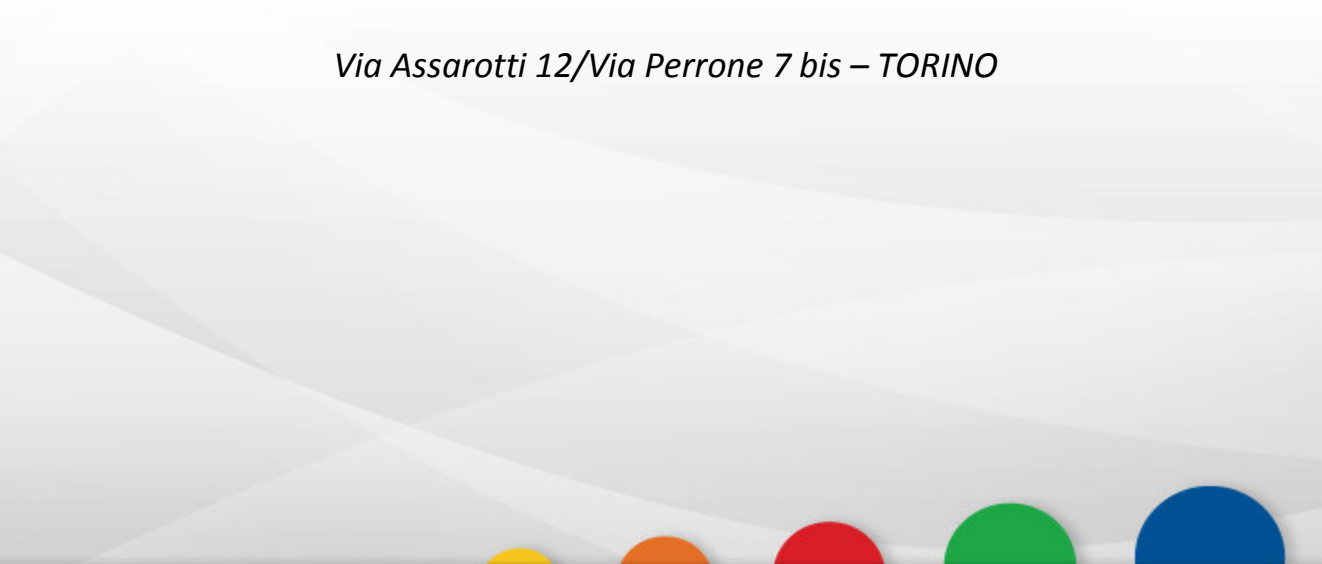




REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

*Ist. Magistrale MONTI-BOSSO + Ist. Prof.le Pubblicità BALBIS (ALBE STEINER) +
Autorimessa*

Via Assarotti 12/Via Perrone 7 bis – TORINO



<p>Il Redattore della diagnosi energetica Ing. Isabella Miglia / Ing. Michele Peradotto</p>	<p>Il Responsabile della diagnosi energetica Ing. Michele Peradotto (E.G.E.)</p>
	

Sommario

1 Executive summary.....	3
2 Introduzione	5
2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio	5
2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento	6
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.....	15
2.5 Documentazione acquisita	15
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.....	23
3.5 Risultati dell'analisi dei consumi	25
4 Descrizione dell'edificio.....	26
4.1 Informazioni sul sito	26
4.2 Foto del sito	27
4.3 Dati geografici.....	28
4.4 Caratteristiche dimensionali.....	29
4.5 Planimetrie	29
5 Modelli.....	33
5.1 Modello Elettrico	33
5.1.1 Costruzione modello elettrico	33
5.1.2 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo - indice di prestazione energetica	35
5.1.3 Conclusioni	35
5.2 Modello Termico	36
5.2.1 Modellazione involucro edilizio.....	36
5.2.2 Modello impianto termico.....	72
5.2.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo - indice di prestazione energetica	76

6 Proposte di intervento.....	78
6.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche.....	79
6.2 Isolamento solaio sottotetto	80
6.3 Cappotto	81
6.4 Sostituzione serramenti.....	81
6.5 Altri interventi	82
6.6 Conclusioni	85

1 Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per il complesso edilizio sito tra via Assarotti 12 e via Perrone 7 bis - Torino.

Il complesso edilizio presenta destinazione scolastica, ospitando i due istituti 1) Monti e 2) Albe Steiner, presenta tamponamenti in mattoni pieni e struttura mista.

Il fabbricato è variamente articolato e si estende su gran parte dell'isolato compreso tra via Assarotti, via Perrone, via Juvarra e via Bertola.

Dati geometrici:

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	3.639,70	7.023,93	19.326,42	0,36

La tabella sopra riportata comprende i dati relativi alla porzione di edificio riscaldata; si precisa che è presente anche un piano interrato (non riscaldata) e un sottotetto.

Caratteristiche termo-fisiche dei principali componenti edilizi:

- componenti opachi verticali perimetrali: murature in mattoni pieni, di spessore prevalentemente pari a 60 cm, trasmittanza media pari a 1,2 W/m²K;
- componenti opachi orizzontali: solai in blocchi, spessore circa 25 cm, trasmittanza media pari a 1,7 W/m²K;
- serramenti: di varia dimensione, con telaio in legno e vetrocamera (di recente installazione), trasmittanza media pari a circa 2,8 W/m²K.

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	54.606	48.506	47.108
GG	2.348	1.962	2.007
Consumo Specifico (Smc/m ² risc.)	15,00	13,33	12,94

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	88.790	87.492
Consumo Specifico (kWh/m ²)	24,39	24,05

Quadro di sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento		Risparmio		TR anni
	€	%	Smc	€/anno	
Generatore di calore a condensazione + termo-valvole	€ 67.196,76	17%	10.452,80	€ 7.107,90	10
Isolamento sottotetto	€ 72.990,00	13%	7.896,40	€ 5.369,55	14
Cappotto	€ 246.631,00	25%	15.387,60	€ 10.463,57	25

Confronto tra diverse soluzioni impiantistiche compatibili come richiesto da DM 26/06/2015	Investimento		Risparmio		PB anni
	€	TEP	€/anno	%	
Pompa di calore idrogeotermica	€ 455.921,54	20,19	€ 13.659,40	32,08%	36
Pompa di calore ad aria	€ 319.145,08	11,76	€ 5.089,33	11,95%	63
Pompa di calore a gas	€ 136.776,46	12,15	€ 10.633,56	24,97%	13
Sistema di automazione cl.B EN 15232	€ 90.992,50	13,03	€ 11.866,03	20,00%	8
Allacciamento a rete teleriscaldamento	(*)				
Realizzazione impianto solare termico	(**)				
Installazione di sistema cogenerativo	(***)				

Importi iva esclusa

(*) L'eventuale allacciamento ad una rete di teleriscaldamento è stato valutato, tuttavia vista la non vicinanza di un potenziale punto di allaccio e l'attuale non previsione di estensione rete nella zona del centro storico, al momento non si è considerata soluzione perseguibile.

