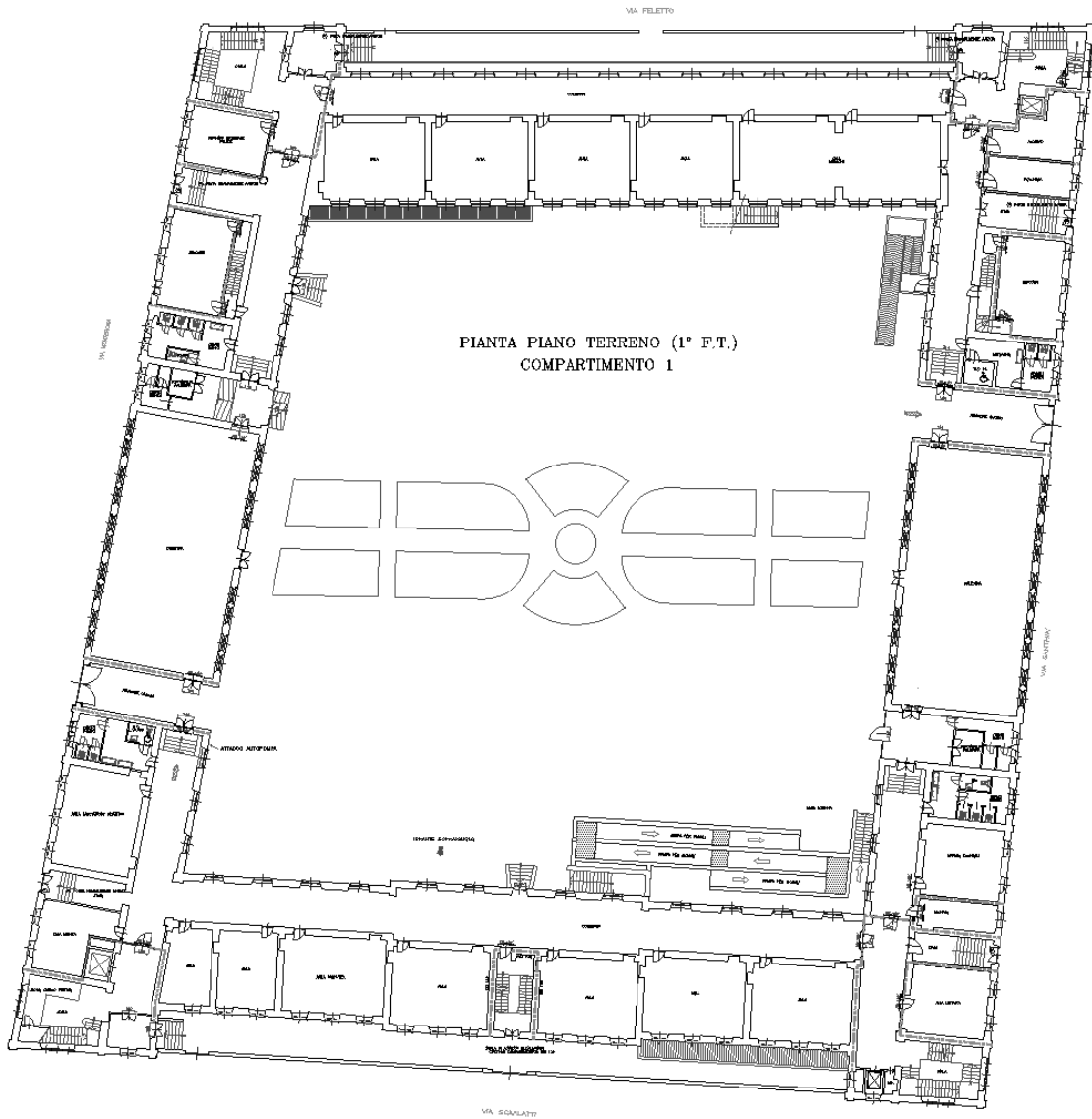
Zona climatica e GG	Zona climatica E Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349
Altitudine s.l.m.	239 m
Latitudine	45°27'55,634" N
Longitudine	9°11'11,457" E

