

## REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

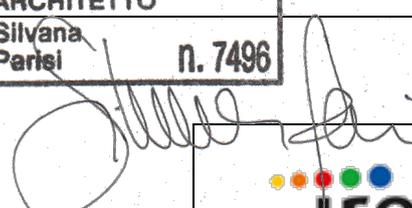
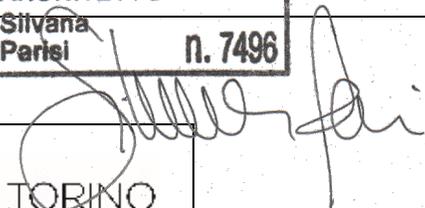
*Scuola dell'infanzia "Sassi"*

*Strada Comunale di Mongreno, 72 – TORINO*



Il Redattore della diagnosi energetica  
Arch. Silvana Parisi

Il Responsabile della diagnosi energetica  
Arch. Silvana Parisi



## Sommario

1. Executive summary .....	3
2. Introduzione .....	6
2.1. Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio .....	6
2.2. Norme tecniche e legislazione di riferimento .....	7
2.2.1. UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza .....	11
2.3. Oggetto della diagnosi.....	13
2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto .....	14
2.5. Documentazione acquisita .....	14
3. Analisi dei consumi.....	16
3.1. Unità di misura, fattori di conversione.....	16
3.2. Modalità di raccolta dati di consumo .....	16
3.3. Analisi dei consumi elettrici.....	17
3.4. Analisi dei consumi termici.....	20
3.5. Risultati dell'analisi dei consumi .....	22
4. Descrizione dell'edificio.....	24
4.1. Informazioni sul sito .....	24
4.2. Inquadramento territoriale .....	24
4.3. Foto del sito.....	26
4.4. Dati geografici e climatici .....	27
4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali .....	28
4.6. Planimetrie .....	29
4.1. Considerazioni generali sull'edificio .....	31
4.1. Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste.....	31
5. Modello termico.....	32
5.1. Modellazione involucro edilizio.....	32
5.2. Modellazione impianto termico .....	35
5.3. Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo .....	38
5.4. Indice di prestazione energetica .....	39
6. Proposte di intervento .....	40
6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche .....	40
6.2. Isolamento solaio sottotetto e solaio cantina.....	41

6.3.	Sostituzione serramenti .....	41
6.4.	Cappotto.....	42
6.5.	Conclusioni .....	42
7.	Allegati .....	43

## 1. Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per l'edificio sito in strada comunale Mongreno 72, Torino. L'edificio dei primi '900 ospita la scuola materna "Sassi". Il fabbricato è composto da 2 piani fuori terra, ingresso principale su strada Mongreno, copertura realizzata con tetto a falda.

Dati geometrici:

Superficie (m <sup>2</sup> )			Volumetria complessiva (m <sup>3</sup> )	
715			2.290	
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m <sup>2</sup> )	Superficie disperdente involucro edilizio (m <sup>2</sup> )	Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> )	Rapporto S/V (m <sup>-1</sup> )
2	470,42	1.496,99	2.584,79	0,58

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento opaco	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]
Parete esterna 50 cm	1,466	417,86
Parete esterna 35 cm	1,884	23,54
Sottofinestra	2,637	37,04
Porta esterna	1,705	10,15
Muro verso CT	2,227	37,11
Pavimento su cantina	0,879	40,35
Pavimento su vespaio	0,879	379,38
Soffitto verso sottotetto	1,341	278,64
Soffitto a terrazzo	0,423	146,34

Descrizione elemento trasparente	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]
porta esterna	3,033	1,05
porta esterna	4,019	0,82
Finestra 2 ante	2,868	74,97
Portafinestra	2,584	4,9
finestra spogliatoio	3,813	3,19
Finestre bagni	2,888	6,42
Finestra scale	2,841	13,99

Finestra 1P	2,762	3,77
Portafinestra 1P	2,594	15,36
Finestrella 1P	3,503	2,1

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
<b>Consumi reali (Smc)</b>	10.440	12.195	11.049
<b>GG</b>	2.502	2.136	2.161
<b>Consumo Specifico (Smc/mc risc.)</b>	4,0	4,7	4,3

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
<b>Consumo elettrico (kWh)</b>	16.344	16.344
<b>Consumo Specifico (kWh/mc)</b>	6,32	6,32

Interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	18040	32%	3819	2597	7
Isolamento sottotetto	7000	15%	1730	1176	6
Serramenti	69300	11%	1350	918	75
Cappotto interno	30000	34%	3969	2699	11

## 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 conoscenza delle opportunità di risparmio energetico e la riduzione dei consumi 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			
<b>DIRETTIVE EUROPEE</b>			
(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>
<b>LEGGI ITALIANE</b>			
(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 m<sup>3</sup> e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m<sup>3</sup></i>
(4)	<u>D. Lgs 115/08</u>	<i>Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici</i>	<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>
<b>NORME TECNICHE</b>			
(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 termici e temperature superficiali.	<i>La norma definisce le specifiche dei modelli geometrici 3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico.</i>

	<u>10211 : 1998</u>	Calcoli dettagliati	<i>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 : 1994</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>	Prestazione energetica degli	<i>La specifica calcola il fabbisogno di energia primaria per</i>

	<u>- 4 : 2016</u>	edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria	<i>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 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 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 : 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 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 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 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 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 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 applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i</i>

			<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.

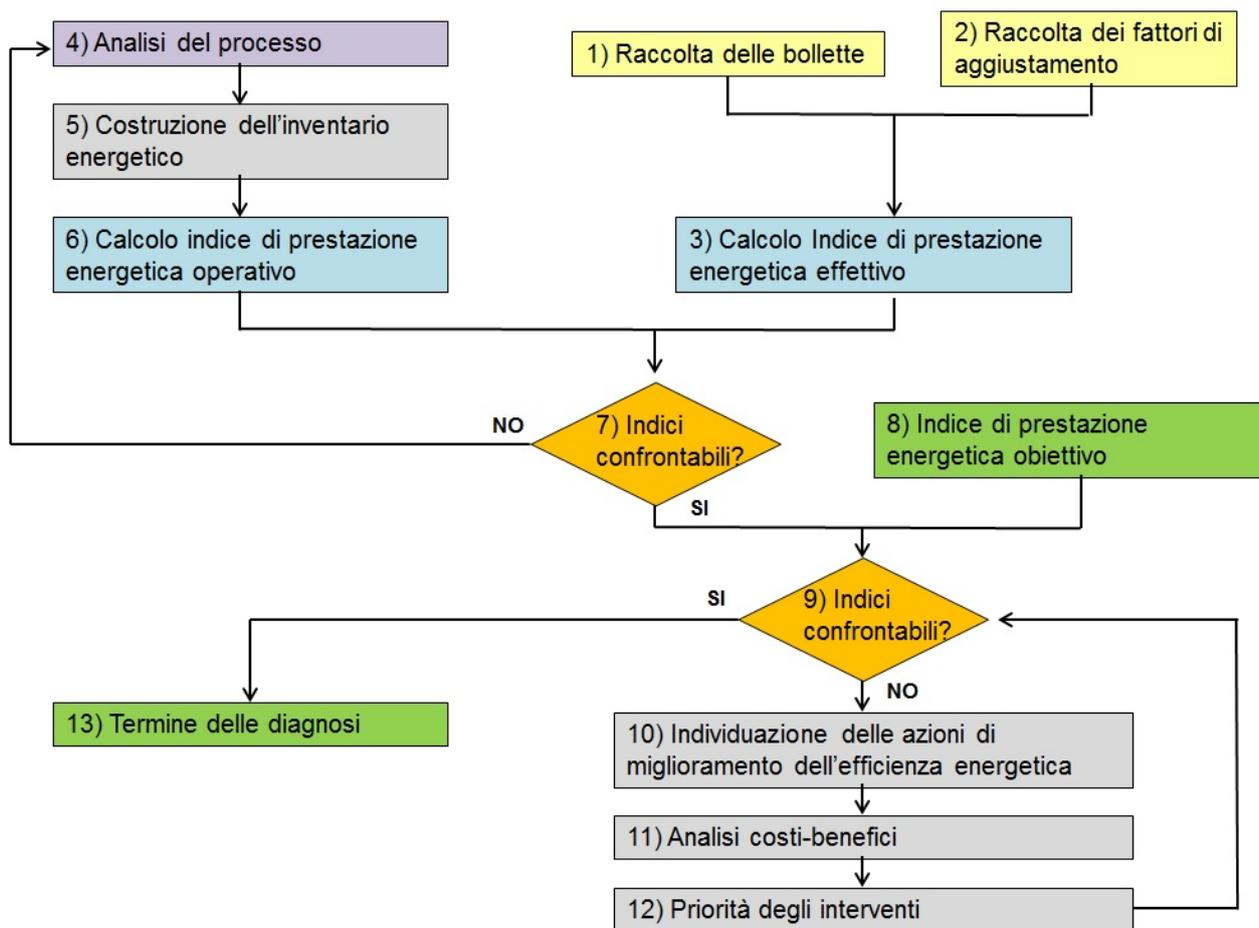


Figura 1 - Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

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/m <sup>2</sup> 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 atti 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 dalla Fondazione Torino Smart City per conto di IREN Servizi e Innovazione sull'edificio comunale che ospita la scuola materna "Sassi", sito in strada comunale Mongreno 72 a Torino.

### Dati geometrici:

Superficie (m2)			Volumetria complessiva (m3)	
715			2.290	
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
2	470,42	1.496,99	2.584,79	0,58

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, quelli riferiti agli anni 2014 e al 2015.

### Consumi termici:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	10.440	12.195	11.049
GG	2.502	2.136	2.161
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	4,0	4,7	4,3

### Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	16.344	16.344
Consumo Specifico (kWh/mc)	6,32	6,32



Figura 2 - Vista aerea dell'edificio oggetto di analisi

## 2.4. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Arch. Silvana Parisi	Tecnico Fondazione Torino Smart City
Ing. Enrico Ferro	Tecnico Fondazione Torino Smart City

## 2.5. Documentazione acquisita

I documenti acquisiti sono:

- elaborati grafici in formato digitale (planimetrie, sezioni e prospetti);
- 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 prodotta durante i sopralluoghi.
- 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.



#### **Rilevatore trattamento bassoemissivo:**

Lo strumento Low-E identifica i vetri con trattamenti di basso emissivo semplicemente premendo un pulsante.

I vetri di tipo basso emissivo, sono componenti vitali nell'efficienza delle finestre e/o porte finestrate.

Lo strumento permette oltre alla rilevazione dei trattamenti anche la possibilità di identificare qual è la faccia del vetro trattata.



#### **Spessivetro:**

Lo strumento, particolarmente semplice e preciso, permette misure accurate sul vetro e sulle vetrocamera fino a 3 camere. Lo strumento può misurare le seguenti tipologie di vetro: vetro semplice piano; vetro a 1, 2, 3 camere d'aria; vetro camera con pellicola PVB; vetro stratificato.

### 3. Analisi dei consumi

#### 3.1. Unità di misura, fattori di conversione

Nel presente documento, i vettori energetici sono espressi con le seguenti unità di misura:

- Energia elettrica [kWh<sub>e</sub>]
- Metano [Smc]

Ogni vettore è inoltre correlato con il fattore di conversione in tonnellate di petrolio equivalente (circolare Mise del 18 dicembre 2014 e indicazioni ENEA).

##### Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

VETTORE	FATTORE DI CONVERSIONE IN TEP	UNITÀ DI MISURA	FONTE
Energia Elettrica	0,000187	tep/kWh <sub>e</sub>	ENEA
Metano	0,000777	tep/Smc	ENEA
Densità	0,678	Kg/Smc	

#### 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 POD unico:

POD	IT020E00371913
-----	----------------

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

MESE	kWh	Tot fattura [€] (IVA INCLUSA)
gen-14	1.362	€ 356,11
feb-14	1.362	€ 356,11
mar-14	1.362	€ 356,08
apr-14	1.362	€ 356,08
mag-14	1.362	€ 366,99
giu-14	1.362	€ 366,99
lug-14	1.362	€ 366,00
ago-14	1.362	€ 366,00
set-14	1.362	€ 366,00
ott-14	1.362	€ 369,16
nov-14	1.362	€ 367,16
dic-14	1.362	€ 367,16
<b>Totale</b>	<b>16.344</b>	<b>€ 4.359,84</b>

MESE	kWh	Tot fattura [€] (IVA INCLUSA)
gen-15	1.362	€ 361,84
feb-15	1.362	€ 362,73
mar-15	1.362	€ 362,73
apr-15	1.362	€ 364,30
mag-15	1.362	€ 364,30
giu-15	1.362	€ 364,30
lug-15	1.362	€ 365,50
ago-15	1.362	€ 365,49
set-15	1.362	€ 365,49
ott-15	1.362	€ 367,53
nov-15	1.362	€ 367,53
dic-15	1.362	€ 367,53
<b>Totale</b>	<b>16.344</b>	<b>€ 4.379,27</b>

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

<b>0,27</b>	<b>€/kWh IVA ESCLUSA</b>
-------------	--------------------------

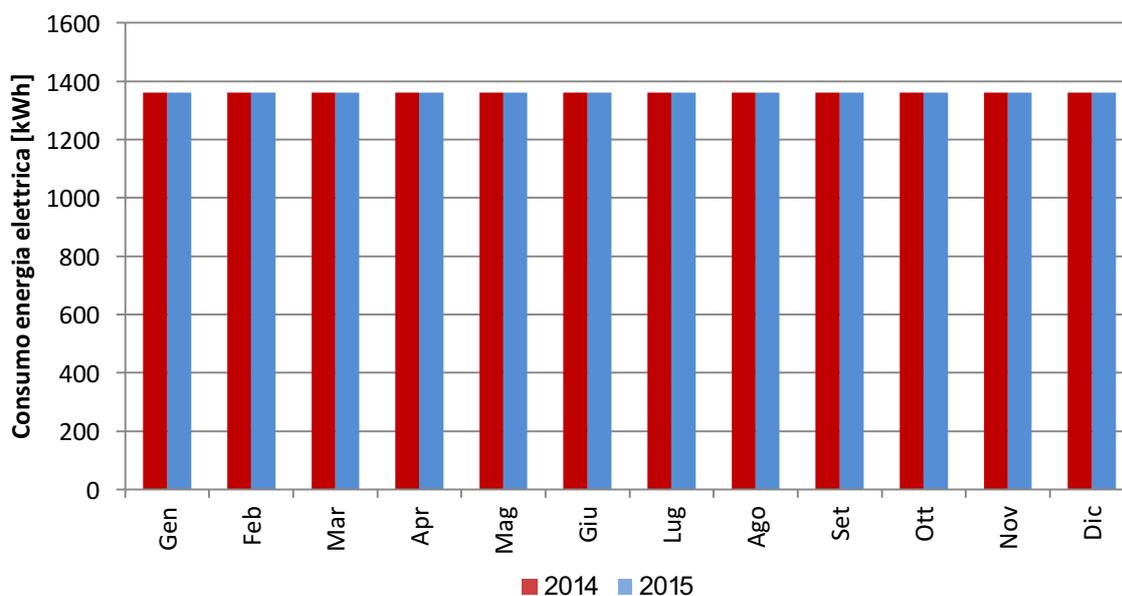


Figura 3 - Andamento mensile consumi elettrici relativi anni 2014 e 2015

I consumi sono stati imputati in bolletta in base a stime, attribuendo a ciascun mese lo stesso numero di kilowattora. In mancanza di letture periodiche non è possibile effettuare valutazioni sui trend di consumi mensili di energia elettrica.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a:

- illuminazione ambienti indoor;
- Pompe di circolazione dei circuiti idronici di riscaldamento
- Boiler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria
- Apparecchiature varie.

in sede di sopralluogo sono state identificate le seguenti apparecchiature alimentate elettricamente:

- Cucina: forno, Cappa Aspirante, Frigo + Frigo Industriale, Lavastoviglie Industriale, montavivande

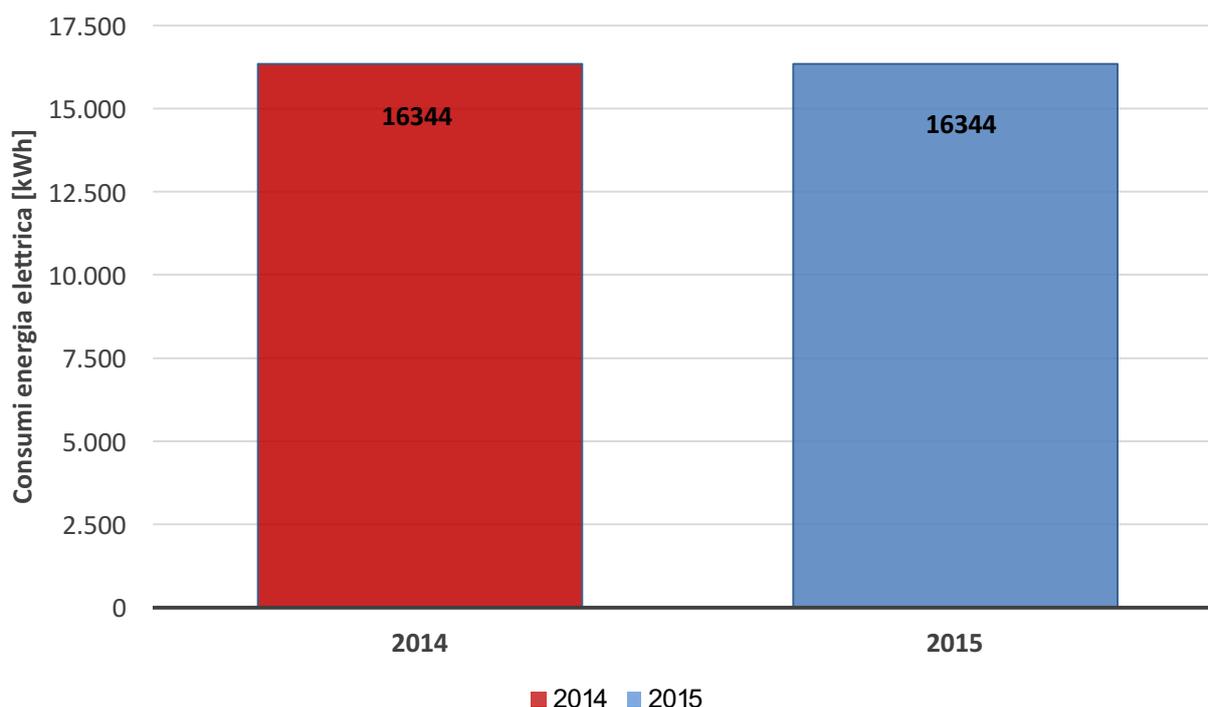


Figura 4 - Consumi elettrici annui 2014-2015

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione interna, in sede di sopralluogo è stata rilevata, ove possibile, la disposizione delle apparecchiature di illuminazione interna di alcuni locali tipo (aula, corridoio, palestra, ecc.).

Le apparecchiature di illuminazione interna sono costituite essenzialmente da plafoniere e/o apparecchiature ad incasso dotate di sorgenti luminose a tubi fluorescenti con alimentatori elettromagnetici e/o elettronici.

Di seguito si riporta l'elenco delle apparecchiature dei locali tipo esaminati e il relativo calcolo della potenza specifica installata.

STATO DI FATTO						
ZONA		ILLUMINAZIONE			POTENZA	
Locale	Superficie utile [m2]	n° delle lampade	n° dei bulbi	Potenza [W]	Potenza installata [W]	Potenza specifica [W/m2]
aula 1	59,07	6	2	36	432	7,3
aula 2	60,87	5	2	36	360	5,9
aula 3	62,64	6	2	36	432	6,9
atrio PT	79,72	6	2	36	432	5,4

### 3.4. Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951207789080
-----	----------------

I consumi analizzati derivano da lettura stagionale del contatore:

Consumo metano gest. 2012/2013 [Smc]	Consumo metano gest. 2013/2014 [Smc]	Consumo metano gest. 2014/2015 [Smc]
10.440	12.195	11.049

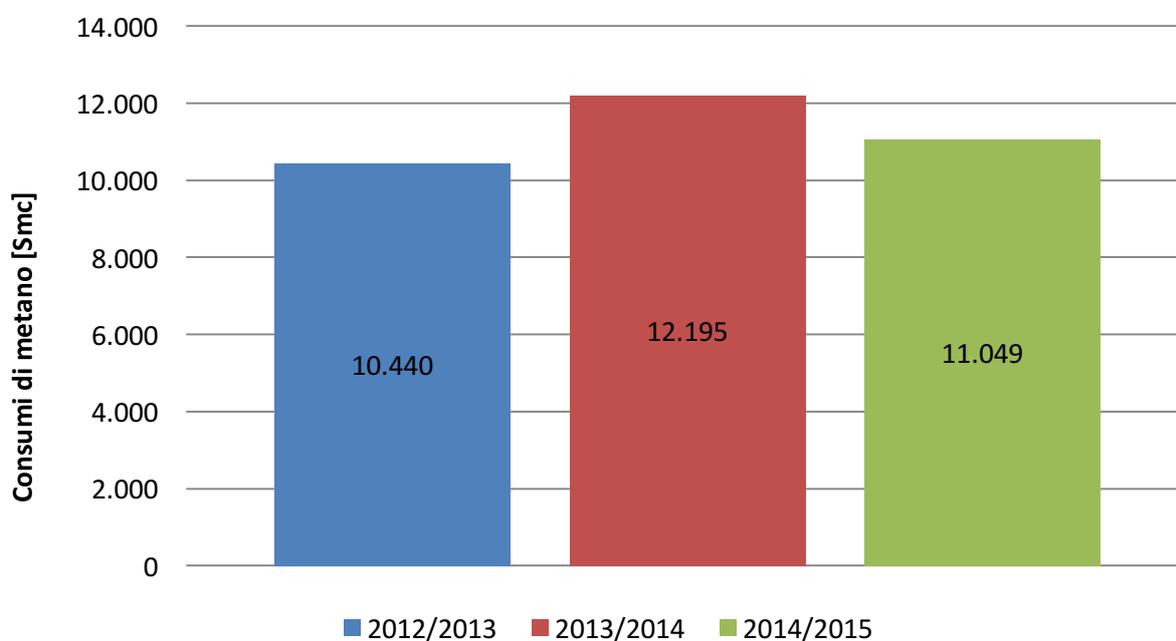


Figura 5 - Consumi di metano ultime tre stagioni di riscaldamento

I Gradi Giorno reali (fonte ARPA) delle 3 stagioni termiche sono:

GG 2012/2013	GG 2013/2014	GG 2014/2015	GG Torino MEDI rilevati
2.502	2.136	2.161	2.266

I consumi normalizzati risultano essere:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi normalizzati (Smc)	9.457	12.940	11.588

Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,66	5,01	4,48
----------------------------------	------	------	------