(**) L'eventuale realizzazione di un impianto solare termico è stata oggetto di valutazione tuttavia, alla luce della destinazione d'uso dell'edificio, caratterizzata da un bassissimo fabbisogno di acqua calda sanitaria e del profilo di utilizzo (che prevede, trattandosi di complesso scolastico, che questo sia chiuso nel periodo estivo, nel quale viceversa la produttività del sistema solare risulta massima), si è ritenuto intervento non perseguibile non solo per motivi economici bensì anche per ragioni di carattere tecnico.

(***) L'eventuale installazione di un sistema cogenerativo è stata valutata; il profilo di utenza (termico/elettrico) fa ritenere tale tecnologia non utilizzabile nel caso in esame.

2 Introduzione

2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio

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

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

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

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

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

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

2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento

NORME TECNICHE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO			
DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<u>Dir. Eu.</u> <u>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.</u> <u>2012/27/UE</u>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>
LEGGI ITALIANE			
(3)	<u>D. Lgs.</u> <u>4 aprile 2006,</u> <u>n° 216</u>	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	<i>Tra i settori industriali regolati dalla direttiva ET rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m³ e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m³</i>
(4)	<u>D. Lgs 115/08</u>	<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</u> <u>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</u> <u>2015</u>	Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.	<i>Decreto che detta i criteri generali e i requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici. Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti e/o sottoposti a riqualificazione energetica</i>
NORME TECNICHE			
(8)	<u>UNI EN ISO</u> <u>6946 : 2008</u>	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmissione 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</u> <u>10077 – 1 :</u>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti –	<i>La norma fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della</i>

	<u>2007</u>	Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: generalità	<i>trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni</i>
(10)	<u>UNI EN ISO 10211 : 1998</u>	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati	<i>La norma definisce le specifiche dei modelli geometrici 3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico. La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici che sono ad esse collegate</i>
(8)	<u>UNI 10339 : 1995</u>	Indicazioni in merito alla classificazione e la definizione dei requisiti minimi degli impianti e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi	<i>Applicata agli impianti aeraulici destinati al benessere delle persone e consentire di raggiungere e mantenere: le condizioni di qualità e movimento dell'aria e le condizioni termiche ed igrometriche dell'aria specifiche delle funzioni assegnate (filtrazione, riscaldamento ...)</i>
(9)	<u>UNI 10349 : 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</i>

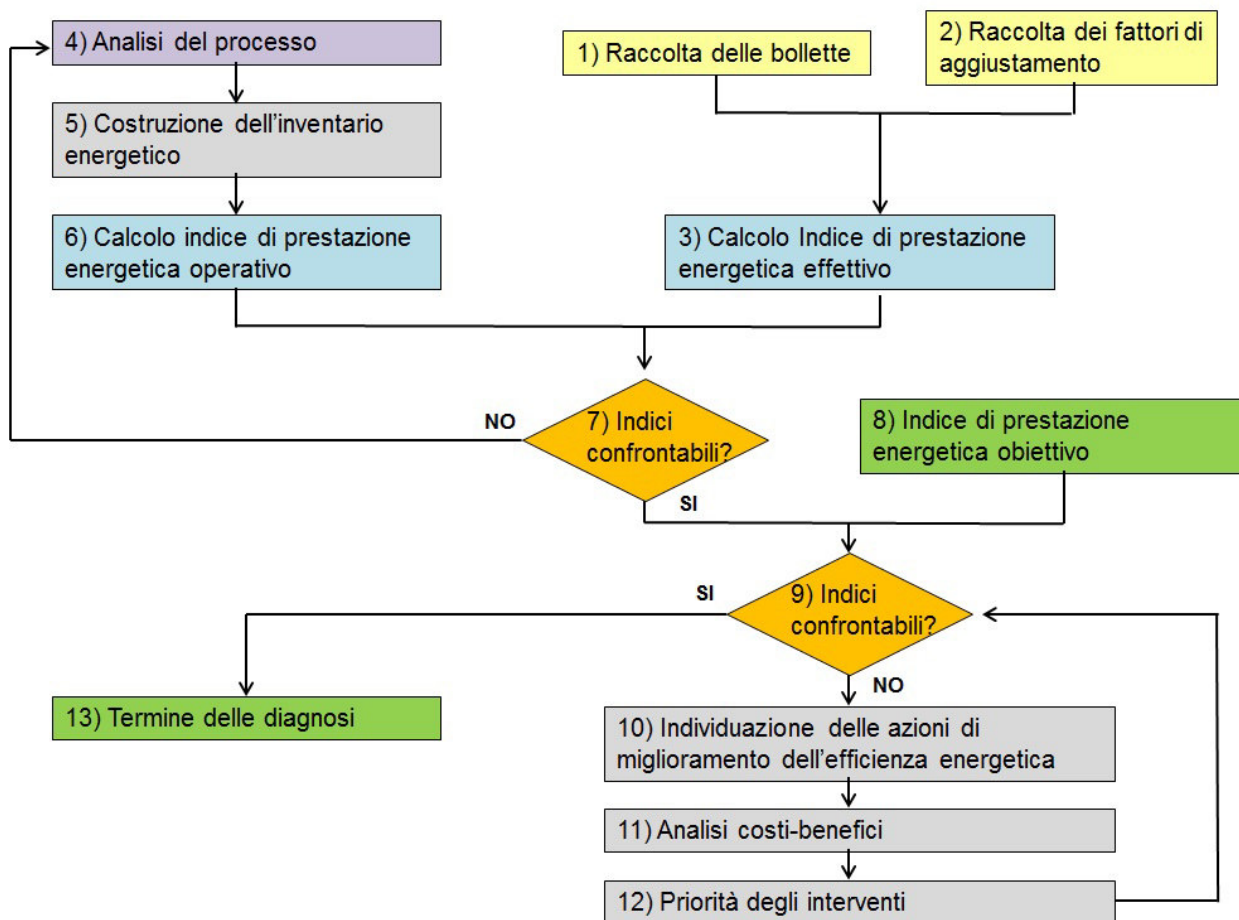
			<i>accordo con la UNI EN 15193</i>
(15)	<u>UNI/TS 11300</u> <u>- 3 : 2014</u>	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva	<i>La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia primaria richiesta per la climatizzazione degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria in condizioni di riferimento per quanto riguarda i dati climatici, le temperature interne ed il consumo di acqua calda sanitaria</i>
(16)	<u>UNI/TS 11300</u> <u>- 4 : 2016</u>	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria	<i>La specifica calcola il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso vi siano sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili trattata nella UNI/TS 11300-2</i>
(17)	<u>UNI CEI</u> <u>11339</u>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>E' la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>
(18)	<u>UNI CEI TR</u> <u>11428:2011</u>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(19)	<u>UNI EN 12831</u> <u>: 2006</u>	Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto	<i>La norma fornisce metodi di calcolo delle dispersioni termiche di progetto e del carico termico in condizioni di progetto. Essa può essere utilizzata per tutti gli edifici con altezza interna non maggiore di 5 m, ipotizzati in regime termico stazionario alle condizioni di progetto</i>
(20)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13370 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo	<i>La norma descrive i metodi di calcolo dei coefficienti del trasferimento del calore e dei flussi termici degli elementi di edifici in contatto con il terreno, compresi le solette appoggiate al terreno, le solette su intercapedine e soprasuoli. Essa si applica agli elementi di edifici o loro parti, che si trovano al di sotto del piano orizzontale delimitato dal perimetro esterno dell'edificio</i>
(21)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13786 : 2001</u>	Prestazione termica dei componenti per edilizia – caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo	<i>La norma definisce metodi per il calcolo del comportamento termico in regime dinamico di componenti edilizi completi. Inoltre essa specifica quali siano le informazioni sul componente edilizio necessarie per il calcolo. Nelle appendici sono forniti metodi semplificati per la stima delle capacità termiche, informazioni per informatizzare il metodo di calcolo, un esempio di calcolo per un componente edilizio</i>
(22)	<u>UNI EN ISO</u> <u>13789 : 2001</u>	Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo	<i>La norma specifica un metodo e fornisce le convenzioni per il calcolo del coefficiente di perdita di calore per trasmissione di un intero edificio e di parti di edificio</i>