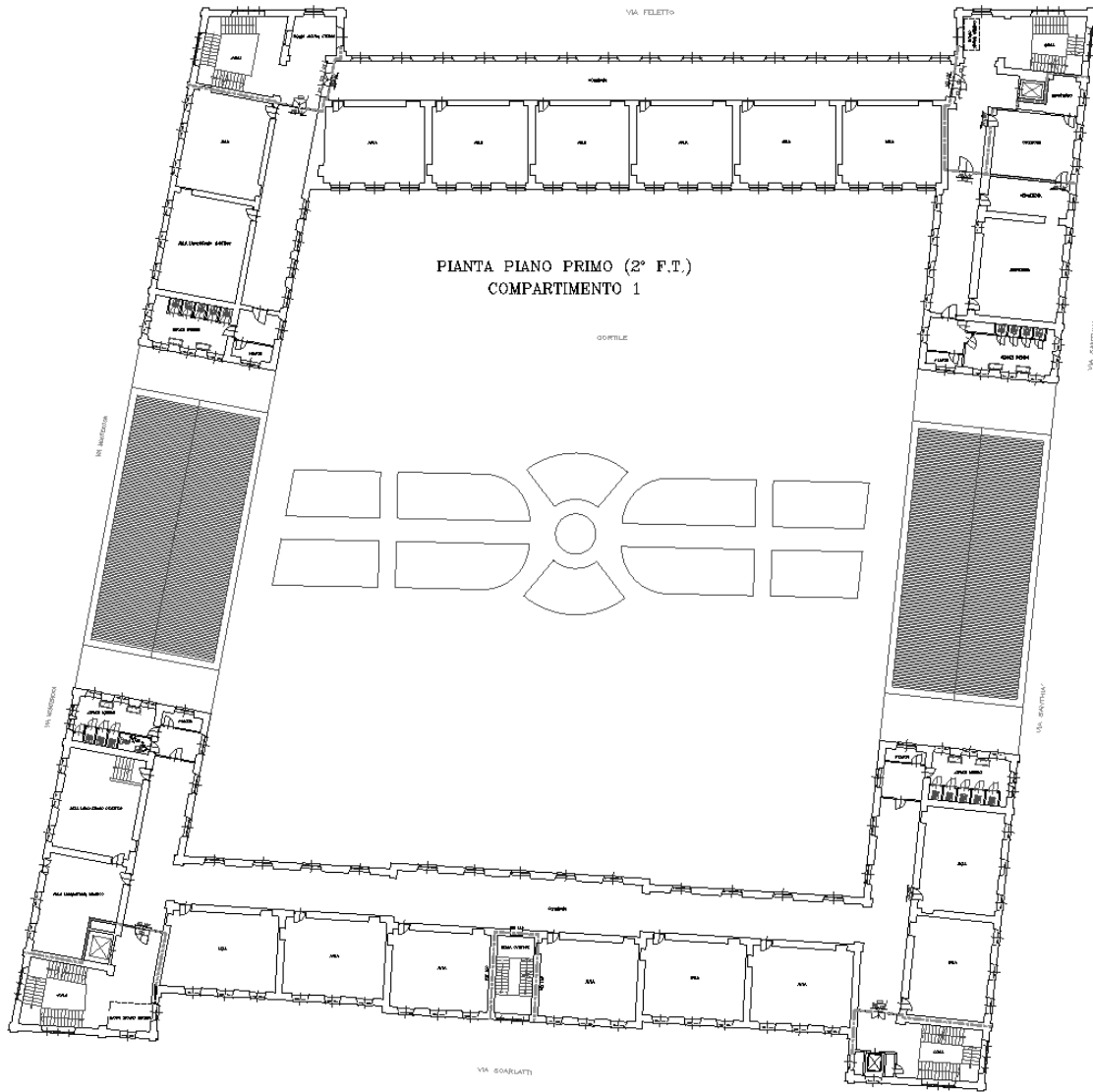
4.4 Caratteristiche dimensionali

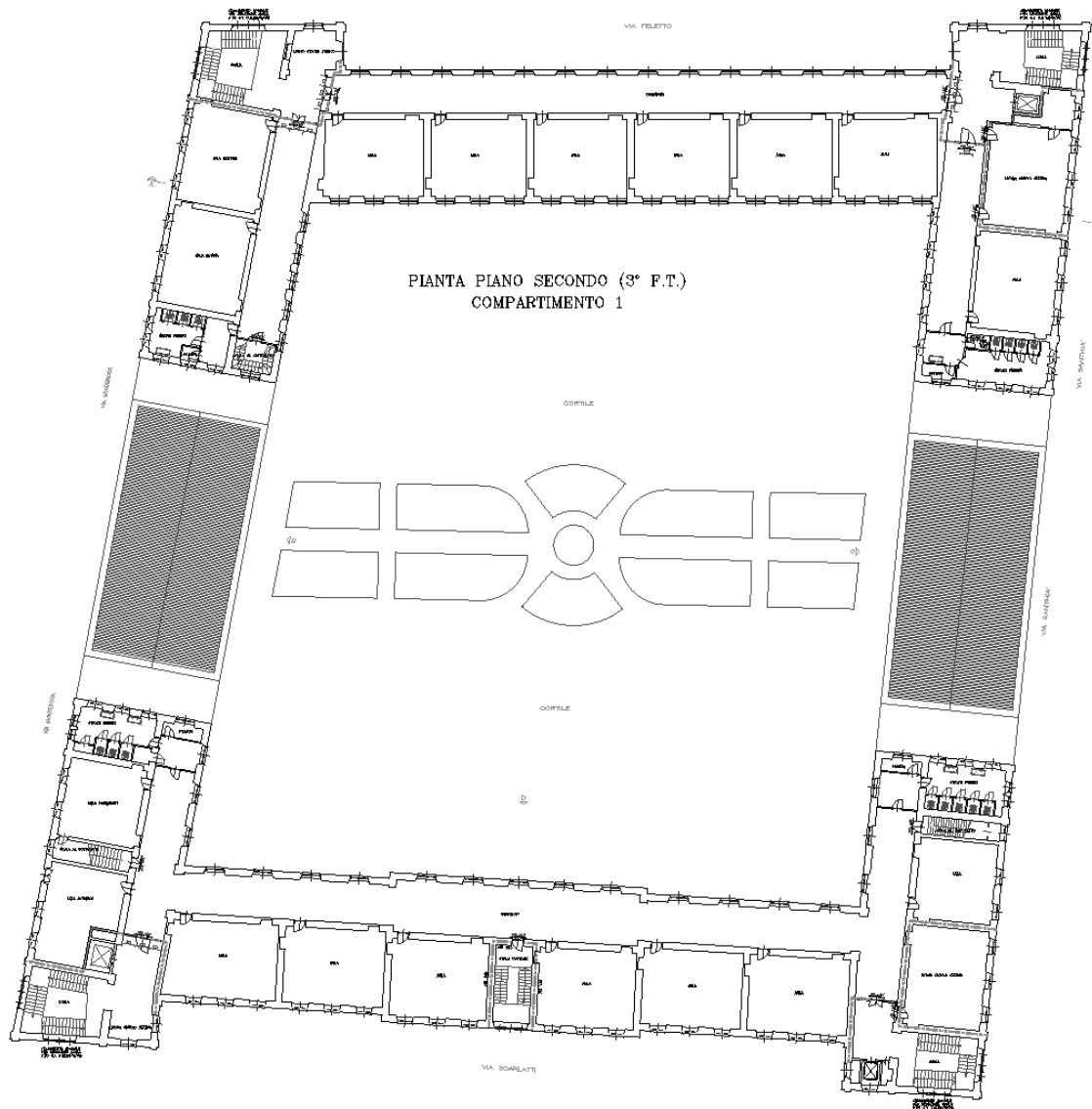
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	7.923	15.689,10	47.094,80	0,33

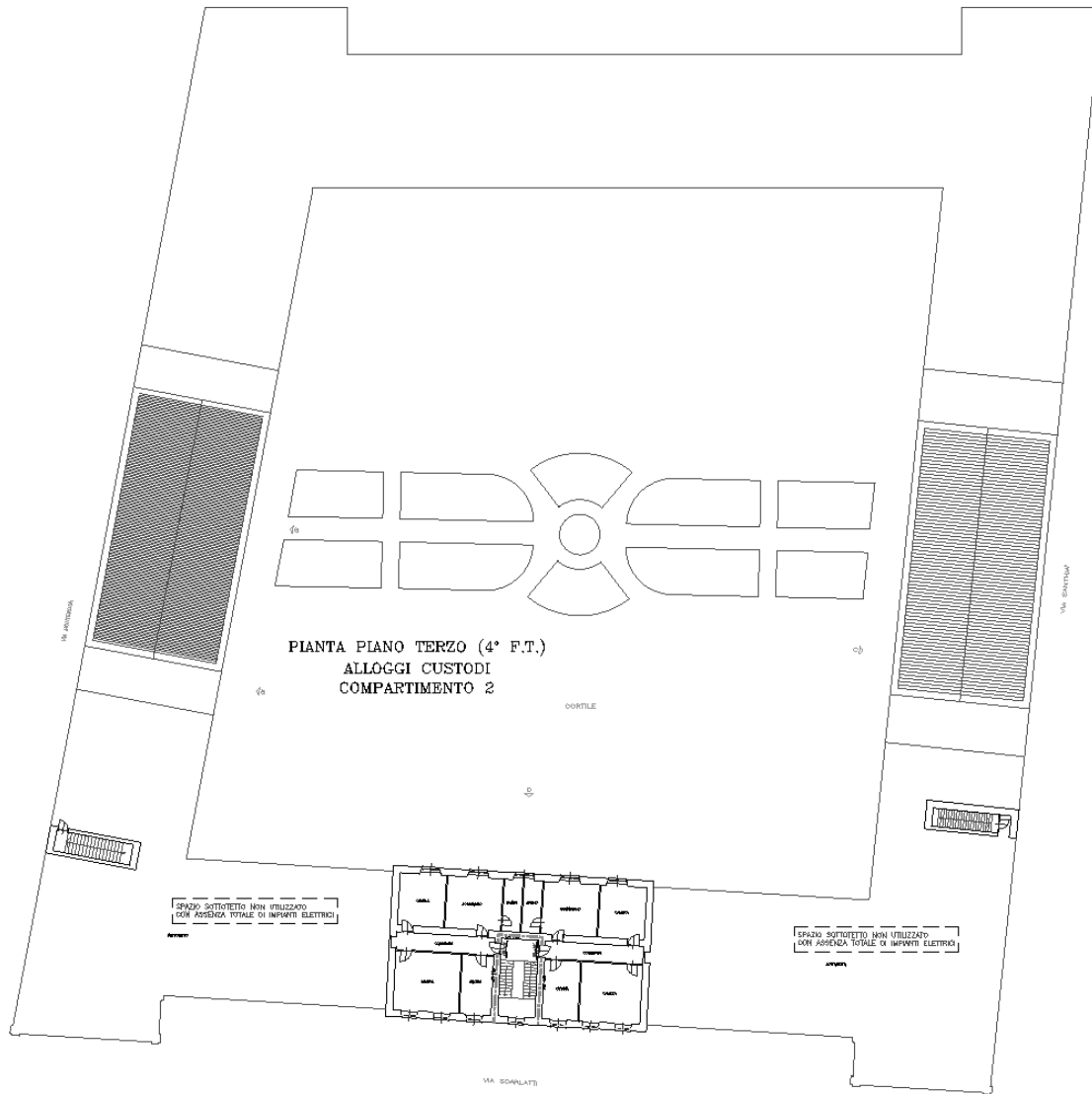
4.5 Planimetrie











5 Modello termico

5.1 Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico del complesso scolastico di via Santhià 23 (Torino), si sono individuate tre zone termiche servite dallo stesso impianto di riscaldamento ma con circuiti separati e diversi orari di funzionamento:

- **Aule via Scarlatti** Lunedì 3:00-18:30, martedì 6:00-22:00, da mercoledì a venerdì 6:00-18:30
- **Aule via Santhià e uffici:** lunedì 3:00-18:00, da martedì a venerdì 6:00-18:00
- **Alloggio del custode:** acceso tutti i giorni dalle 6:00 alle 22:00

Le stratigrafie murarie, non potendo effettuare carotaggi, sono state ipotizzate sulla base dei dati reperiti durante il sopralluogo e l'analisi documentale.

Struttura portante	Pilastri e murature portanti in mattoni pieni
Pareti perimetrali	Murature in mattoni pieni
Solai	Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio
Copertura	Copertura a falde con capriate lignee e manto in tegole di terracotta
Serramenti	Vetro doppio e telaio in legno; vetro singolo e telaio metallico

Elemento disperdente	U [W/mqK]
Muratura in mattoni pieni_vs esterno	0,960
Sottofinestra in mattoni pieni	1,322
Muratura in mattoni pieni_vs ZNR	0,884
Muratura in mattoni pieni_controtterra	1,015
Pavimento palestra vs vespaio	1,252
Pavimento refettorio su terreno	1,993
Pavimento vs interrato	1,577
Copertura vs esterno	1,493
Copertura vs sottotetto	1,730

Elemento disperdente	U [W/mqK]
serr_1 (125x270 cm)	2,963
serr_2 (150x270 cm)	2,999
serr_3 (80x270 cm)	4,766
serr_4 (80x270 cm)	3,004
serr_5 (95x70 cm)	5,765
serr_6 (366x380 cm)	5,739
serr_7 (125x290 cm)	2,940
serr_8 (82x178 cm)	2,980
Cassonetto non isolato	6,000

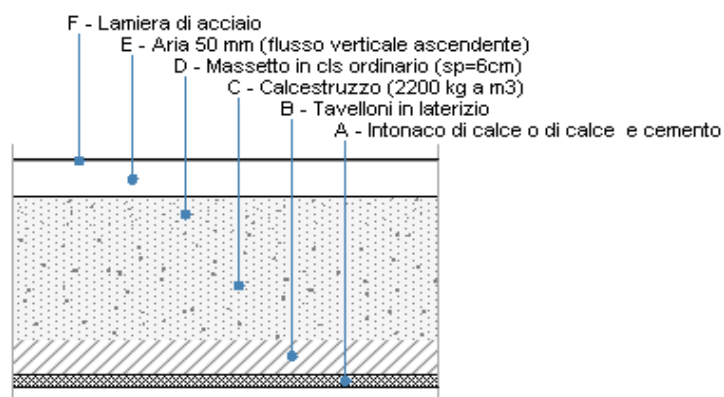
L'edificio è alimentato da 2 caldaie tradizionali a metano marca RAVASIO modello TRS 800 con:

- Potenza termica nominale al focolare di 1023 kW (dato di targa)
- Potenza termica utile di 930 kW (dato di targa).

Di seguito vengono riportate le caratteristiche fisiche e termo-igrometriche dei componenti di involucro utilizzati nel modello al fine di definire il fabbisogno di energia termica dell'edificio.

Il modello è stato eseguito utilizzando il software Termolog Epix7.

copertura palestra



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: copertura palestra

Note:

Tipologia:	<u>Copertura</u>	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Esterno	Spessore:	322,0 mm
Trasmittanza U:	1,493 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,670 (m ² K)/W
Massa superf.:	461 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
B Tavelloni in laterizio	50,0	0,240	0,208	600	1,00	0,0	999.999,0
C Calcestruzzo (2200 kg a m3)	150,0	1,650	0,091	2.200	1,00	120,0	70,0
D Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1.700	1,00	3,3	3,3
E Aria 50 mm (flusso verticale ascendente)	50,0	0,310	0,161	1	1,00	1,0	1,0
F Lamiera di acciaio	2,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0	999.999,0
Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
TOTALE	322,0		0,670				

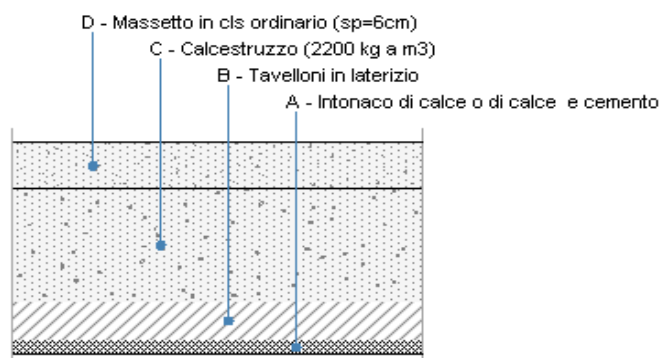
Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

copertura vs sottotetto



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: copertura vs sottotetto

Note:

Tipologia:	<u>Copertura</u>	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Zona non riscaldata	Spessore:	280,0 mm
Trasmittanza U:	1,730 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,578 (m ² K)/W
Massa superf.:	462 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
B	Tavelloni in laterizio	50,0	0,240	0,208	600	1,00	0,0	999.999,0
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	150,0	1,650	0,091	2.200	1,00	120,0	70,0
D	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	60,0	1,060	0,057	1.700	1,00	3,3	3,3
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
	TOTALE	280,0		0,578				

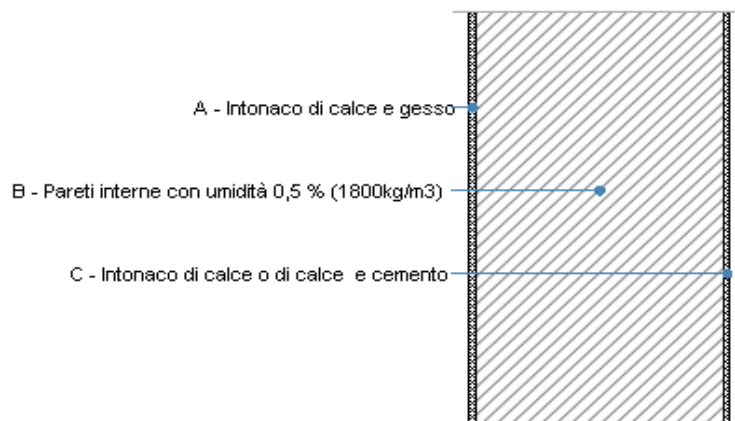
Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,100 (m²K)/W