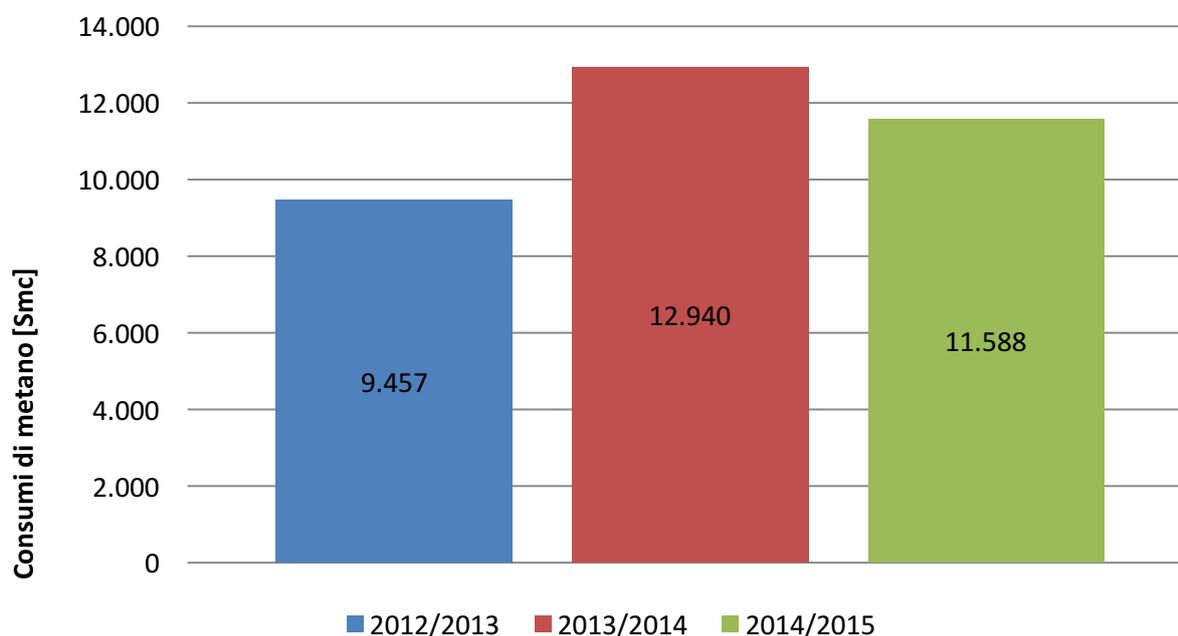


Figura 6 - Consumi di metano normalizzati ultime tre stagioni di riscaldamento

Il grafico ci restituisce un andamento dei consumi di gas all'incirca simile per ogni periodo. Le differenze che intercorrono tra i periodi analizzati, sono dovute al diverso andamento della temperatura esterna e al diverso uso dell'impianto di riscaldamento. Il consumo medio riferito al periodo in analisi è di **11228 Smc**.

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

<b>0,68</b> €/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
<b>Consumo medio metano</b>	11.228	8,7

	kWh	TEP
<b>Consumo medio En. El.</b>	16.344	3,1

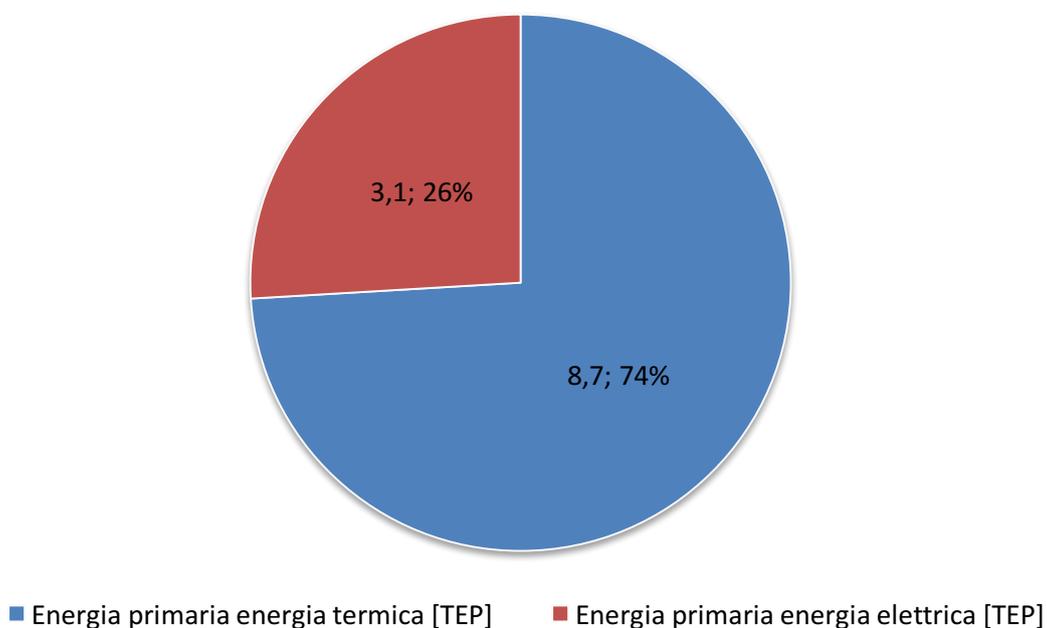
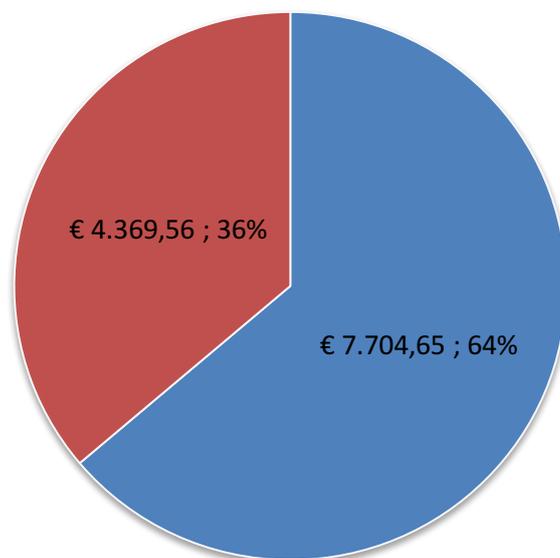


Figura 7 - Ripartizione dei consumi in energia primaria [TEP]

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

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

Servizio	€/anno	%
Spesa media per usi termici	7.704,65	64%
Spesa media per usi elettrici	4.369,56	36%
<b>Totale</b>	<b>12.074,21</b>	<b>100%</b>



■ Spesa media per usi termici    ■ Spesa media per usi elettrici

Figura 8 - Ripartizione della spesa energetica

## 4. Descrizione dell'edificio

### 4.1. Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Scuola materna "Sassi"</i>
Indirizzo	Strada Comunale di Mongreno, 72
Destinazione d'uso	E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Contesto urbano	Quartiere Madonna del Pilone Circoscrizione 7
Anno di costruzione	1910
Descrizione generale	Scuola dell'infanzia comunale
Dati di occupazione	Numero di utenti: <b>60 alunni</b> Presenza della <b>mensa scolastica</b> , utilizzata da 60 utenti giornalieri, pasti preparati internamente alla scuola da una ditta esterna di ristorazione e lavaggio delle stoviglie interno.

### 4.2. Inquadramento territoriale

L'edificio è situato in zona pre-collinare a Nord-Est di Torino.

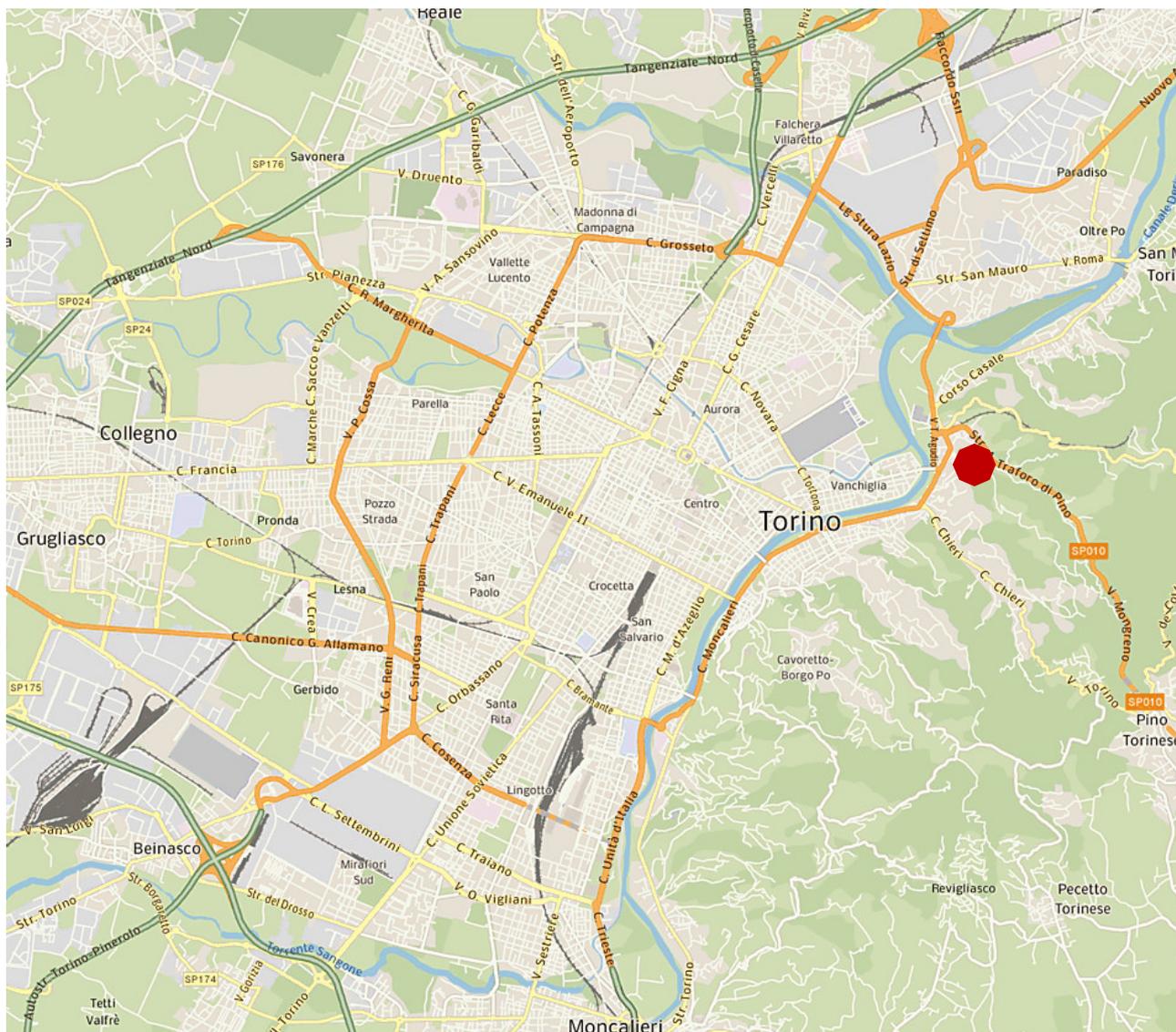


Figura 9 – Localizzazione dell’edificio nel territorio comunale

### 4.3.Foto del sito

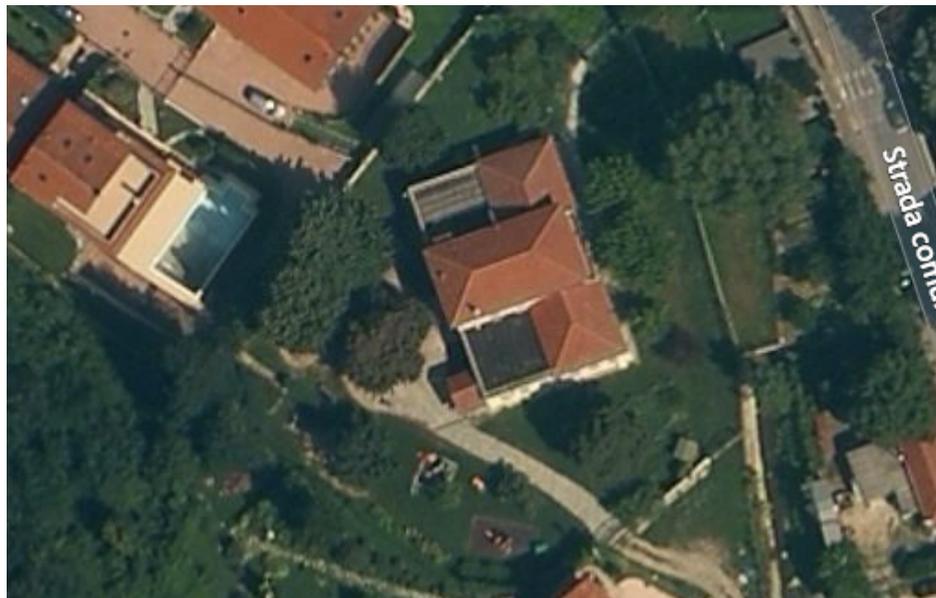


Figura 10 – inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio



Foto esterna

Foto esterne

Foto esterna

Foto esterna



Foto interna



Foto interna



Foto interna



Foto interna

#### 4.4. Dati geografici e climatici

Zona climatica e GG	Zona climatica E Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento	15 aprile – 15 ottobre
Temperatura esterna di progetto	-8 °C
Temperatura interna di progetto	20°C
Altitudine s.l.m.	239 m
Latitudine	45°04'36,9" N
Longitudine	7°41'17,1" E

Il parametro più interessante ai fini dell'analisi sono i Gradi Giorno (GG), ovvero un parametro che definisce l'andamento delle temperature in una stagione termica. I GG indicano la somma annuale delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera per la stagione del riscaldamento. I GG definiti dalla norma UNI 10349 vengono convenzionalmente utilizzati per il calcolo del fabbisogno termico di un edificio e rappresentano il dato medio su 40 anni.