(23)	<u>UNI EN ISO 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 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</i>

			Parte 4 - Trasporti Parte 5 – Auditor energetici (in fase di elaborazione)
(30)	<u>UNI CEI EN</u> <u>ISO</u> <u>50001 : 2011</u>	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	<i>E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</i>

2.2.1 UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza

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



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

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

1) raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili, per uno o più anni considerati significativi ai fini della DE;	CAP.3
2) identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici (es.: orari di utilizzo; superfici, volumetrie, gradi giorno...)	CAP.3
3) identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento (es.: Tep/unità di prodotto anno, GJ/posto letto anno; kWh/m2 anno);	CAP.5
4) raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi (es.: Processo produttivo, censimento dei macchinari, layout e planimetrie, contratti di fornitura energetica, dati dell'edificio e degli impianti di produzione e trasformazione dell'energia);	CAP.4 e 5
5) costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;	CAP.5
6) calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;	CAP.5
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;	CAP.5
8) individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo (Nota. Il valore di riferimento serve per il confronto con l'indice di prestazione energetica che, in funzione del mandato impartito al REDE, può essere la media di settore o il benchmark o un riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore di intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da aHi di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo).	CAP.5
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;	CAP.5
11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche;	CAP. 6
12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il REDE e il committente. Al termine di tale operazione, eseguire nuovamente il punto 9);	CAP. 6
13) una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.	

2.3 Oggetto della diagnosi

L'obiettivo di questo documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata da IREN Servizi e Innovazione sul complesso comunale nel quale sono presenti le scuole 1) Monti e 2) Albe Steiner, compreso tra le vie Assarotti, Perrone, via Bertola e via Juvarra. In particolare, i due istituti scolastici sopra menzionati presentano indirizzo rispettivamente su via Assarotti 12 e via Perrone 7 bis.

Dati geometrici:

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	3.639,70	7.023,93	19.326,42	0,36

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

Consumi termici:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi reali (Smc)	54.606	48.506	47.108
GG	2.348	1.962	2.007

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	88.790	87.492



Inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio oggetto di analisi

2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Ing. Michele Peradotto	EGE certificato da Rina Services S.p.A.
Ing. Isabella Miglia	Collaboratore dello Studio Ing. Michele Peradotto

2.5 Documentazione acquisita

I documenti acquisiti sono:

- piante quotate in scala del sito in questione;
- consumi termici rilevati attraverso letture periodiche per le stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015;
- consumi elettrici da bollette per gli anni 2014 e 2015;
- documentazione fotografica da “Google Maps”, per l’inquadramento generale del complesso edilizio.
- documentazione fotografica di dettaglio dell’edificio e della centrale termica, acquisita nel corso del sopralluogo svolto in data 26 maggio 2016;
- rilievo con strumentazione non invasiva.

Strumentazione non invasiva utilizzata nei sopralluoghi:



Bindella metrica e distanziometro laser:

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



Macchina fotografica digitale:

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

3. Analisi dei consumi

3.1 Unità di misura, fattori di conversione

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

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

Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

3.2 Modalità di raccolta dati di consumo

Tutti i dati energetici sono costituiti da:

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

3.3 Analisi dei consumi elettrici

L'edificio possiede due POD , uno per le scuole e uno per l'autorimessa (quest'ultima con accesso da via Perrone 7):

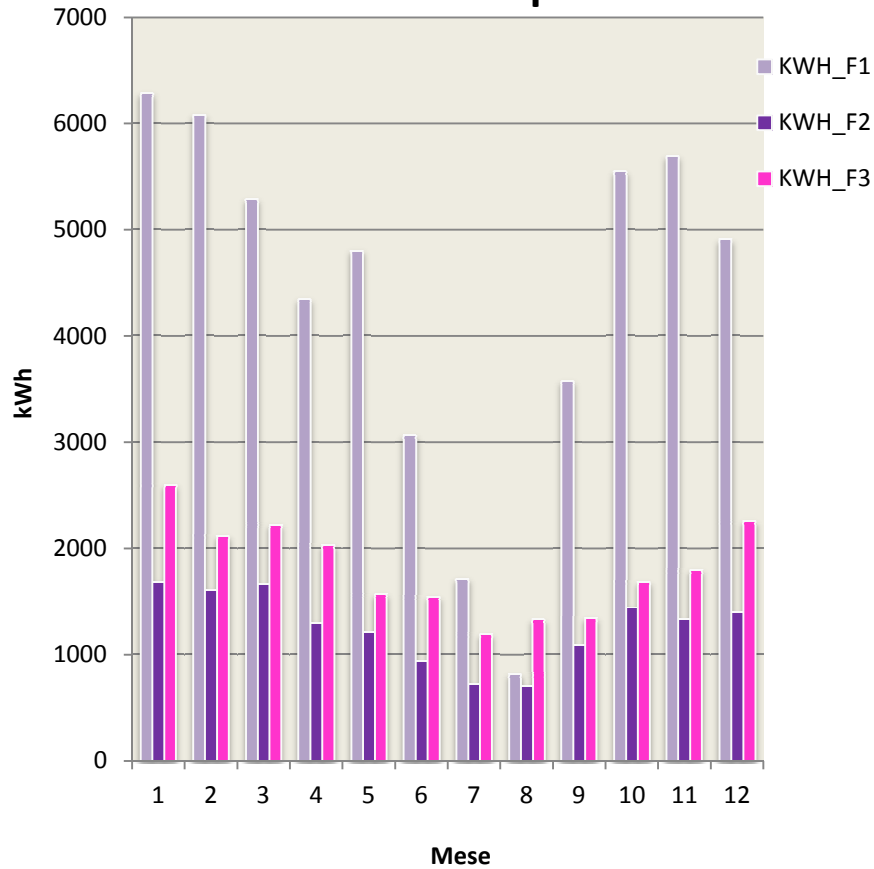
POD Scuole	IT020E00286954
POD Autorimessa	IT020E00287152

Si riportano di seguito i consumi, da bolletta, relativi agli anni 2014 e 2015 del POD IT020E00286954 in quanto unici dati disponibili.