M1 Muratura in mattoni pieni



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: M1 Muratura in mattoni pieni

Note: Spessori variabili da 15 cm a 80 cm

Utilizzata in Lombardia per edifici costruiti tra il 1900 e il 1950

Utilizzata in Romagna per edifici costruiti tra il 1900 e il 1950 nella provincia di Ravenna

Utilizzata in Toscana per edifici costruiti tra dal 1900 in poi

Utilizzata in Campania per edifici costruiti fino al 1900

Utilizzata in Veneto per Edifici costruiti tra il 1900 e il 1950

Tipologia:	<u>Parete</u>	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	630,0 mm
Trasmittanza U:	0,960 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,041 (m ² K)/W
Massa superf.:	1.080 Kg/m ²	Colore:	Chiaro

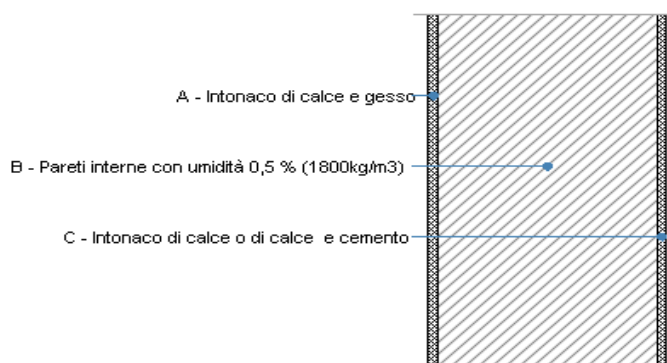
Area: - m²

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (1800kg/m ³)	600,0	0,720	0,833	1.800	0,84	5,6	5,6
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	630,0		1,041				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K) Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W
 Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K) Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

M2 Sottofinestra in mattoni pieni



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **M2 Sottofinestra in mattoni pieni**

Note: Spessori variabili da 15 cm a 80 cm

Utilizzata in Lombardia per edifici costruiti tra il 1900 e il 1950

Utilizzata in Romagna per edifici costruiti tra il 1900 e il 1950 nella provincia di Ravenna

Utilizzata in Toscana per edifici costruiti tra dal 1900 in poi

Utilizzata in Campania per edifici costruiti fino al 1900

Utilizzata in Veneto per Edifici costruiti tra il 1900 e il 1950

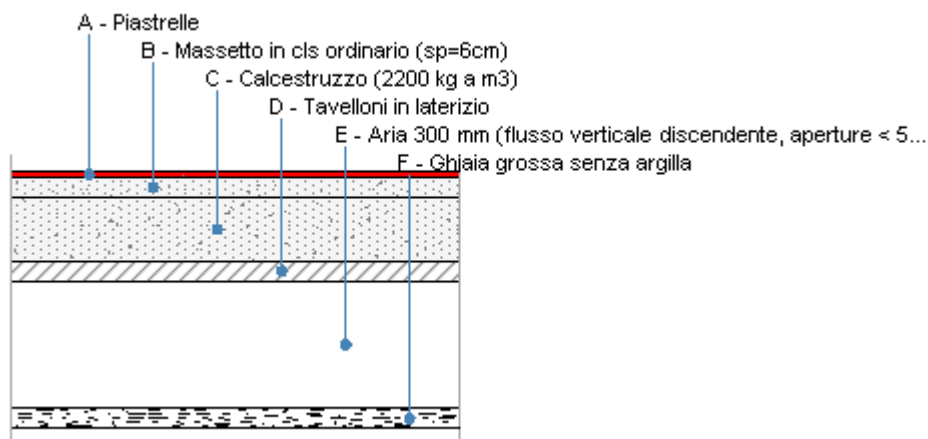
Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	360,0 mm
Trasmittanza U:	1,322 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,757 (m ² K)/W
Massa superf.:	594 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (1800kg/m ³)	330,0	0,720	0,458	1.800	0,84	5,6	5,6
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	360,0		0,757				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K) Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W
 Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K) Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

Pavimento palestra vs vespaio



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Pavimento palestra vs vespaio**

Note:

Tipologia:	Pavimento	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Terreno	Spessore:	610,0 mm
Trasmittanza U:	1,252 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,799 (m ² K)/W
Massa superf.:	553 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	1,000	0,010	2.300	0,84	0,0	999.999,0
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1.700	1,00	3,3	3,3
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	150,0	1,650	0,091	2.200	1,00	120,0	70,0
D	Tavelloni in laterizio	50,0	0,240	0,208	600	1,00	0,0	999.999,0
E	Aria 300 mm (flusso verticale discendente, aperture < 500 mm2)	300,0	1,300	0,231	1	1,00	1,0	1,0
F	Ghiaia grossa senza argilla	50,0	1,200	0,042	1.700	0,84	5,3	5,3
	TOTALE	610,0		0,799				

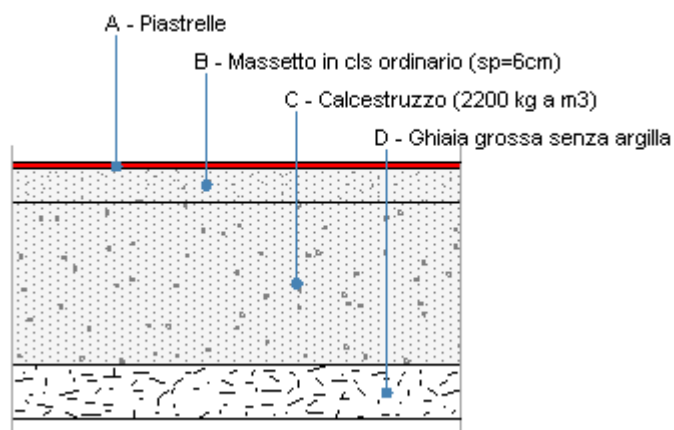
Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 0,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,000 (m²K)/W

Pavimento refettorio su terreno



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: Pavimento refettorio su terreno

Note:

Tipologia:	<u>Pavimento</u>	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Terreno	Spessore:	470,0 mm
Trasmittanza U:	1,993 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,502 (m ² K)/W
Massa superf.:	955 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	1,000	0,010	2.300	0,84	0,0	999.999,0
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	60,0	1,060	0,057	1.700	1,00	3,3	3,3
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	300,0	1,650	0,182	2.200	1,00	120,0	70,0
D	Ghiaia grossa senza argilla	100,0	1,200	0,083	1.700	0,84	5,3	5,3
	TOTALE	470,0		0,502				

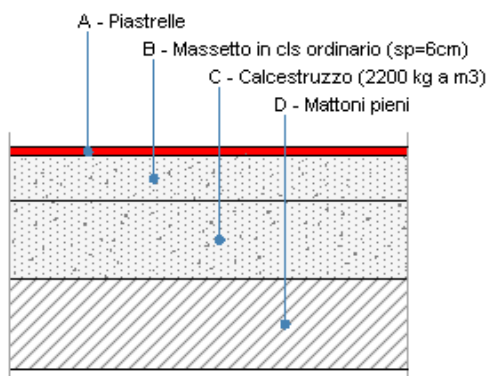
Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 0,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,000 (m²K)/W

solaio vs interrato



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: solaio vs interrato

Note:

Tipologia:	<u>Pavimento</u>	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Zona non riscaldata	Spessore:	290,0 mm
Trasmittanza U:	1,577 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,634 (m ² K)/W
Massa superf.:	561 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	1,000	0,010	2.300	0,84	0,0	999.999,0
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	60,0	1,060	0,057	1.700	1,00	3,3	3,3
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	100,0	1,650	0,061	2.200	1,00	120,0	70,0
D	Mattoni pieni	120,0	0,720	0,167	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
	TOTALE	290,0		0,634				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,170 (m²K)/W

SERRAMENTO: serr_1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_1

Note:

Produttore:

Larghezza: 125 cm

Altezza : 270 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

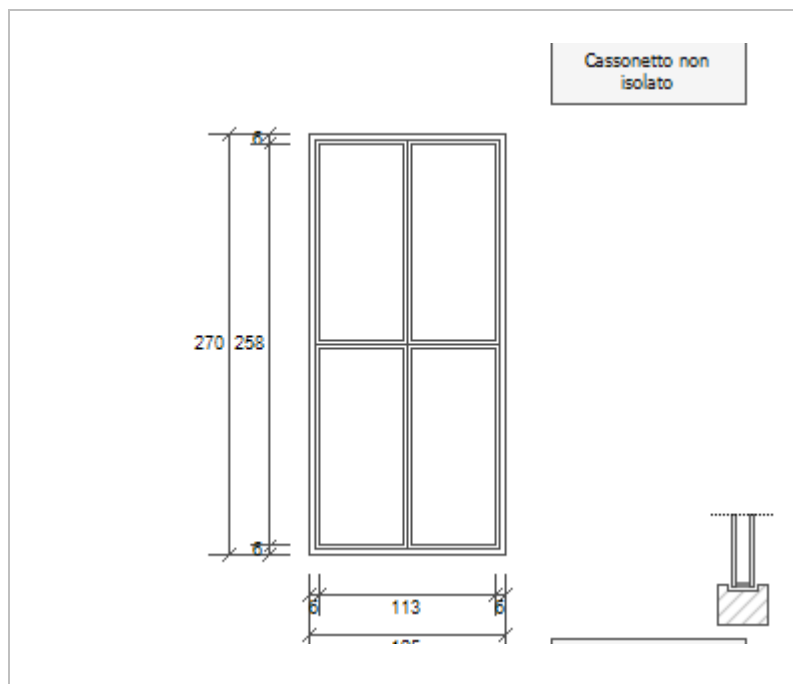
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro Ag: 2,732 m²

Area totale del serramento Aw: 3,375 m²

Area del telaio Af: 0,643 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 14,440 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,750

Trasmittanza termica vetro Ug: 2,849 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 2,963 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 2,963 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_2

Note:

Produttore:

Larghezza: 150 cm

Altezza : 270 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

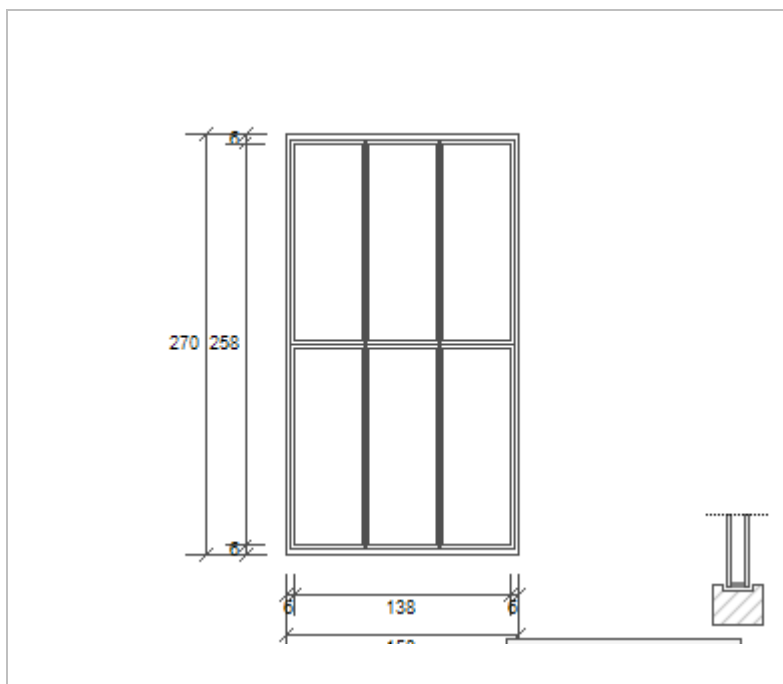
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro A_g : 3,238 m²

Area totale del serramento A_w : 4,050 m²

Area del telaio A_f : 0,812 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 20,300 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,750

Trasmittanza termica vetro U_g : 2,849 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ϵ : 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore s_f : 70 mm

Trasmittanza termica del telaio U_f : 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR : 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura f_{shut} : 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,999 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella U_w , CORR: 2,999 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_3

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_3

Note:

Produttore:

Larghezza: 80 cm

Altezza : 270 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

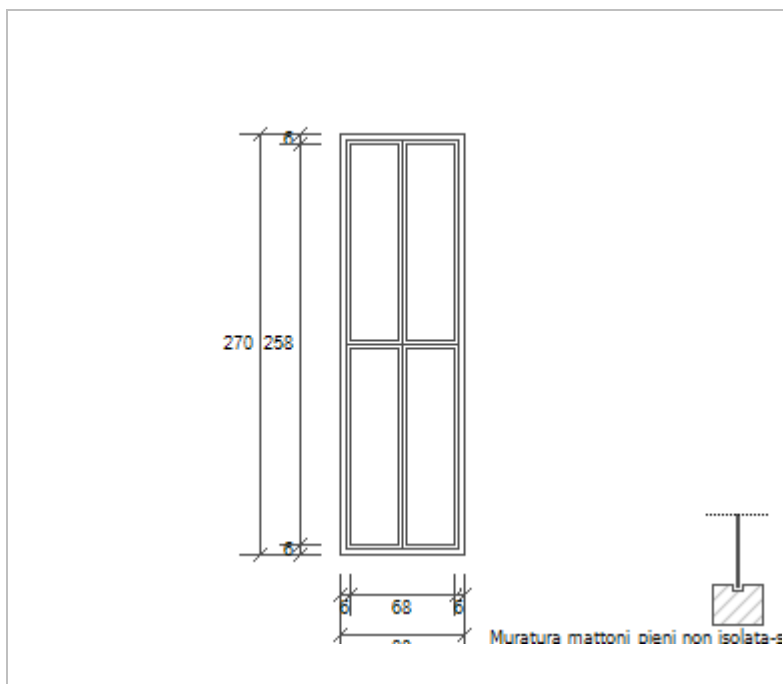
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro A_g : 1,594 m²

Area totale del serramento A_w : 2,160 m²

Area del telaio A_f : 0,566 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 12,640 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro singolo 5 mm

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,850

Trasmittanza termica vetro U_g : 5,713 W/(m² K)

Tipologia vetro: Vetro singolo

Emissività ϵ : 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore s_f : 70 mm

Trasmittanza termica del telaio U_f : 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,000 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR : 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura f_{shut} : 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 4,766 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella $U_w, CORR$: 4,766 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_4

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_4

Note:

Produttore:

Larghezza: 80 cm

Altezza : 270 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

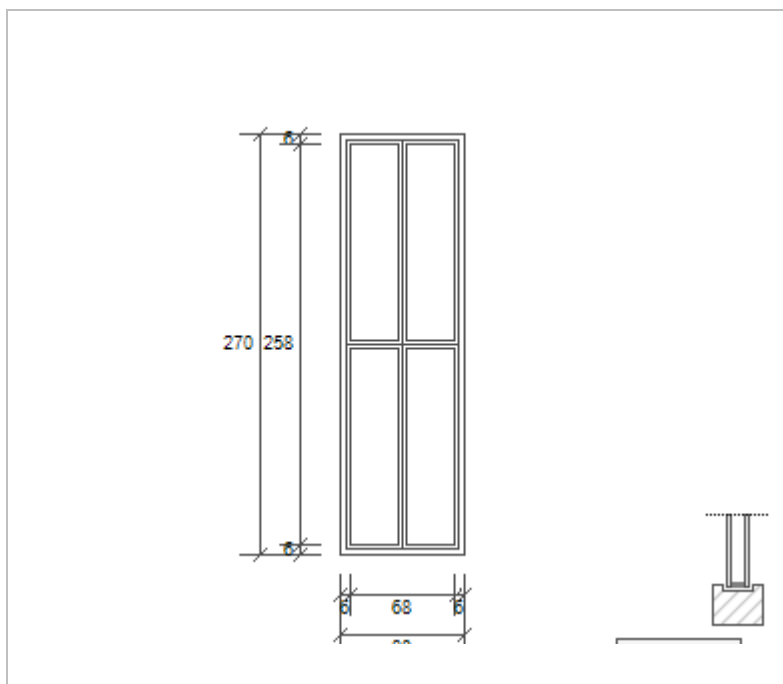
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro Ag: 1,594 m²

Area totale del serramento Aw: 2,160 m²

Area del telaio Af: 0,566 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 12,640 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,750

Trasmittanza termica vetro Ug: 2,849 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 3,004 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 3,004 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_5

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_5

Note:

Produttore:

Larghezza: 95 cm

Altezza : 70 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

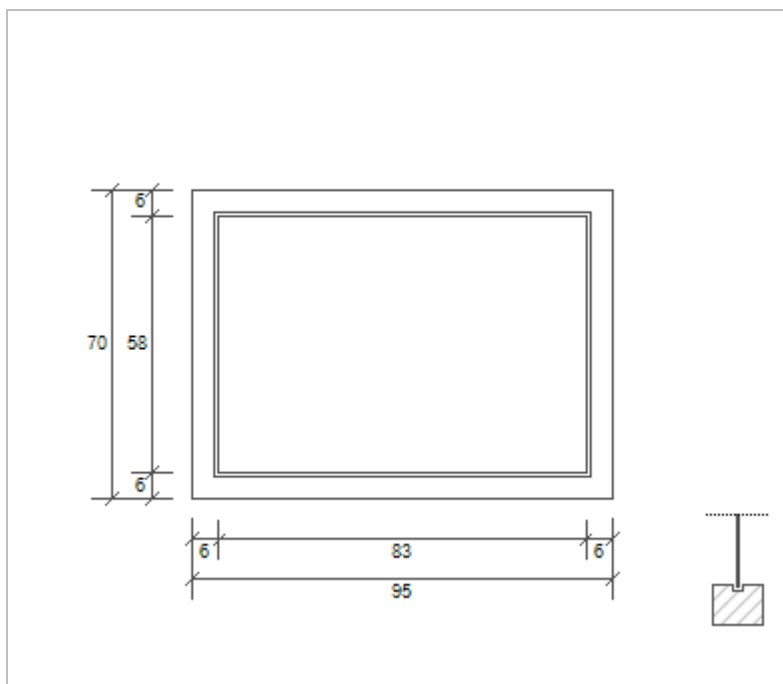
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro Ag: 0,481 m²

Area totale del serramento Aw: 0,665 m²

Area del telaio Af: 0,184 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 2,820 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro singolo 5 mm

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,850

Trasmittanza termica vetro Ug: 5,713 W/(m² K)

Tipologia vetro: Vetro singolo

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Metallo

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 5,900 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,000 W/(m K)

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 5,765 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 5,765 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_6

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_6

Note:

Produttore:

Larghezza: 366 cm

Altezza : 380 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

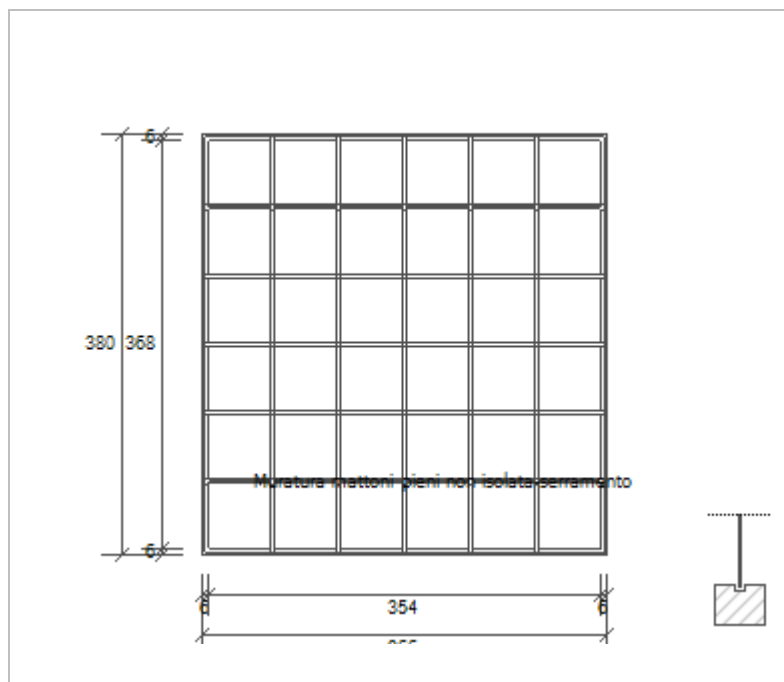
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 5

Spessore divisioni verticali: 3 cm

Numero divisioni orizzontali: 5

Spessore divisioni orizzontali: 3 cm



Area del vetro Ag: 11,967 m²

Area totale del serramento Aw: 13,908 m²

Area del telaio Af: 1,941 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 83,040 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAI0

Vetro

Nome del vetro: Vetro singolo 5 mm

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,850

Trasmittanza termica vetro Ug: 5,713 W/(m² K)

Tipologia vetro: Vetro singolo

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Metallo

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 5,900 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,000 W/(m K)

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Distanziatore: Metallo

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 5,739 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 5,739 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_7

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_7

Note:

Produttore:

Larghezza: 125 cm

Altezza : 293 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

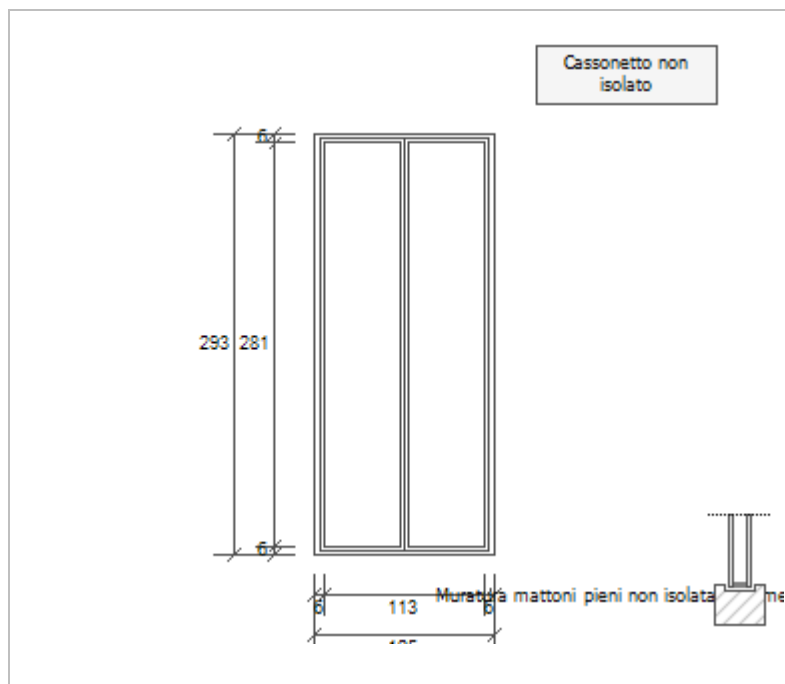
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro Ag: 3,035 m²