I valori di irradianza sono desunti dalla norma UNI 10349/2016.

L'analisi della variabilità delle condizioni climatiche è il presupposto di qualsiasi valutazione del comportamento energetico di un edificio. In primo luogo, infatti, i consumi termici di un edificio variano al variare delle condizioni climatiche, pertanto ogni variazione non riconducibile all'aumento o alla diminuzione della temperatura esterna dipende da fattori legati all'uso ed alla manutenzione dell'edificio.

Per questo motivo i consumi forniti per gli ultimi 3 anni sono stati analizzati confrontandoli con i gradi giorno dell'anno relativo e successivamente normalizzati secondo i gradi giorno medi reali del sito.

#### 4.5. Caratteristiche tecniche generali e dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m2)	Superficie disperdente involucro edilizio (m2)	Volume lordo riscaldato (m3)	Rapporto S/V (m-1)
2	470,42	553,18	2.584,79	0,58

L'edificio si sviluppa su 2 piani fuori terra per un'altezza al filo di gronda di 6 metri circa. Le coperture sono in parte piane con terrazze praticabili, in parte a falde.

Si riporta di seguito una descrizione dell'edificio in oggetto:

Struttura portante in muratura di spessore 50 cm, realizzata in mattoni pieni come visibile al piano cantine, coerentemente con l'epoca di realizzazione dell'edificio. In corrispondenza dei sottofinestra sono presenti rastremazioni delle pareti.

Solaio intermedio con ossatura portante in c.a. nella parte centrale dell'edificio, visibile all'intradosso; nelle ali laterali e al piano superiore sono presenti volte a padiglione realizzate in laterizio. Il solaio inferiore verso cantina e verso vespaio areato è anch'esso realizzato con volte in laterizio.

In corrispondenza dei solai voltati la copertura è realizzata a falde con manto in tegole. La parte di copertura piana è stata oggetto di un rifacimento recente, in quanto le guaine appaiono in ottimo stato.

I serramenti sono costituiti da telaio in legno da 50 mm, con doppio vetro 6/6/4 privo di pellicole basso emissive. Le schermature solari sono costituite da oscuranti interni in legno.

#### Impianto di riscaldamento

La scuola è servita da un impianto di riscaldamento così composto:

- 1 caldaia tradizionale “ICI RED 100”, a basamento alimentata a metano, potenza utile nominale 116 kW, con bruciatore Baltur da 128kW. Non è disponibile l’anno di installazione;
  - La distribuzione primaria del fluido termovettore per ogni circuito è garantita da una coppia di pompe di circolazione;  
La distribuzione ai terminali avviene per mezzo di una rete di trasporto del fluido vettore posta in orizzontale al piano interrato con diramazioni a colonne montanti. Le pompe di circolazione sono a giri fissi per tutti i circuiti;
  - Terminali di emissione: radiatori in ghisa senza valvole termostatiche;
  - Regolazione con compensazione climatica in centrale termica per ogni circuito di mandata;
  - 1 circuito di distribuzione;
  - Accensione impianto (dato fornitoci dal responsabile IREN per gli impianti termici): dal martedì al venerdì 06:00 – 17:30, il lunedì 04:00 – 17:30.
- L’impianto non è oggetto di telegestione.

#### Impianto di produzione acqua calda sanitaria

- La produzione dell’acs dei bagni avviene tramite boiler elettrici mentre per la cucina avviene tramite scaldabagno a gas.