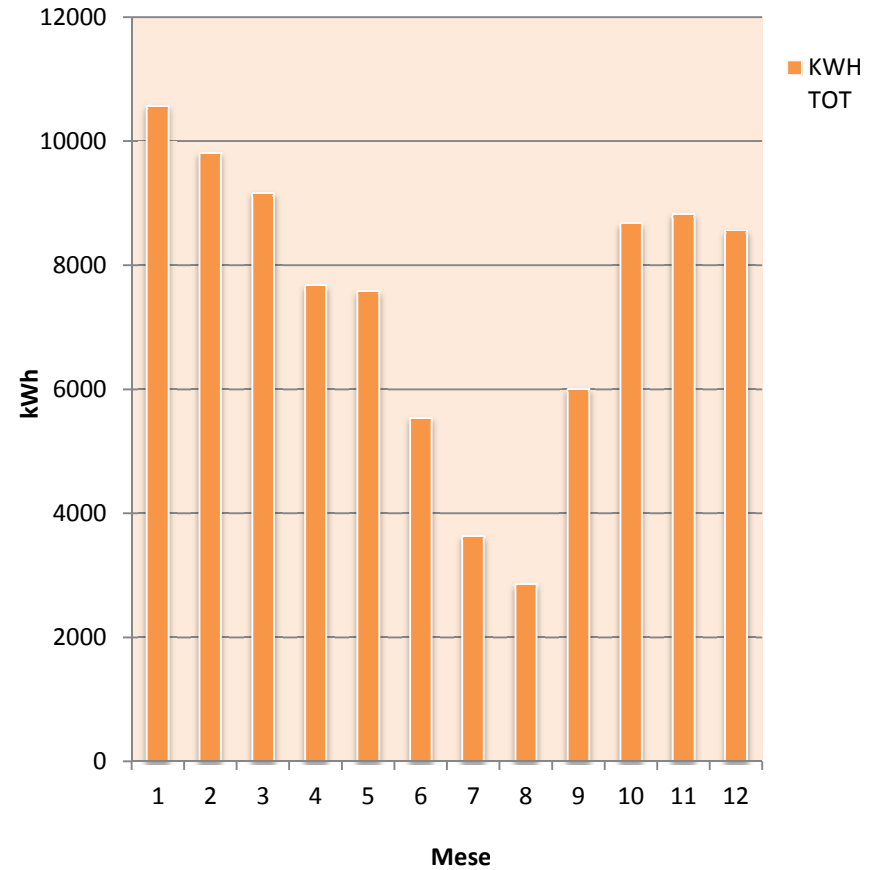
I dati relativi al POD autorimessa non sono stati tabellati in quanto, costituendo una piccolissima parte rispetto al consumo complessivo, non si ritiene siano significativi ai fini della presente diagnosi.

POD	INDIRIZZO POD	CITTA'	PROV	MESE	ANNO	KWH_F1	KWH_F2	KWH_F3	KWH TOT	TOTALE FATTURA (IVA ESCLUSA)
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	1	2014	6.282	1.684	2.593	10.559	€ 1.991,09
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	2	2014	6.080	1.605	2.115	9.800	€ 1.871,47
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	3	2014	5.281	1.659	2.220	9.160	€ 1.736,44
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	4	2014	4.342	1.296	2.030	7.668	€ 1.518,97
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	5	2014	4.800	1.207	1.565	7.572	€ 1.511,68
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	6	2014	3.060	934	1.541	5.535	€ 1.115,80
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	7	2014	1.709	722	1.190	3.621	€ 706,73
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	8	2014	813	703	1.327	2.843	€ 537,11
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	9	2014	3.571	1.084	1.344	5.999	€ 1.196,56
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	10	2014	5.545	1.438	1.683	8.666	€ 1.717,73
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	11	2014	5.689	1.332	1.794	8.815	€ 1.742,17
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	12	2014	4.907	1.393	2.252	8.552	€ 1.685,70
Totale									88.790	€ 17.331,45