Area totale del serramento Aw: 3,663 m²

Area del telaio Af: 0,628 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 13,400 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,750

Trasmittanza termica vetro Ug: 2,849 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: «TipoSchermatura»

Colore: Bianco

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 2,940 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 2,940 W/(m² K)

SERRAMENTO: serr_8

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: serr_8

Note:

Produttore:

Larghezza: 82 cm

Altezza : 178 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 6 cm

Spessore inferiore del telaio: 6 cm

Spessore sinistro del telaio: 6 cm

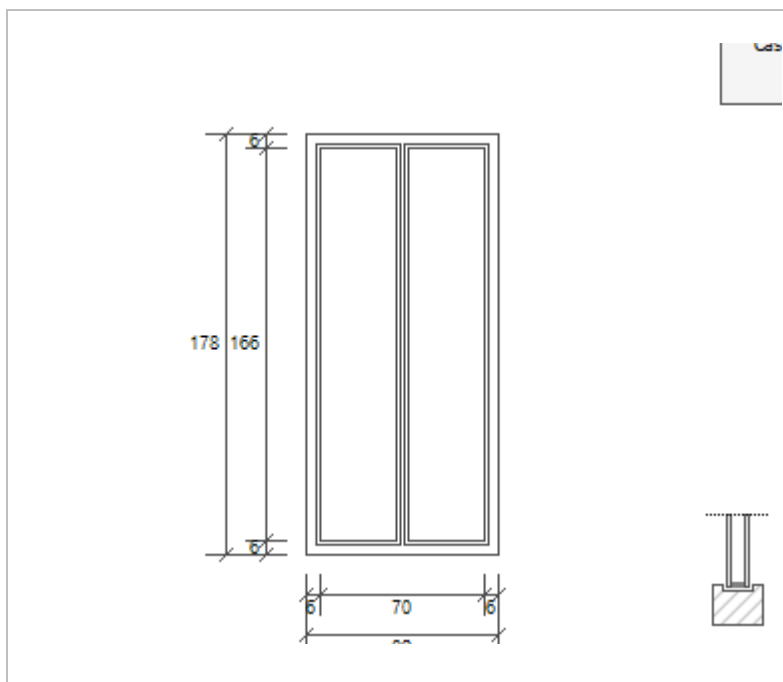
Spessore destro del telaio: 6 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro Ag: 1,079 m²

Area totale del serramento Aw: 1,460 m²

Area del telaio Af: 0,381 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 7,940 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro doppio 4-12-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,750

Trasmittanza termica vetro Ug: 2,849 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Legno

Spessore sf: 70 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 2,099 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,060 W/(m K)

Tipologia telaio: Legno duro

Distanziatore: Metallo

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: «TipoSchermatura»

Colore: Bianco

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,000 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 2,980 W/(m² K)

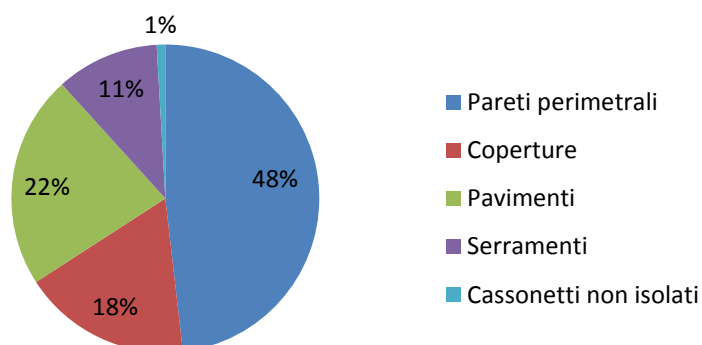
Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 2,980 W/(m² K)

Coefficienti di scambio termico

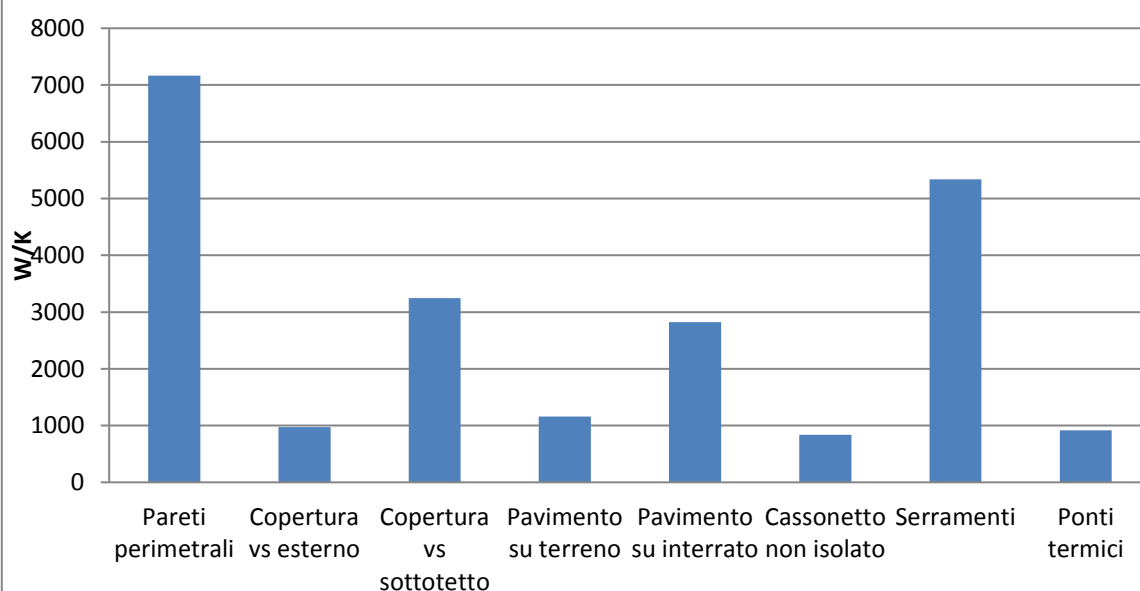
Elemento disperdente	A [mq]	H [W/k]
M1_Muratura in mattoni pieni	6715,09	6447,702
M2_Sottofinestra in mattoni pieni	422,21	557,992
M3_Muratura in mattoni pieni_vs ZNR	115,51	68,847
M4_Muratura in mattoni pieni_controtterra	203,94	93,189
Pavimento palestra vs vespaio	558	558,757
Pavimento refettorio su terreno	672,5	603,051
Solaio vs interrato	2238,48	2824,524
Copertura palestra vs esterno	652,4	973,805
Copertura vs sottotetto	2085,56	3247,027
Cassonetto non isolato	139,6	837,6
Serr_1 (125x270 cm)	1167,94	3460,509
Serr_2 (150x270 cm)	255,15	765,308
Serr_3 (80x270 cm)	155,52	741,192
Serr_4 (80x270 cm)	56,16	168,676
Serr_5 (95x70 cm)	2,66	15,334
Serr_6 (366x380 cm)	27,82	159,662
Serr_7 (125x290 cm)	7,33	21,55
Serr_8 (82x178 cm)	1,46	4,351
Ponti termici	-	914,251