## 4.6.Planimetrie

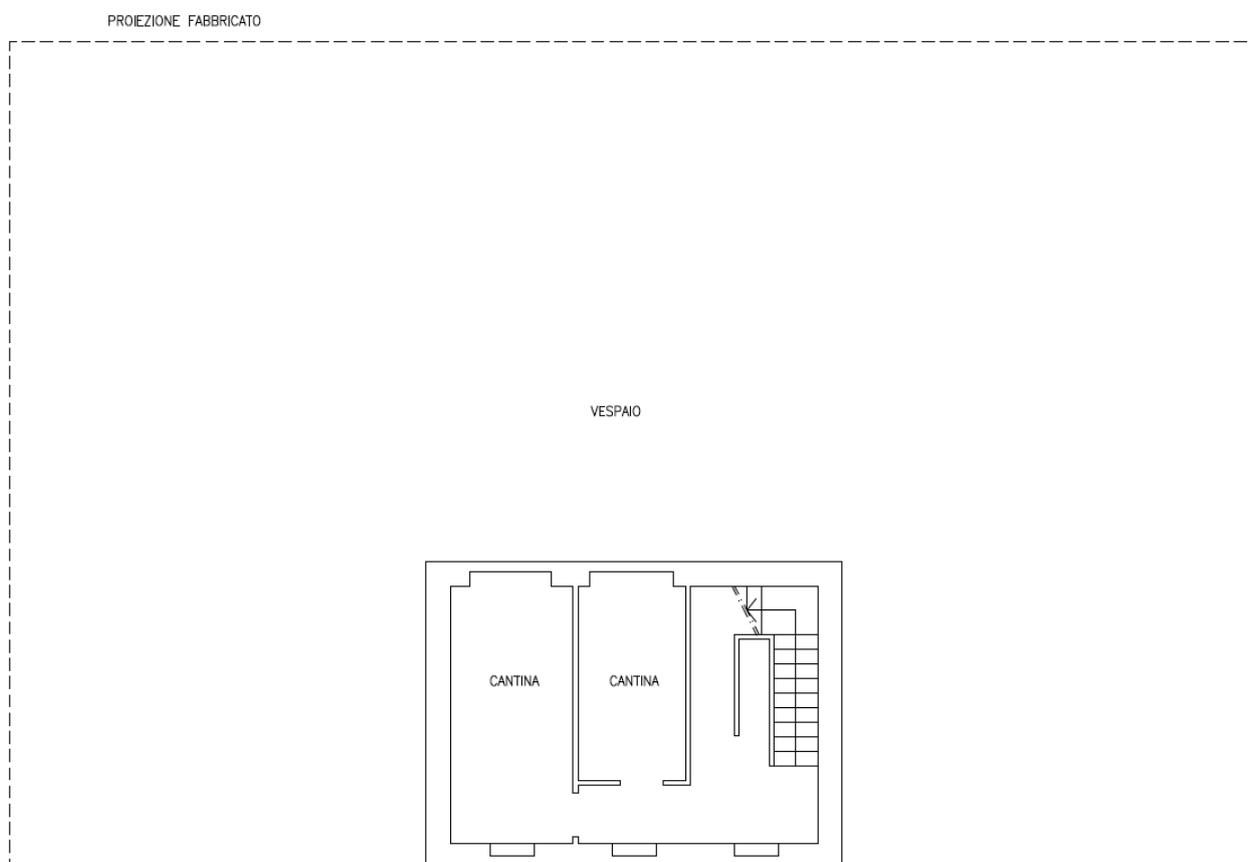


Figura 11 - Pianta piano cantine

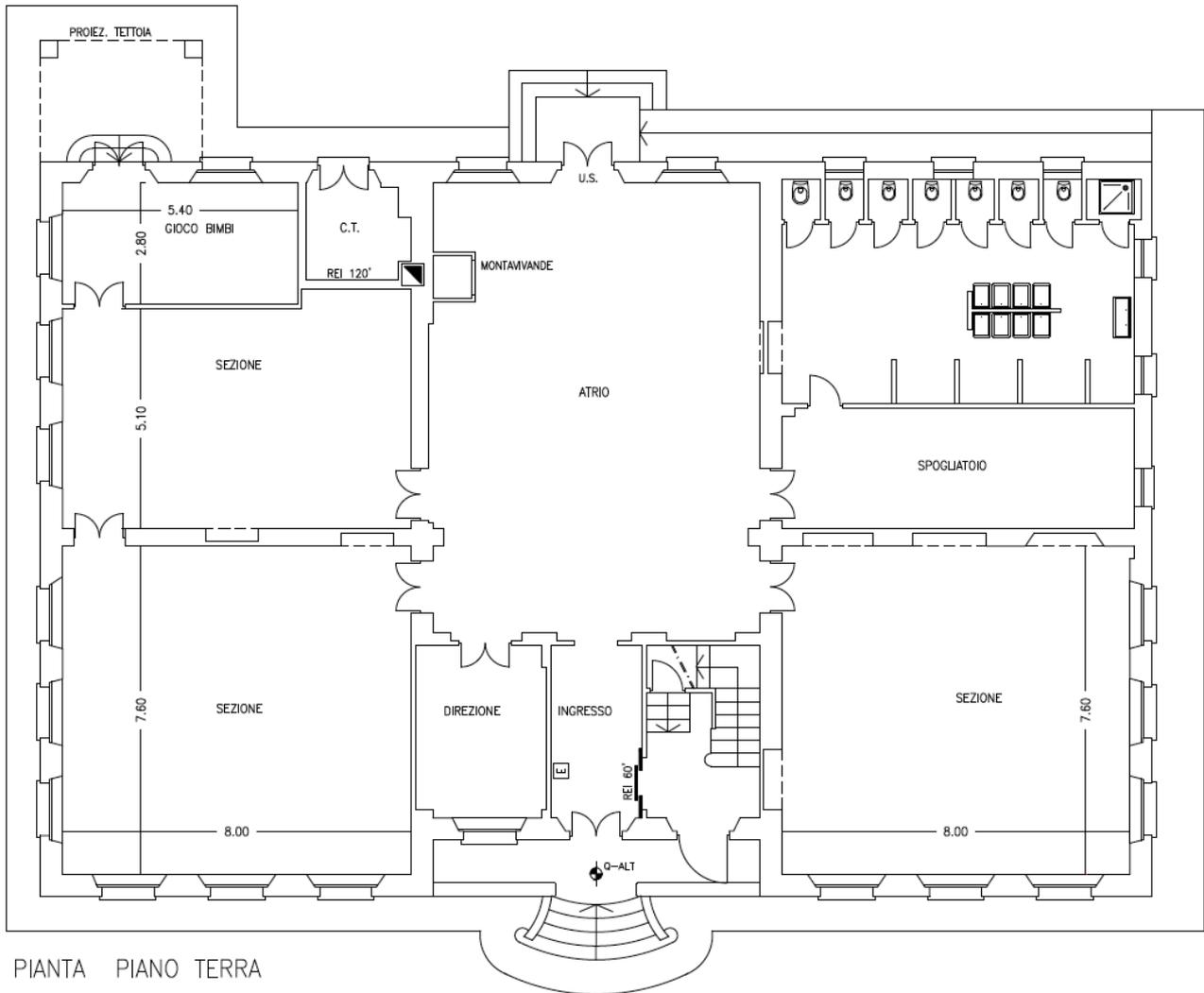


Figura 12 - Pianta piano terra

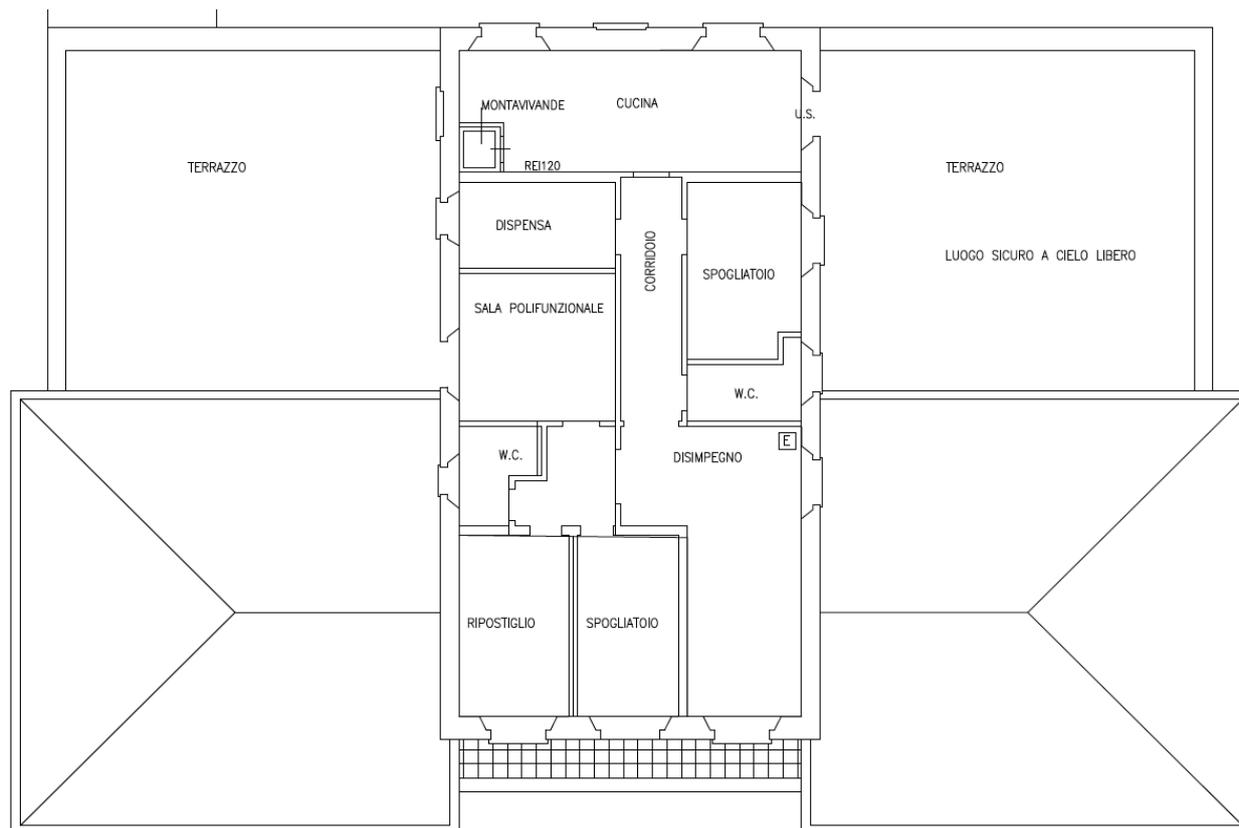


Figura 13 - Pianta piano primo

#### 4.1.Considerazioni generali sull'edificio

L'Edificio si presenta in condizioni discrete. Non sembra necessitare di interventi di manutenzione urgenti. Le coperture piane sembra siano state oggetto di rifacimento recente, le guaine risultano in ottime condizioni.

#### 4.1.Considerazioni sull'uso dell'edificio rilevate attraverso interviste

Nella parte relativa alle "criticità legate alle condizioni di confort termoigrometrico segnalate dagli utenti della struttura" della scheda fornitrice, non vengono indicate criticità.

In seguito a conversazione con il personale della scuola d'infanzia si è rilevato un discomfort nella stagione invernale, dovuto a temperature eccessivamente alte nelle stanze, con conseguente apertura delle finestre.

## 5. Modello termico

### 5.1. Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico del complesso sito in Strada Comunale di Mongreno 72 (Torino), si è individuata un'unica zona termica servita dalla stessa caldaia.

Il modello è stato eseguito utilizzando il software Edilclima EC 700.

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

In allegato 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.

#### Dispersioni per componente

#### **INTERA STAGIONE**

##### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M1	Parete esterna 50 cm	1,375	417,86	32002	36,1	6871	49,9	9566	31,7
M2	Parete esterna 35 cm	1,737	23,54	2277	2,6	489	3,6	662	2,2
M3	Sottofinestra	2,357	37,04	4863	5,5	1044	7,6	1551	5,1
M5	Porta esterna	1,583	10,15	895	1,0	192	1,4	430	1,4
M6	Muro verso CT	2,227	37,11	1842	2,1	-	-	-	-
P1	Pavimento su cantina	0,879	40,35	987	1,1	-	-	-	-
P2	Pavimento su vespaio	0,879	379,38	9284	10,5	-	-	-	-
S1	Soffitto verso sottotetto	1,341	278,64	14568	16,4	-	-	-	-
S2	Soffitto a terrazzo	0,415	146,34	3386	3,8	1454	10,6	1272	4,2

Totali **70105** **79,1** **10050** **73,0** **13481** **44,7**

##### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	porta esterna	2,758	1,05	161	0,2	32	0,2	287	1,0

W2	porta esterna	3,382	0,82	155	0,2	31	0,2	190	0,6
W3	Finestra 2 ante	2,641	74,97	11031	12,4	2203	16,0	11294	37,4
W4	Portafinestra	2,436	4,90	665	0,7	133	1,0	175	0,6
W5	finestra spogliatoio	3,241	3,19	576	0,6	115	0,8	378	1,3
W6	Finestre bagni	2,672	6,42	956	1,1	191	1,4	336	1,1
W7	Finestra scale	2,626	13,99	2047	2,3	409	3,0	1845	6,1
W8	Finestra 1P	2,572	3,77	541	0,6	108	0,8	406	1,3
W9	Portafinestra 1P	2,442	15,36	2089	2,4	417	3,0	1580	5,2
W10	Finestrella 1P	3,033	2,10	355	0,4	71	0,5	210	0,7

Totali **18576** **20,9** **3709** **27,0** **16702** **55,3**

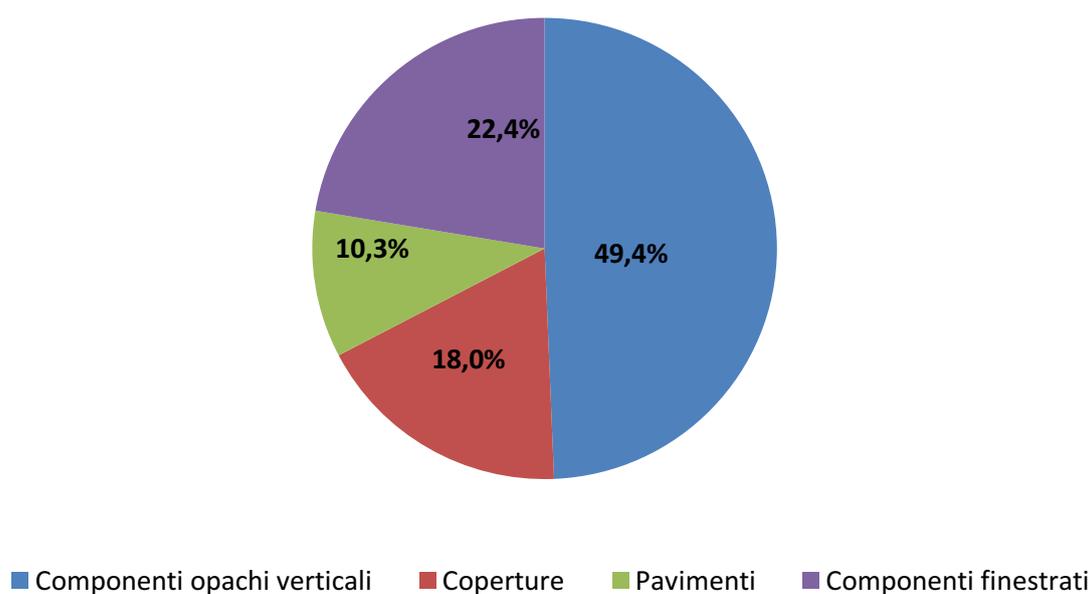


Figura 14 - %, per componente, di dispersioni per trasmissione ed extraflusso

## Fabbisogno di energia utile

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Dispersioni			Apporti		Fabbisogno
	QH,tr,vetr kWh	QH,tr,op kWh	QH,ve kWh	Qsol,k kWh	Qint kWh	QH,nd kWh
Ottobre	-697,98	-2.418,02	-557,00	1.761,00	768,00	2.282,00
Novembre	-2.436,67	-8.441,33	-1.546,00	2.217,00	1.355,00	10.869,00
Dicembre	-3.861,76	13.378,24	-2.324,00	2.231,00	1.400,00	18.011,00
Gennaio	-3.810,69	13.201,31	-2.295,00	2.190,00	1.400,00	18.178,00
Febbraio	-3.296,38	11.419,62	-2.060,00	2.609,00	1.264,00	14.829,00
Marzo	-2.208,86	-7.652,14	-1.583,00	3.651,00	1.400,00	9.470,00
Aprile	-532,45	-1.844,55	-510,00	2.042,00	677,00	1.773,00
	16.844,80	58.355,20	10.875,00	16.701,00	8.264,00	75.412,00
	20%	68%	13%	67%	33%	

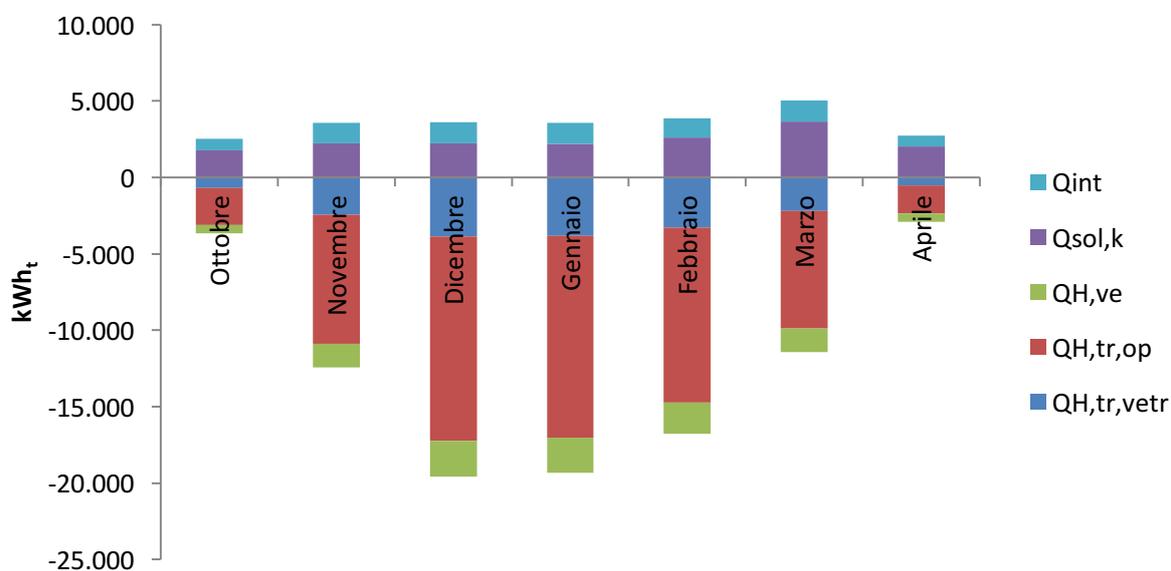


Figura 15 - Andamento mensile dispersioni ed apporti edificio

## 5.2. Modellazione impianto termico

Di seguito si riassumono i valori caratteristici degli elementi costituenti l'impianto termico.

### Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione	<b>Radiatori su parete esterna non isolata (<math>U &gt; 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}</math>)</b>		
Temperatura di mandata di progetto	<b>80,0</b>	°C	
Rendimento di emissione	<b>89,3</b>	%	

### Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo **Solo climatica (compensazione con sonda esterna)**

Rendimento di regolazione	<b>100,0%</b>	(In caso di regolazione climatica il rendimento dipende dal fattore di utilizzo degli apporti e dal rapporto apporti/perdite)
---------------------------	---------------	---

### Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Tipo di impianto	<b>Autonomo, edificio singolo</b>		
Rendimento di distribuzione utenza	<b>96,5</b>	%	
Fabbisogni elettrici	<b>1290</b>	W	

### Dati generali:

Servizio	<b>Riscaldamento</b>
Tipo di generatore	<b>Caldaia tradizionale</b>
Metodo di calcolo	<b>Analitico</b>

Marca/Serie/Modello	<b>ICI Red 100</b>		
Potenza nominale al focolare	$\Phi_{cn}$	<b>128,00</b>	kW

### Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	<b>10,00</b>	%
<b>Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata</b>			
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	<b>0,20</b>	%
<b>Bruciatore aria soffiata, combustibile liquido/gassoso con chiusura dell'aria all'arresto</b>			
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	<b>3,19</b>	%
<b>Generatore vecchio, isolamento medio</b>			

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	<b>0,00</b>	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	<b>0,00</b>	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	$W_{br}$	<b>462</b>	W
Fattore di recupero elettrico	$k_{br}$	<b>0,80</b>	-
Potenza elettrica pompe circolazione	$W_{af}$	<b>356</b>	W
Fattore di recupero elettrico	$k_{af}$	<b>0,80</b>	-

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

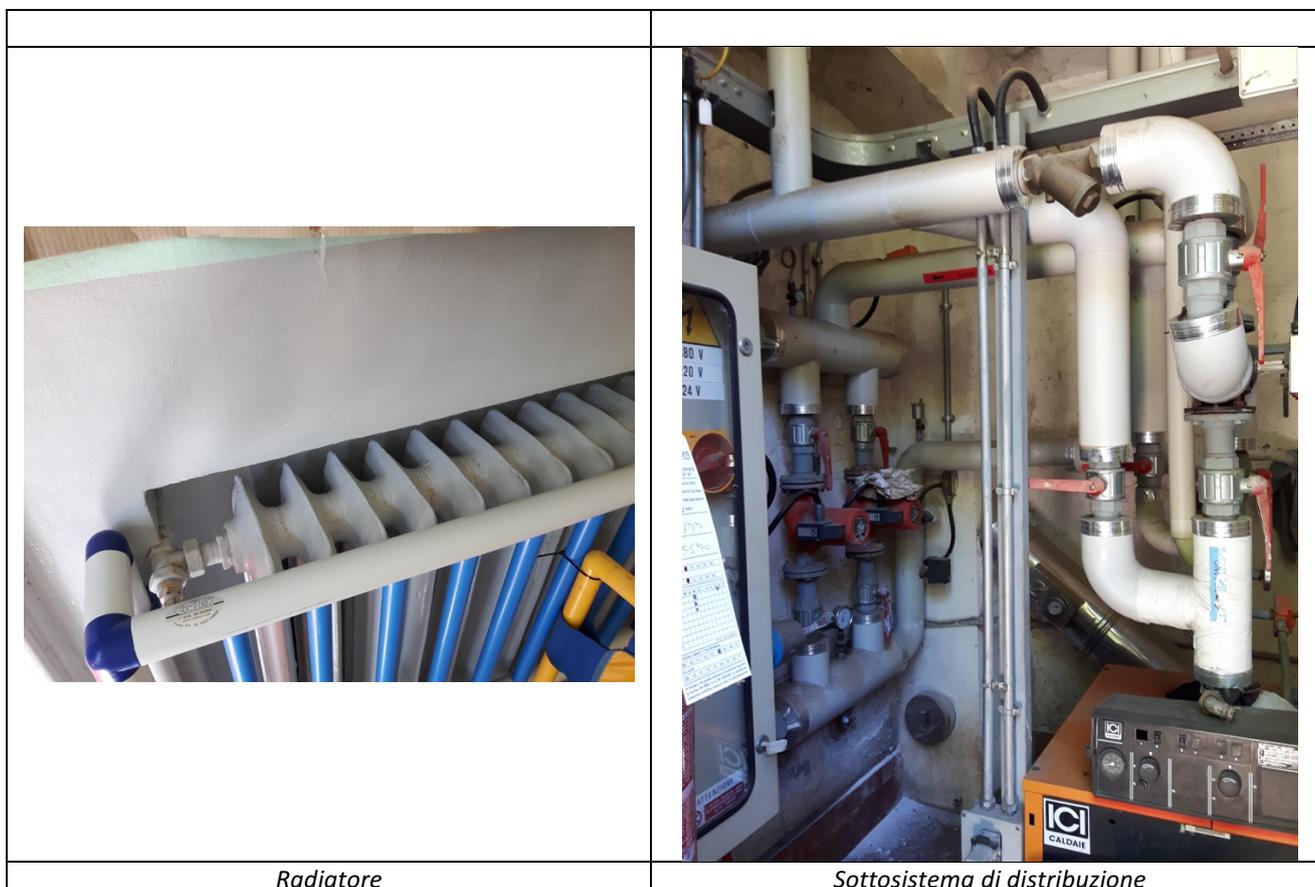
Generatore a temperatura di mandata fissa **80,0** °C

Tipo di circuito **Collegamento diretto**

Vettore energetico:

Tipo **Metano**

Potere calorifico inferiore  $H_i$  **9,6** kWh/Sm<sup>3</sup>



Radiatore

Sottosistema di distribuzione



Targa generatore di calore



Generatore di calore

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi ai rendimenti dei singoli sottosistemi del modello impiantistico:

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	<b>87,3</b>	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	<b>86,2</b>	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	<b>96,5</b>	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	<b>84,2</b>	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	<b>58,6</b>	%

### 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. I gradi giorno presenti in tabella, rappresentano la media dei dati rilevati presso le stazioni meteorologiche presenti sul territorio del comune di Torino e sono stati desunti dal sito web di Arpa Piemonte:

Periodo	Smc Consumo	GG
Dati 2012/13	10440	2502
Dati 2013/14	12195	2136
Dati 2014/15	11049	2161

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 2012/13 normalizzato	9.457
Consumo effettivo 2013/2014 normalizzato	12.940
Consumo effettivo 2014/2015 normalizzato	11.588

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

	Smc
<b>Consumo effettivo</b>	<b>11.329</b>

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

Fabbisogno ambiente	$QH_{nd}$ [kWh]	75.411
Energia del combustibile risc.	$QH_{gn,in}$ [kWh]	113.403
Energia del combustibile ACS	$QW_{gn,in}$ [kWh]	7.683

Consumo operativo METANO [Smc]	<b>11813</b>
<b>Scostamento</b>	<b>4%</b>

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

## 5.4. Indici di prestazione energetica

Dall'analisi dei consumi si ricavano a questo punto gli indicatori di prestazione energetica (tabelle sottostanti). Questi indicatori rappresentano il benchmark di riferimento, rispetto al quale comparare il consumo energetico di un edificio con un set di altri edifici simili. Inoltre hanno lo scopo di fornire gli elementi tecnici oggettivi per verificare le prestazioni relative allo stato di fatto dell'edificio, attraverso il quale, è possibile individuare e poi valutare le possibili azioni di efficientamento energetico.

<b>DENSITA' DI UTILIZZO</b> [m <sup>2</sup> /alunno]	Un rapporto molto alto indica uno scarso utilizzo degli spazi della scuola che comporterebbe anche spreco energetico e costi aggiuntivi per manutenzione, pulizie etc. Sarebbe dunque necessario un piano di ottimizzazione degli spazi. L'indicatore viene calcolato in riferimento alla superficie utile rispetto ai dati di occupazione forniti da IREN
<b>CONSUMI TERMICI</b> [kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> ]	Indica il consumo di energia termica in base alla superficie riscaldata. Attraverso questo rapporto si valuta l'efficienza della scuola dal punto di vista termico. L'indicatore è calcolato sulla media dei consumi termici delle stagioni 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.
<b>CONSUMI ELETTRICI</b> [kWh <sub>e</sub> /m <sup>2</sup> ]	Indica il consumo di energia elettrica in base alla superficie utile dell'edificio studiato. Nel caso di un edificio scolastico, questo dato diventa significativo perché ci riporta i consumi per l'illuminazione, che sono i consumi elettrici principali. Qualora questo indice risulti troppo basso bisognerebbe verificare che gli ambienti non risultino sotto-illuminati. L'indicatore è calcolato in riferimento alla media dei consumi elettrici delle stagioni 2014 e 2015 rispetto alla superficie utile dell'edificio.

Gli indicatori analizzati per l'edificio in analisi sono i seguenti:

INDICATORE	BENCHMARK	EDIFICIO IN ANALISI
Densità di utilizzo [m <sup>2</sup> /alunno]	8 m <sup>2</sup> /alunno	7,8
Consumi termici [kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> ]	150 [kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> ]	231,2
Consumi elettrici [kWh <sub>e</sub> /m <sup>2</sup> ]	20 - 25 kWh/m <sup>2</sup>	22,9

I dati di benchmark per gli edifici scolastici sono stati desunti dagli atti del convegno tenutosi a Rivoli su "L'analisi dei consumi energetici del comune di Rivoli".

Il consumo specifico di energia elettrica dedotto dalle bollette è di **22,9 kWh/m<sup>2</sup>anno**. Questi consumi risultano in linea con i valori di letteratura (convegno di Rivoli). Per quanto riguarda il consumo di energia termica **per la climatizzazione invernale e/o produzione di acqua calda sanitaria** da combustibile, è di **231,2 kWh/m<sup>2</sup>anno**, valore superiore del **54%** rispetto all'indice di riferimento.

Viene inoltre calcolato un ulteriore indice di prestazione normalizzato rispetto ai gradi giorno standard (UNI 10349) utilizzando i seguenti dati di partenza:

Consumo termico effettivo normalizzato [kWh]	108.754
Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]	2.584,79
GG per utilizzati per la normalizzazione	2617

EP <sub>(i+w)</sub> [Wh/m <sup>3</sup> GG]	16,1
--	------

## 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 e solaio cantina
3. Sostituzione serramenti
4. Cappotto esterno

### 6.1. Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche

Si propone la sostituzione del generatore di calore tradizionale con uno nuovo a condensazione con le seguenti caratteristiche:

- Funzionamento a temperatura scorrevole;
- Bruciatore ad aria soffiata;
- Regolazione climatica guidata da sonda esterna di temperatura.

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

<b>1</b>	<b>Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica</b>	Consumo ante	11.813	smc
		$\eta_{H,g}$ ante	0,598	
		$\eta_{H,g}$ post	0,862	
		Consumo post	7.994	smc
		Risparmio	32%	
		Costo intervento	€ 18.040,00	
		Risparmio	€ 2.596,92	Euro/anno
		PB	6,9	anni

## 6.2. Isolamento solaio sottotetto e solaio cantina

L'intervento prevede la posa di 16 cm di isolante del tipo Fibra di vetro con conducibilità pari a 0,04 (W/mK), all'estradosso del solaio verso il sottotetto.