Andamento consumi reali mensili anno 2014 suddivisi per fasce

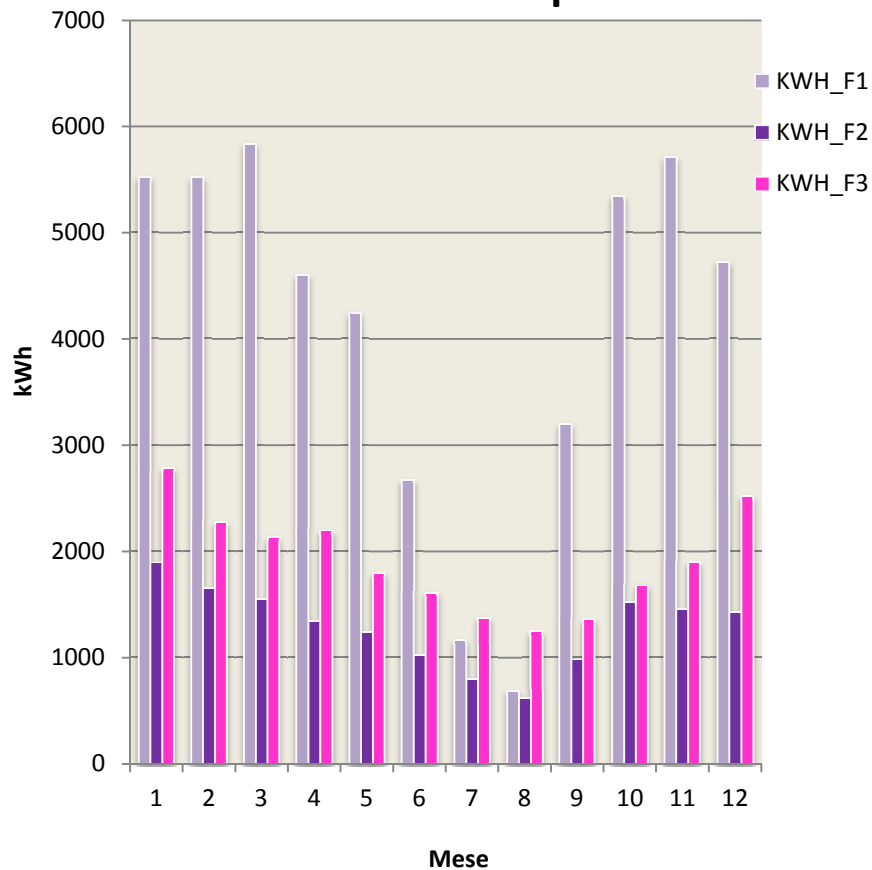


Andamento consumi elettrici mensili reali anno 2014

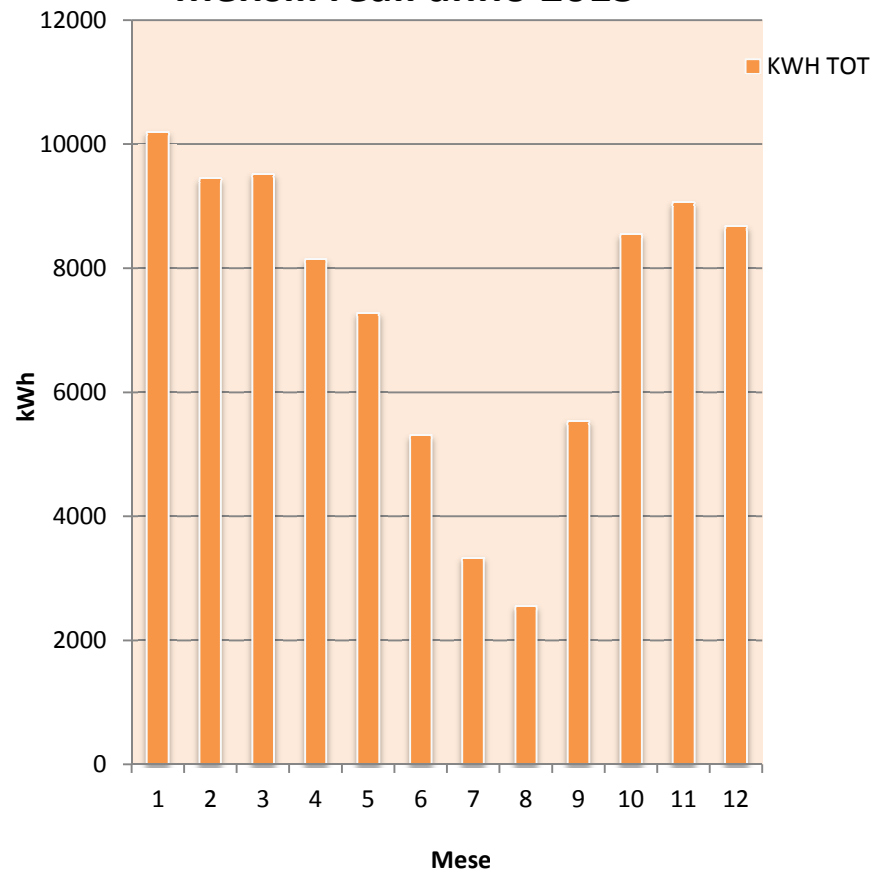


POD	INDIRIZZO POD	CITTA'	PROV	MESE	ANNO	KWH_F1	KWH_F2	KWH_F3	KWH TOT	TOTALE FATTURA (IVA ESCLUSA)
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	1	2015	5.520	1.891	2.779	10.190	€ 1.833,24
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	2	2015	5.515	1.650	2.272	9.437	€ 1.712,33
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	3	2015	5.831	1.551	2.129	9.511	€ 1.727,20
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	4	2015	4.601	1.341	2.192	8.134	€ 1.488,50
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	5	2015	4.238	1.239	1.795	7.272	€ 1.333,27
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	6	2015	2.669	1.017	1.608	5.294	€ 983,09
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	7	2015	1.159	796	1.372	3.327	€ 607,55
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	8	2015	682	615	1.244	2.541	€ 447,79
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	9	2015	3.194	978	1.358	5.530	€ 1.050,55
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	10	2015	5.340	1.523	1.674	8.537	€ 1.589,52
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	11	2015	5.706	1.451	1.893	9.050	€ 1.677,25
IT020E00286954	VIA ASSAROTTI 12	TORINO	TO	12	2015	4.725	1.428	2.516	8.669	€ 1.600,51
									Totale	87.492 € 16.050,80

Andamento consumi reali mensili anno 2015 suddivisi per fasce



Andamento consumi elettrici mensili reali anno 2015



Dall'analisi dei dati disponibili per gli anni 2014 e 2015, il costo unitario medio del vettore energia elettrica è pari a:

0,19 €/kWh IVA ESCLUSA

Si è anche eseguito un confronto tra i dati di consumo dei due anni; si sono confrontati sia i consumi totali sia i consumi divisi per fasce giornaliere (F1, F2, F3):

F1 (ore di punta)	lun-ven dalle 8.00 alle 19.00, escluse festività nazionali
F2 (ore intermedie)	lun-ven dalle 7.00 alle 8.00 e dalle 19.00 alle 23.00, sabato dalle 7.00 alle 23.00, escluse festività nazionali
F3 (ore fuori punta)	lun-sab dalle 23.00 alle 7.00 e la domenica e i festivi tutta la giornata