Elemento disperdente	A [mq]	H [W/k]	%
Pareti perimetrali	7456,75	7167,73	31,90%
Copertura vs esterno	652,4	973,805	4,30%
Copertura vs sottotetto	2085,56	3247,027	14,50%
Pavimento su terreno	1230,5	1161,808	5,20%
Pavimento su interrato	2238,48	2824,524	12,60%
Cassonetto non isolato	139,6	837,6	3,70%
Serramenti	1674,04	5336,582	23,80%
Ponti termici	0	914,251	4,10%

Ripartizione degli elementi disperdenti per estensione



Dispersioni per trasmissione



Fabbisogno di energia utile

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Dispersioni			Apporti		
$Q_{H,tr,ve}$	$Q_{H,tr,op}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{sol,k}$	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>	<i>kWh</i>
-288.025,64	- 924.363,52	- 87.846,49	338.461,82	195.716,30	862.237,20
22%	71%	7%	63%	37%	

5.2 Modello impianto termico

Caratteristiche sottosistema di EMISSIONE:

Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Temperatura di mandata di progetto	80,0	°C	
Rendimento di emissione	89,20	%	

Caratteristiche sottosistema di REGOLAZIONE:

Tipo	Zona + Climatica		
Rendimento di regolazione	96,00	%	

Caratteristiche sottosistema di DISTRIBUZIONE UTENZA:

Tipo di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne		
Rendimento di distribuzione utenza	96,30	%	

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento		
Tipo di generatore	N° 2 Caldaie tradizionali		
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$	930	kW/cad

Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	89,90	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	88,90	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,Pn}$	$W_{aux,Pn}$	2200	W
Potenza assorbita dagli ausiliari a $\Phi_{gn,I,Po}$	$W_{aux,Po}$	420	W

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Interno non riscaldato
---------------------------	-------------------------------

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore a temperatura di mandata fissa	80,0	°C
---	-------------	----

Tipo di circuito	Collegamento diretto
------------------	-----------------------------





Vettore energetico:

Tipo	Metano
------	---------------

Potere calorifico inferiore

H_i **9,6**

kWh/Sm³

	
<i>Radiatore</i>	<i>Sottosistema di distribuzione</i>
	
<i>Generatori di calore</i>	<i>Sottostazione Gabelli</i>

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	89,20	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	96,00	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	96,30	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	87,00	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	71,70	%

5.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo

Si riportano, di seguito i dati stagionali di consumo in (Smc di gas metano) registrati nelle precedenti tre stagioni termiche con i relativi Gradi Giorno invernali:

	Smc Consumo	GG Arpa stazione Torino Giardini Reali
Dati 2012/13	119.301	2544
Dati 2012/14	100.929	2231
Dati 2012/15	101.510	2246

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 1 normalizzato	122.724
Consumo effettivo 2 normalizzato	118.391
Consumo effettivo 3 normalizzato	118.278

Si individua la media dei consumi termici normalizzati come valore di consumo effettivo dell'edificio:

	Smc
Consumo effettivo	119.798

D'altra parte il modello ha restituito i seguenti valori di consumo:

		kWh
Fabbisogno ambiente	$Q_{H,nd}$	862.237
Energia ante emissione	$Q_{H,em,in}$	967.176
Energia post regolazione	$Q_{H,rg,in}$	1.007.475
Energia post distribuzione utenza	$Q_{H,d,in}$	1.046.184
Energia del combustibile risc.	$Q_{H,gn,in}$	1.202.510

	Smc
Consumo operativo	125.261

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **4,6%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

5.4 Indice di prestazione energetica

Considerando:

Consumo effettivo normalizzato	1.150.058,911	kWh
Volume riscaldato	47.095	mc
GG	2.617	

Si ottiene il seguente indice di prestazione energetica dell'edificio per il servizio di riscaldamento invernale:

Ep(i)	9,33	Wh/mc GG
-------	------	----------

6 Proposte di intervento

Alla luce dell'analisi fin qui svolta, e di quanto rilevato durante il sopralluogo, si esamina la fattibilità tecnico economica dei seguenti interventi di efficientamento energetico dell'edificio in esame:

1. Sostituzione generatore di calore + posa valvole termostatiche
2. Isolamento sottotetto, copertura palestra e solaio su interrato
3. Sostituzione serramenti con vetro singolo
4. Cappotto esterno

6.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche

Si propone la sostituzione dei generatori di calore tradizionali installati con 4 generatori a condensazione modulanti di potenza termica utile pari a 500 kW ciascuno e rendimento termico utile del 98,20%; si propone inoltre la sostituzione delle pompe di circolazione installate con pompe di circolazione con inverter e a portata variabile e l'installazione delle valvole termostatiche su ciascun terminale di emissione.

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Consumo ante	107.247 Smc
$\eta_{H,g}$ ante	0,717
$\eta_{H,g}$ post	0,844
Consumo post	91.100 Smc
Risparmio	15%
Costo intervento	189.834,47 €
Risparmio	10.900,00 €/anno
PB	17 anni

6.2 Isolamento solaio sottotetto, copertura palestra e solaio su interrato

L'intervento prevede la posa di 10 cm di isolante XPS ($\lambda = 0,034$ W/mK) all'estradosso del solaio di copertura verso il sottotetto non riscaldato, all'intradosso della copertura della palestra e all'intradosso del solaio sull'interrato.

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
Solaio vs sottotetto	1,843	0,277	2.085,56
Copertura palestra vs esterno	1,493	0,262	652,4
Solaio di pavimento su interrato	1,577	0,271	2238,48

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Consumo ante	107.247 Smc
Consumo post	69143,75 Smc

Risparmio	36%
Costo intervento	25.900 €/anno
Risparmio	298.500,00 €
PB	12 anni

6.4 Cappotto esterno

L'intervento prevede la posa di 10 cm di isolante XPS ($\lambda = 0,034$ W/mK) sul lato esterno della parete disperdente dell'edificio. Prima di procedere alla progettazione dell'intervento, bisognerà verificare i vincoli presenti sull'edificio, trattandosi di edificio storico.

Descrizione elemento	U ante [W/m ² K]	U post [W/m ² K]	Sup. [m ²]
Parete esterna	0,96	0,244	6.715,09
Sottofinestra	1,322	0,262	422,21

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Consumo ante	107.247 Smc
Consumo post	73344,79 Smc
Risparmio	32%
Costo intervento	713.700,00 €
Risparmio	23.000 €/anno
PB	31 anni

6.5 Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento €	Risparmio			PB anni
		%	Smc	€/anno	
Generatore di calore a condensazione + pompe di circolazione a inverter + valvole termostatiche	€ 189.834,47	15%	16.147	€ 10.900	17
Isolamento sottotetto, copertura palestra e solaio su interrato	€ 298.500,00	36%	38.103	€ 25.900	12
cappotto esterno	€ 713.700,00	32%	33.902	€ 23.000	31

Per tutti gli altri interventi si consiglia di eseguirli nell'ambito di eventuali lavori di ristrutturazione futuri (es. rifacimento intonaco facciata) per ammortizzare i costi fissi ed abbassare i PB.