Descrizione elemento	U ante [W/m <sup>2</sup> K ]	U post [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]
<i>Soffitto verso sottotetto</i>	<i>1,341</i>	<i>0,211</i>	<i>280,00</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

<b>2</b>	<b>Isolamento sottotetto</b>	Consumo ante	11.813	smc
		Consumo post	10.083	smc
		Risparmio	15%	
		Costo intervento	7.000	
		Risparmio	1.176	Euro/anno
		PB	6,0	anni

## 6.3. Sostituzione serramenti

L'intervento prevede la sostituzione dei vecchi serramenti con nuovi serramenti dalle medesime forme e dimensione con telaio in legno e doppio vetro da 6 mm di spessore.

Descrizione elemento	U ante [W/m <sup>2</sup> K]	U post [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]
<i>Telaio in legno_ Uf 1,5 e Ug 1.1 - finestra varie dimensioni</i>	<i>2,86</i>	<i>1,414</i>	<i>126</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

<b>3</b>	<b>Serramenti</b>	Consumo ante	11.813	smc
		Consumo post	10.463	smc
		Risparmio	11%	
		Costo intervento	69.300	
		Risparmio	918	Euro/anno
		PB	75,5	anni

## 6.4. Cappotto

L'intervento prevede la posa di 10 cm di isolante del tipo polistirene espanso con conducibilità pari a 0,04 (W/m K) sul lato interno della parete disperdente dell'edificio.

Descrizione elemento	U ante [W/m <sup>2</sup> K]	U post [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]
<i>Parete esterna</i>	<i>1,375</i>	<i>0,31</i>	<i>479,01</i>

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

4	Cappotto interno	Consumo ante	11.813	smc
		Consumo post	7.844	smc
		Risparmio	34%	
		Costo intervento	30.000	
		Risparmio	2.699	Euro/anno
		PB	11,1	anni

## 6.5. Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	18040	32%	3819	2597	7
Isolamento sottotetto	7000	15%	1730	1176	6
Serramenti	69300	11%	1350	918	75
Cappotto interno	30000	34%	3969	2699	11

In conclusione si osserva che l'intervento più vantaggioso e che comporta il più alto grado di efficientamento energetico è la sostituzione del generatore di calore.

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

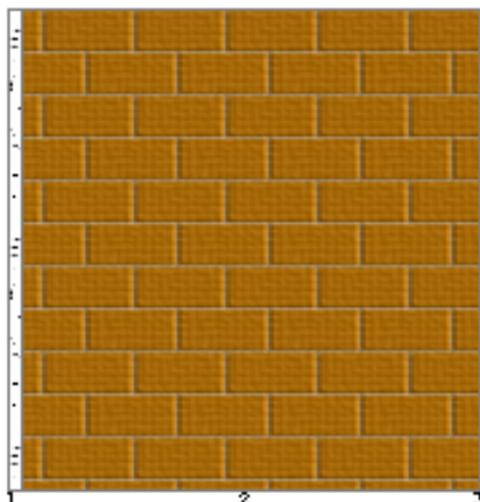
## 7. Allegati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Parete esterna 50 cm*

**Codice:** *M1*

Trasmittanza termica	<b>1,375</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>500</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>55,710</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>988</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>940</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,104</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,076</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-15,3</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	470,00	0,990	0,475	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

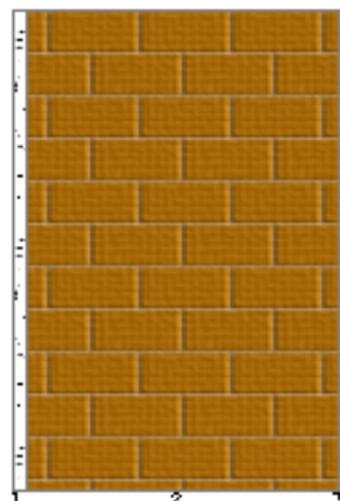
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Parete esterna 35 cm*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<b>1,737</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>350</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>78,740</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>688</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>640</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,339</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,195</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,8</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	320,00	0,990	0,323	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

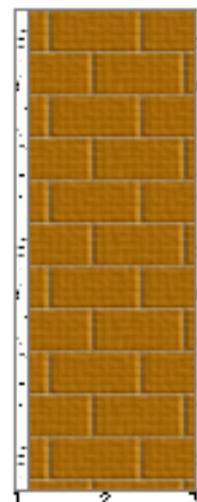
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Sottofinestra*

**Codice:** *M3*

Trasmittanza termica	<b>2,357</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>200</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>134,228</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>388</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>340</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,110</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,471</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,3</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	170,00	0,990	0,172	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

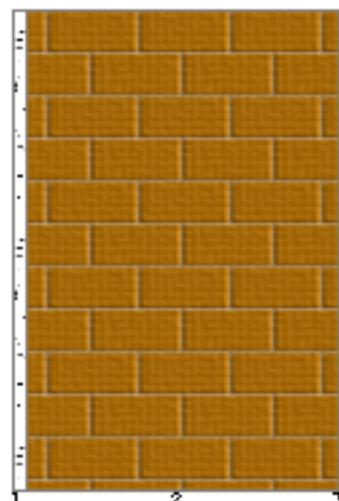
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Divisorio interno*

**Codice:** *M4*

Trasmittanza termica	<b>1,611</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>350</b>	mm
Permeanza	<b>78,740</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa (con intonaci)	superficiale <b>688</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa (senza intonaci)	superficiale <b>640</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,270</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,168</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,1</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	320,00	0,990	0,323	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Porta esterna*

**Codice:** *M5*

Trasmittanza termica	<b>1,583</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>50</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>6,221</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>23</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>23</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,462</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,924</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-2,2</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	50,00	0,120	0,417	450	2,70	643
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-

Legenda simboli

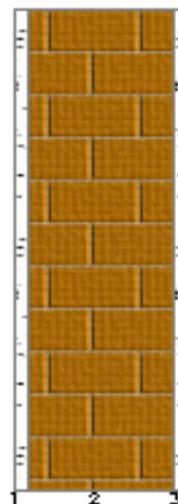
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura: Muro verso CT**

**Codice: M6**

Trasmittanza termica	<b>2,227</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>180</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>8,8</b>	°C
Permeanza	<b>148,148</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>348</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>300</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,039</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,467</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,0</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	150,00	0,990	0,152	2000	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su cantina*

**Codice:** *P1*

Trasmittanza termica	<b>0,879</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>340</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>6,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>545</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>527</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,112</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,128</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,4</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	80,00	0,160	0,500	500	1,00	7
4	Volta in mattoni	200,00	0,900	0,222	2000	0,84	10
5	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,900	0,011	1800	0,84	27
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK

R.V. Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

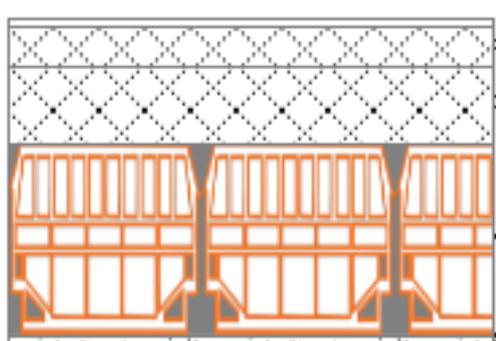
-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su vespaio*

**Codice:** *P2*

Trasmittanza termica	<b>0,879</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>340</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>6,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>545</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>527</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,112</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,128</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,4</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	80,00	0,160	0,500	500	1,00	7
4	Volta in mattoni	200,00	0,900	0,222	2000	0,84	10
5	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,900	0,011	1800	0,84	27
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK

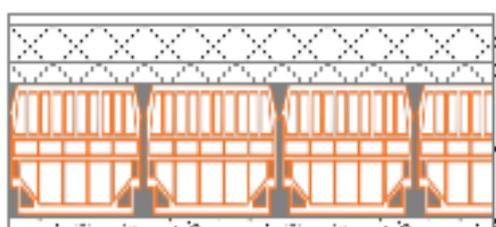
R.V. Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
 secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura: *Soletta interpiano***
**Codice: *P3***

Trasmittanza termica	<b>1,531</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>225</b>	mm
Permeanza	<b>31,596</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa (con intonaci)	<b>321</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa (senza intonaci)	<b>297</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,579</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,378</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,3</b>	h


**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica	10,00	1,000	0,010	2300	0,84	200
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,900	0,044	1800	0,88	30
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti interne (um. 2-5%)	20,00	1,910	0,010	2400	0,88	100
4	Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50	140,00	0,610	0,230	1100	0,84	7
5	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Soffitto verso sottotetto*

**Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<b>1,341</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>260</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,4</b>	°C
Permeanza	<b>76,336</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>443</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>425</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,370</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,276</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,3</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	50,00	0,160	0,313	500	1,00	7
2	Volta in mattoni	200,00	0,900	0,222	2000	0,84	10
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,900	0,011	1800	0,84	27
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

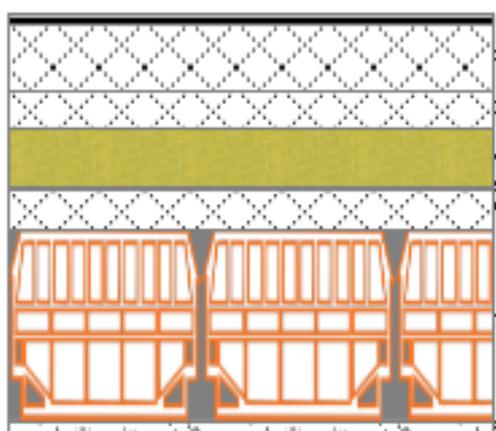
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Soffitto a terrazzo*

**Codice:** *S2*

Trasmittanza termica	<b>0,415</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>439</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,329</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>572</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>548</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,031</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,074</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-14,2</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,085	-	-	-
1	Barriera vapore in bitume feltro /foglio	10,00	0,230	0,043	1100	1,00	50000
2	Sottofondo di cemento magro	70,00	0,900	0,078	1800	0,88	30
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
4	Polistirene espanso, estruso con pelle	60,00	0,035	1,714	35	1,25	300
5	Barriera vapore in velo di vetro bitumato	4,00	0,230	0,017	1200	0,92	20000
6	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti interne (um. 2-5%)	40,00	1,910	0,021	2400	0,88	100
7	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
8	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Soletta interpiano*

**Codice:** *S3*

Trasmittanza termica	<b>1,949</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>225</b>	mm
Permeanza	<b>31,596</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa (con intonaci)	superficiale <b>321</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa (senza intonaci)	superficiale <b>297</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,022</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,524</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,3</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica	10,00	1,000	0,010	2300	0,84	200
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,900	0,044	1800	0,88	30
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia pareti interne (um. 2-5%)	20,00	1,910	0,010	2400	0,88	100
4	Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50	140,00	0,610	0,230	1100	0,84	7
5	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *porta esterna*

**Codice:** *W1*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>2,758</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>2,856</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>140,0</b>	cm
Altezza		<b>75,0</b>	cm

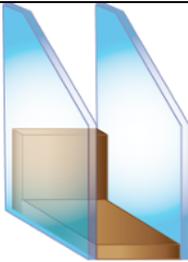


### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,06</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,050</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,684</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,366</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,65</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>3,500</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>4,300</b>	m

## Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

## Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,790** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M5 Porta esterna**

Trasmittanza termica U **1,583** W/m<sup>2</sup>K

Altezza H<sub>sott</sub> **350,0** cm

Area **4,90** m<sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

### secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *porta esterna*

**Codice:** *W2*

#### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>3,382</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,564</b>	W/m <sup>2</sup> K

#### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

#### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

#### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>150,0</b>	cm
Altezza		<b>55,0</b>	cm



#### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>0,825</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,445</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,380</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,54</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>5,400</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>4,100</b>	m

## Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

## Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,827** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M5 Porta esterna**

Trasmittanza termica U **1,583** W/m<sup>2</sup>K

Altezza H<sub>sott</sub> **350,0** cm

Area **5,25** m<sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestra 2 ante*

**Codice:** *W3*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>2,641</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>2,840</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

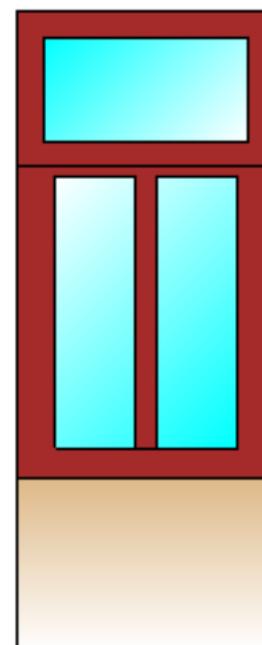
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>140,0</b>	cm
Altezza		<b>170,0</b>	cm
Altezza sopra luce		<b>85,0</b>	cm



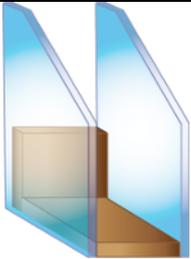
### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,06</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>3,570</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,935</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,635</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,54</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>11,080</b>	m

Perimetro telaio  $L_f$  **7,900** m

### **Stratigrafia del pacchetto vetrato**

<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>R</b>
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### **Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo  $U$  **2,564** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Sottofinestra</b>
Trasmittanza termica	$U$	<b>2,357</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	$H_{sott}$	<b>95,0</b> cm
Area		<b>1,33</b> m <sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Portafinestra*

**Codice:** *W4*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>2,436</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>2,840</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

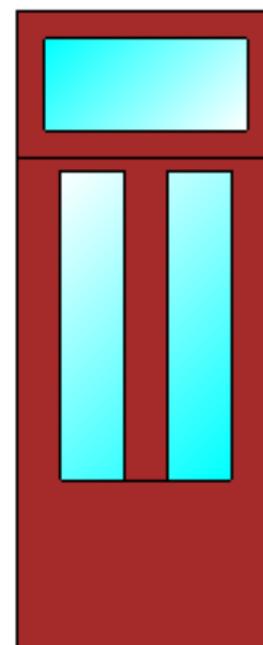
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>140,0</b>	cm
Altezza		<b>270,0</b>	cm
Altezza sopra luce		<b>80,0</b>	cm



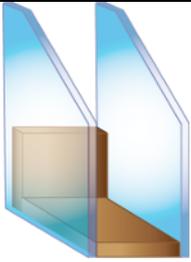
### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,06</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>4,900</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,733</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>3,167</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,35</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>11,360</b>	m

Perimetro telaio  $L_f$  **9,800** m

### **Stratigrafia del pacchetto vetrato**

<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>R</b>
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### **Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo  $U$  **2,436** W/m<sup>2</sup>K

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *finestra spogliatoio*

**Codice:** *W5*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>3,241</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,564</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

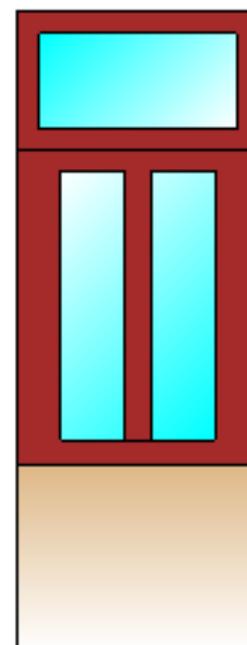
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>130,0</b>	cm
Altezza		<b>170,0</b>	cm
Altezza sopra luce		<b>75,0</b>	cm



### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>3,185</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,541</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,644</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,48</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>10,320</b>	m

Perimetro telaio  $L_f$  **7,500** m

### **Stratigrafia del pacchetto vetrato**

<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>R</b>
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### **Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo  $U$  **2,984** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3 Sottofinestra</b>
Trasmittanza termica	$U$ <b>2,357</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	$H_{sott}$ <b>100,0</b> cm
Area	<b>1,30</b> m <sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestre bagni*

**Codice:** *W6*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>2,672</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>2,840</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

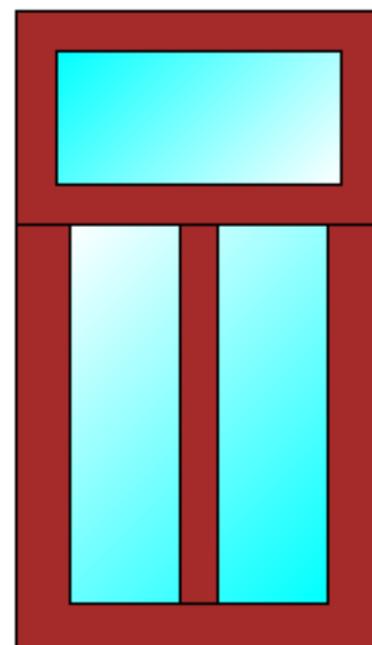
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>110,0</b>	cm
Altezza		<b>130,0</b>	cm
Altezza sopra luce		<b>65,0</b>	cm



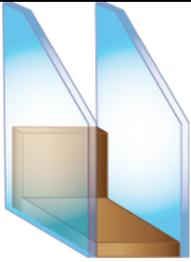
### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,06</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>2,145</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,112</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,033</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,52</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>8,460</b>	m

Perimetro telaio  $L_f$  **6,100** m

### **Stratigrafia del pacchetto vetrato**

<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>R</b>
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### **Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo  $U$  **2,672** W/m<sup>2</sup>K

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestra scale*

**Codice:** *W7*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>2,626</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>2,840</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

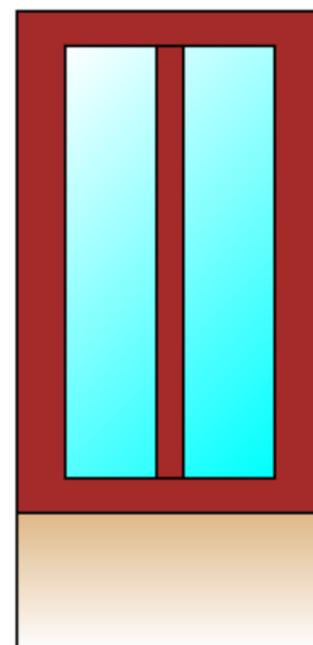
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>130,0</b>	cm
Altezza		<b>215,0</b>	cm

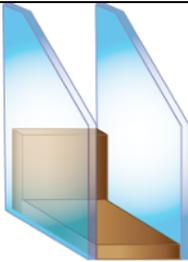


### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,06</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>2,795</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,443</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,352</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,52</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>8,960</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>6,900</b>	m

## Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

## Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo      U      **2,567** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata      **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica      U      **2,357** W/m<sup>2</sup>K

Altezza      H<sub>sott</sub>      **60,0** cm

Area      **0,78** m<sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

### secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra: *Finestra 1P***

**Codice: *W8***

#### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b><i>Singolo</i></b>		
Classe di permeabilità	<b><i>Senza classificazione</i></b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b><i>2,572</i></b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b><i>2,840</i></b>	W/m <sup>2</sup> K

#### Dati per il calcolo degli apporti solari

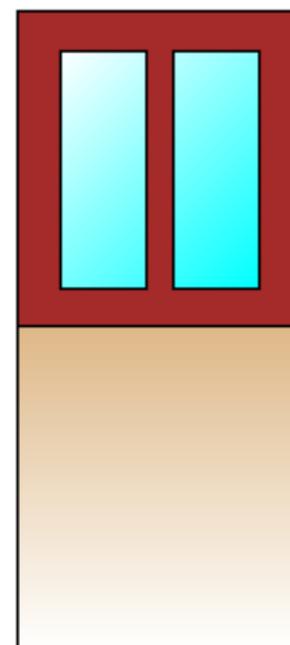
Emissività	$\epsilon$	<b><i>0,837</i></b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b><i>1,00</i></b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b><i>1,00</i></b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b><i>0,850</i></b>	-

#### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b><i>0,00</i></b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b><i>0,6</i></b>	-

#### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b><i>130,0</i></b>	cm
Altezza		<b><i>145,0</i></b>	cm

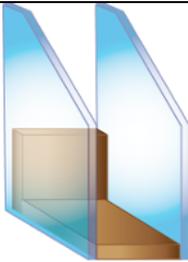


#### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b><i>2,00</i></b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b><i>0,06</i></b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b><i>1,885</i></b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b><i>0,858</i></b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b><i>1,027</i></b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b><i>0,46</i></b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b><i>5,960</i></b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b><i>5,500</i></b>	m

## Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

## Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo      U      **2,463** W/m<sup>2</sup>K

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata      **M3 Sottofinestra**

Trasmittanza termica      U      **2,357** W/m<sup>2</sup>K

Altezza      H<sub>sott</sub>      **150,0** cm

Area      **1,95** m<sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI

### secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra: *Portafinestra 1P***

**Codice: *W9***

#### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b><i>Singolo</i></b>		
Classe di permeabilità	<b><i>Senza classificazione</i></b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b><i>2,442</i></b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b><i>2,840</i></b>	W/m <sup>2</sup> K

#### Dati per il calcolo degli apporti solari

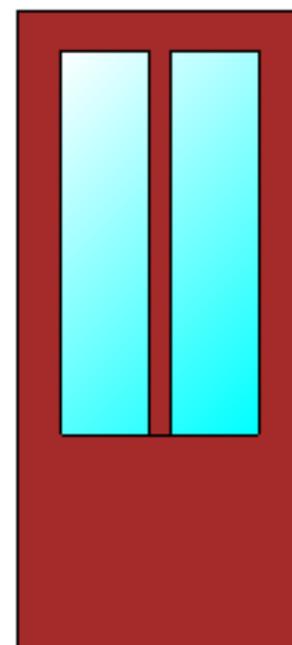
Emissività	$\epsilon$	<b><i>0,837</i></b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b><i>1,00</i></b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b><i>1,00</i></b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b><i>0,850</i></b>	-

#### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b><i>0,00</i></b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b><i>0,6</i></b>	-

#### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b><i>130,0</i></b>	cm
Altezza		<b><i>295,0</i></b>	cm

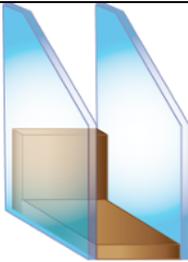


#### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b><i>2,00</i></b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b><i>0,06</i></b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b><i>3,835</i></b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b><i>1,398</i></b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b><i>2,437</i></b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b><i>0,36</i></b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b><i>8,660</i></b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b><i>8,500</i></b>	m

### Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,127</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo      U      **2,442** W/m<sup>2</sup>K

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestrella 1P*

**Codice:** *W10*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>3,033</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,442</b>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

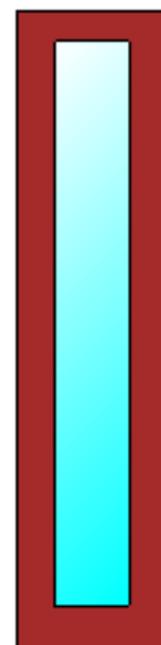
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,00</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,6</b>	-

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>50,0</b>	cm
Altezza		<b>210,0</b>	cm

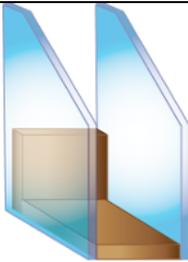


### Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>2,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,050</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,444</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,606</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,42</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>4,180</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,200</b>	m

### Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>6,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,006</b>
Intercapedine	-	-	<b>0,000</b>
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,085</b>



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conducibilità termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo      U      **3,033** W/m<sup>2</sup>K