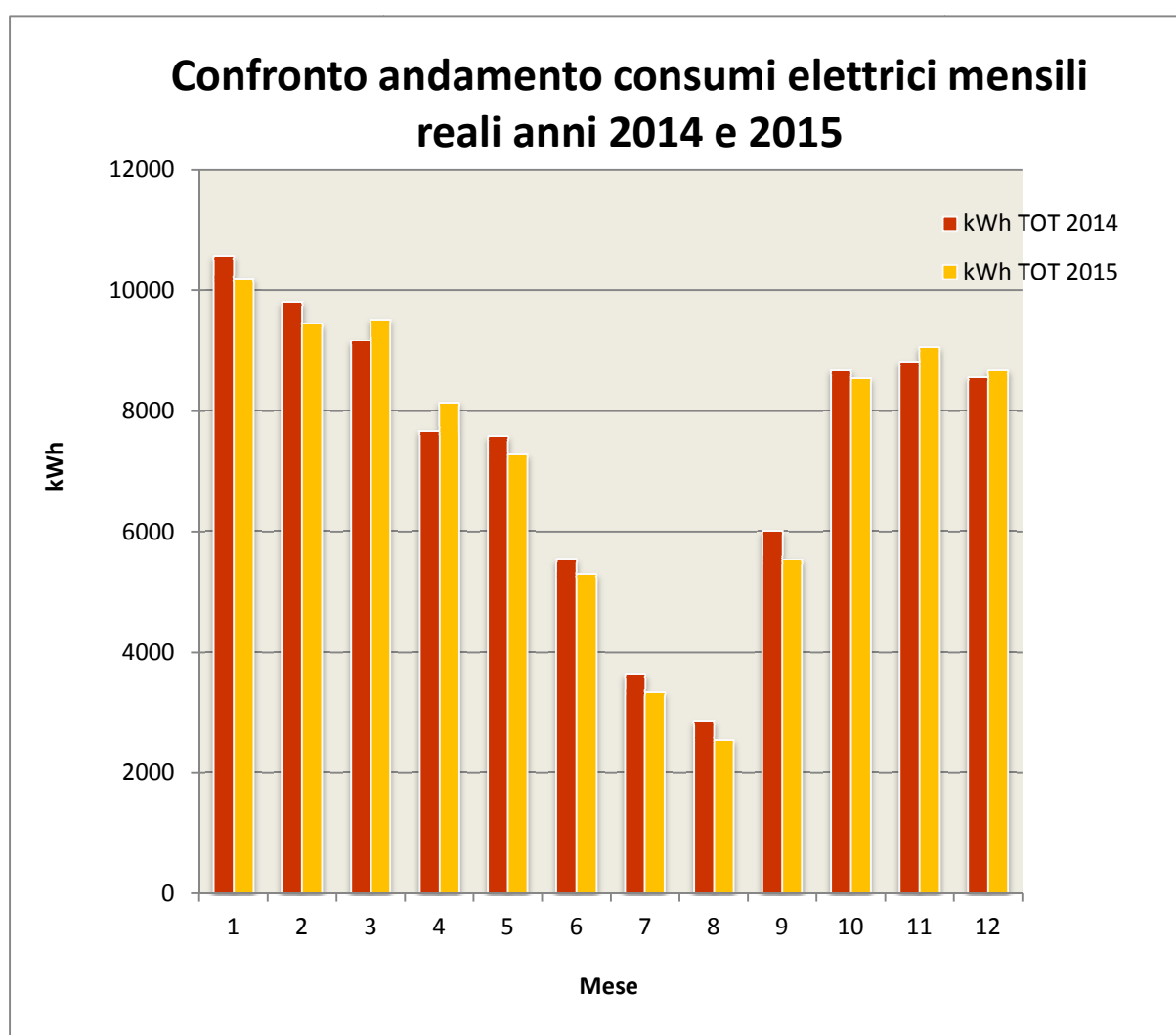
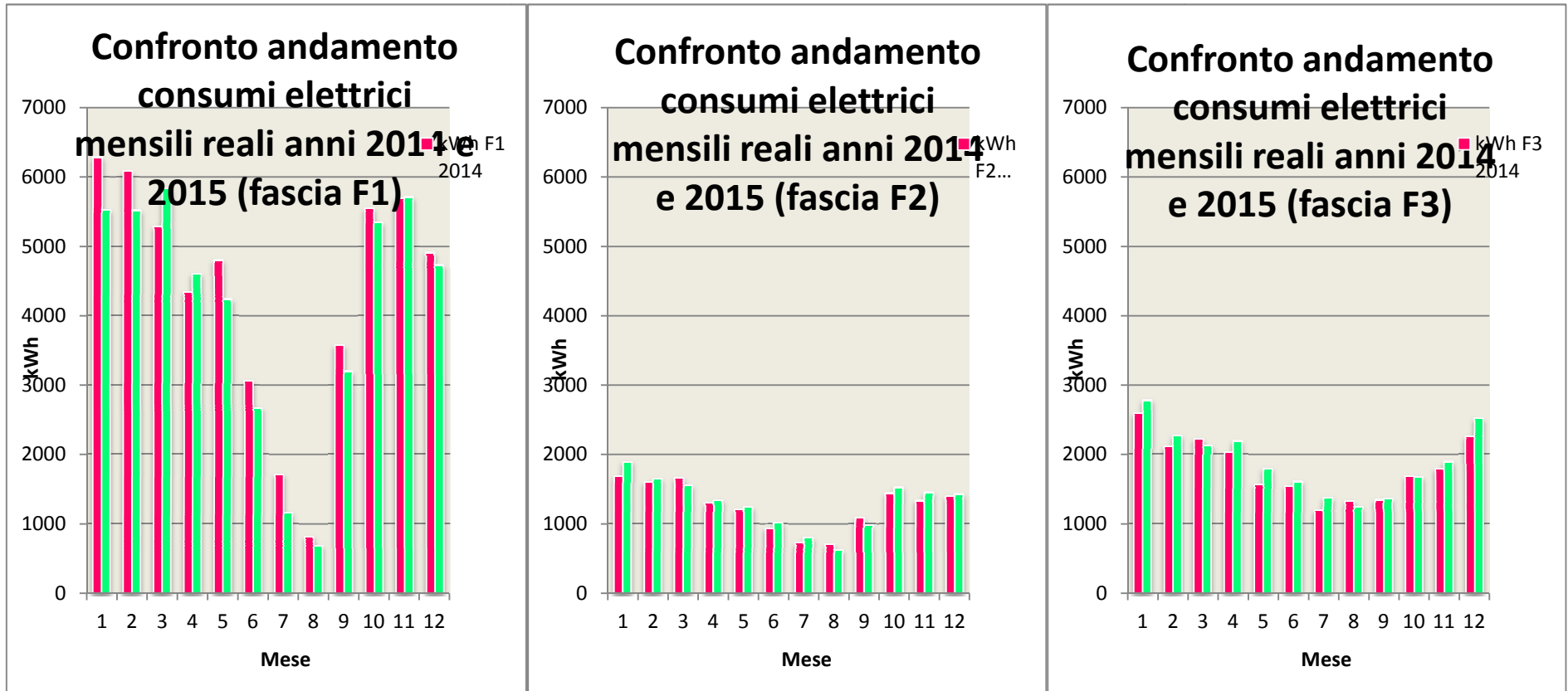


Grafico di confronto consumi mensili reali di energia elettrica per gli anni 2014 e 2015



Grafici di confronto consumi mensili reali di energia elettrica per gli anni 2014 e 2015, suddivisi per fasce

3.4 Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951207774850
-----	----------------

I consumi analizzati derivano da lettura stagionale del contatore:

Stagione	Consumi reali da bolletta [m ³]
2012-2013	54.606
2013-2014	48.506
2014-2015	47.108

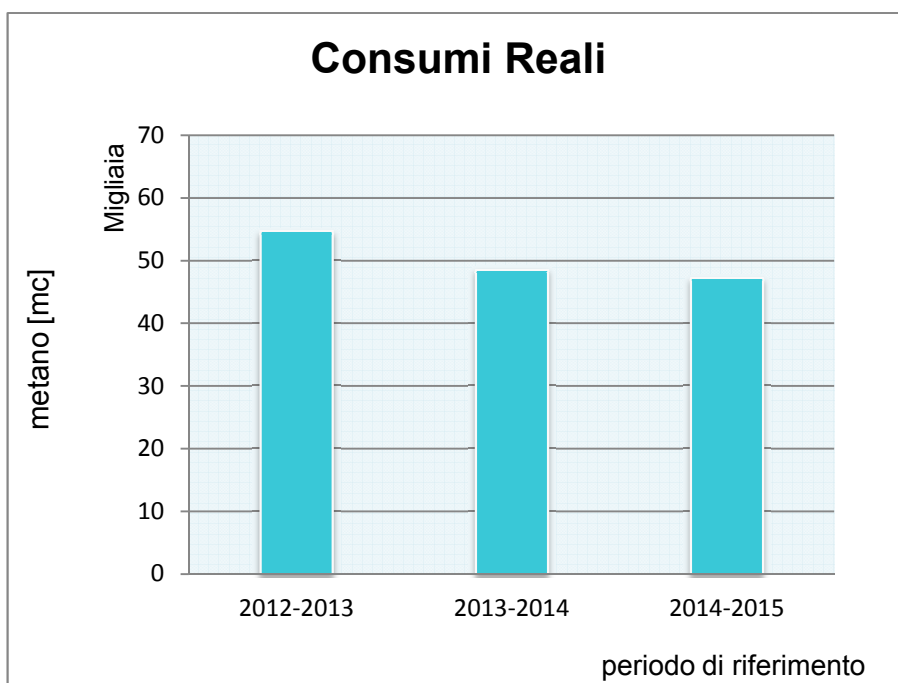


Grafico rappresentante i consumi stagionali reali di metano

Considerando un costo unitario del gas metano pari a:

0,68	€/Smc IVA ESCLUSA
------	-------------------

e applicando tale costo ai consumi reali comunicatici, si ottiene una spesa per combustibile rappresentata nel seguente grafico:

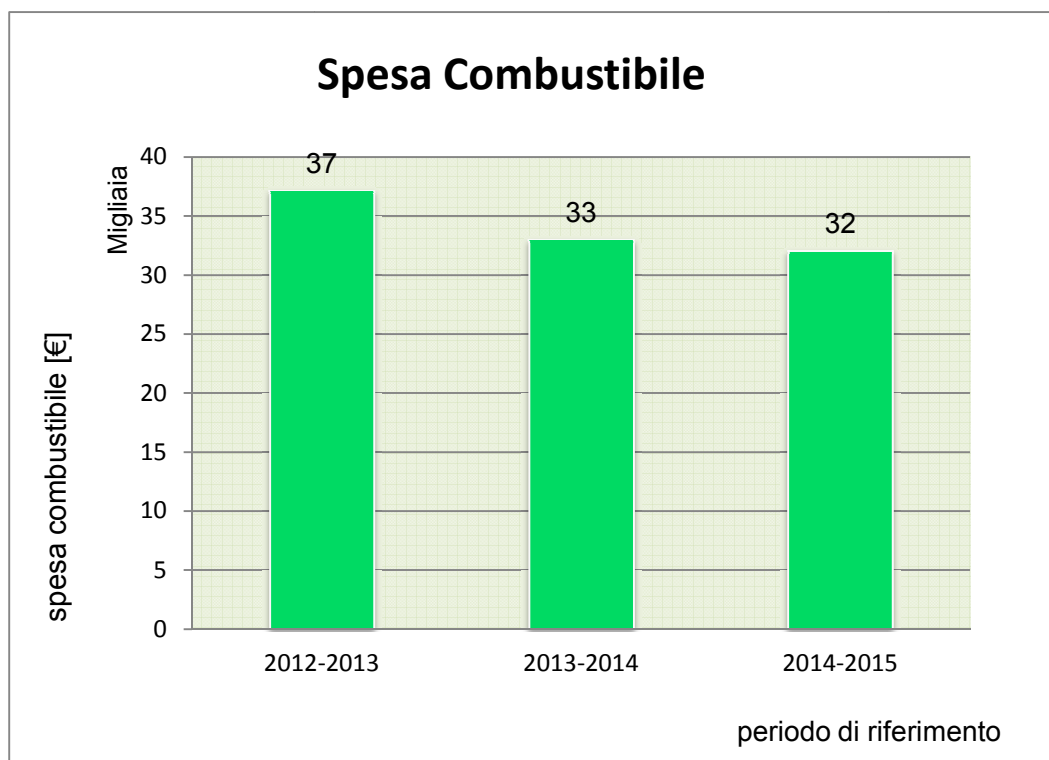


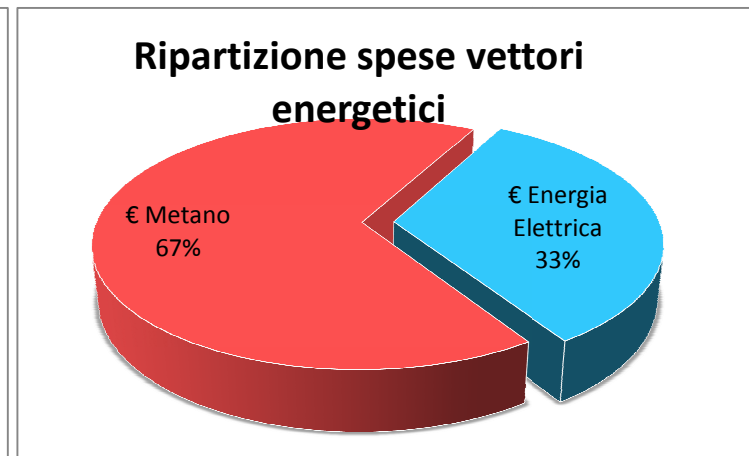
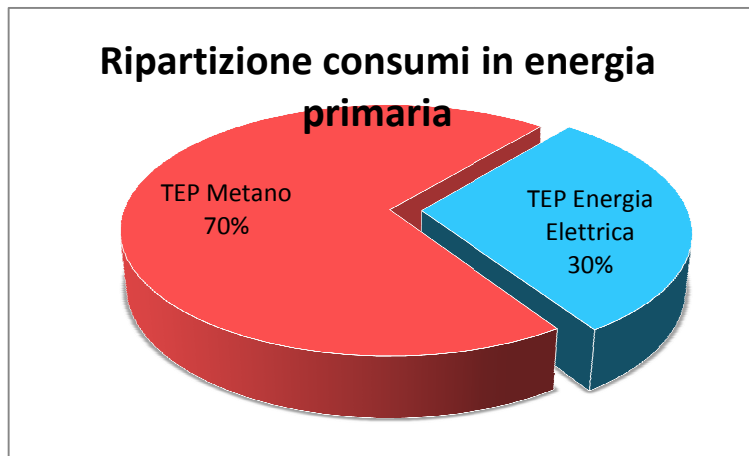
Grafico rappresentante le spese stagionali reali per il combustibile

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 e le spese medie sostenute per il consumo di gas metano ed energia elettrica:

Consumi Medi Reali Vettori Energetici				
Metano	50.073,00	Smc	38,91	TEP
Energia Elettrica	88.141,00	kWh	16,48	TEP

Spesa Media Vettori Energetici		
Metano	34.049,64	€/anno
Energia Elettrica	59.935,88	€/anno



Grafici rappresentanti la ripartizione dei consumi medi in energia primaria di metano e di energia elettrica e la rispettiva ripartizione della spesa media

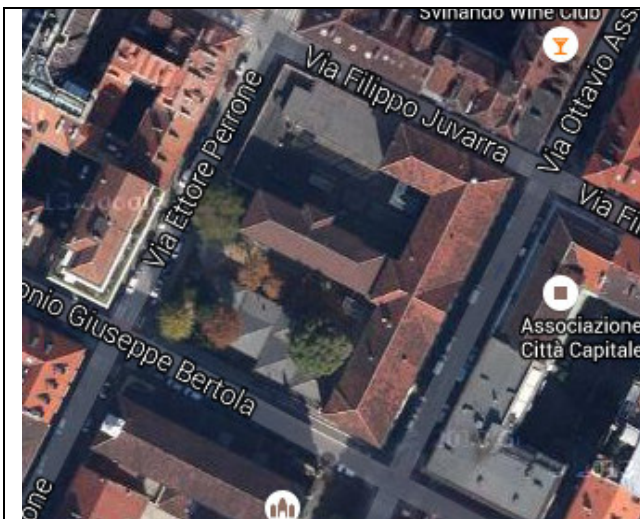
Il grafici evidenziano che i consumi di energia primaria per la produzione di energia termica costituiscono la maggior parte dei consumi dell'edificio.

4 Descrizione dell'edificio

4.1 Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Istituti scolastici Monti e Albe Steiner (complesso edilizio unico)</i>
Indirizzo	Via Assarotti 12, via Perrone 7 bis
Destinazione d'uso	E.7 – Attività scolastiche ed assimilabili
Contesto urbano	Quartiere centro (Valdocco), Circostrizione 3
Anno di costruzione	Molto probabilmente primi anni del '900
Descrizione generale	<p>Il complesso edilizio è compreso tra le vie Assarotti, Perrone, Juvarra e Bertola, interessando quasi l'intero isolato (fatta eccezione per il basso fabbricato un tempo adibito a scuola materna, oggi dismesso).</p> <p>Il fabbricato è variamente articolato, ed ospita i due istituti scolastici Monti ed Albe Steiner.</p> <p>E' presente altresì una autorimessa situata al piano interrato (al di sotto del cortile interno).</p> <p>Il quartiere di ubicazione è di tipo centrale; il complesso si trova inserito tra altri edifici di altezza simile.</p> <p>Dal punto di vista edilizio, in linea generale si possono distinguere le seguenti macro-zone:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corpo di fabbrica rivolto su via Assarotti (con ingresso da via Assarotti 12): di forma regolare, tre piani fuori terra; • Corpo di fabbrica rivolto su via Juvarra: caratterizzato da una zona a tre piani fuori terra (prosecuzione della manica su via Assarotti) e una parte ad un solo piano fuori terra, interessata dalla palestra; • Manica "centrale", con ingresso (in testata) da via Perrone 7 bis. Tre piani fuori terra. <p>Come già detto, l'edificio prefabbricato ad un solo piano fuori terra, compreso tra via Bertola e via Perrone non rientra nella presente diagnosi energetica in quanto attualmente dismesso ed in attesa di bonifica.</p>

4.2 Foto del sito



Inquadramento generale – foto aerea



Prospetto lato via Assarotti



Ingresso istituto Albe Steiner da via Perrone 7 bis



Prospetto lato via Juvarra – il corpo di fabbrica con tetto piano è la palestra



Prospetto sud-ovest manica su via Perrone (lato cortile)



Dettaglio serramenti esistenti (di recente sostituzione)



Prospetto nord-est (manica Istituto Monti) – vista da cortile interno

Prospetto sud-ovest (manica su via Juvarra) – vista da cortile interno - palestra

Dettaglio serramenti palestra – lato cortile interno

Prospetto Nord/Ovest – via Perrone 7 (ingresso autorimessa interrata)

Fonte: "Google Maps"(prima fotografia) e Ing. Michele Peradotto (fotografie scattate sul campo).

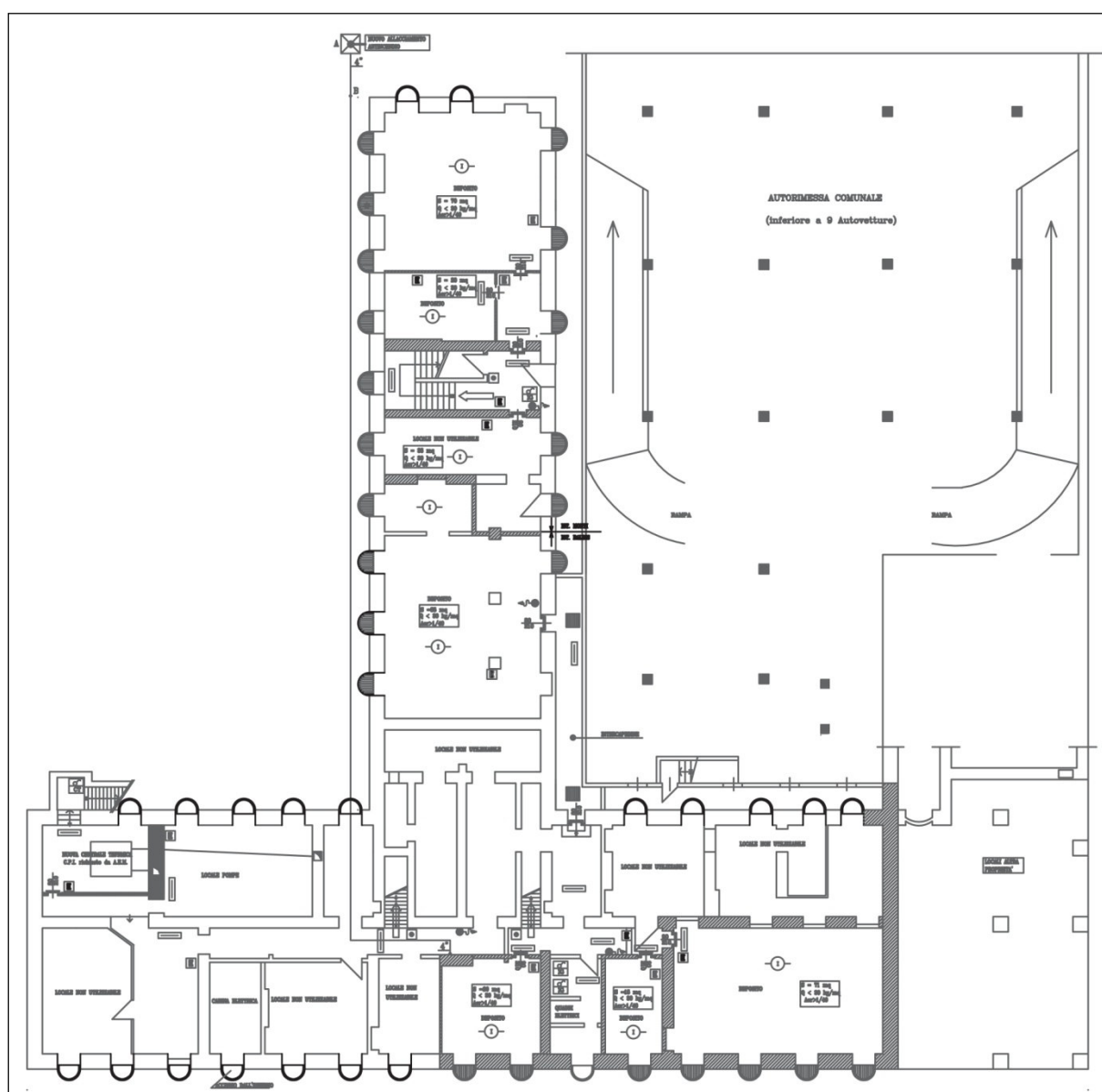
4.3 Dati geografici

Zona climatica e GG	Zona climatica E Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349
Altitudine s.l.m.	239 m
Latitudine	45°04'2,95" N
Longitudine	7°40'26,07" E

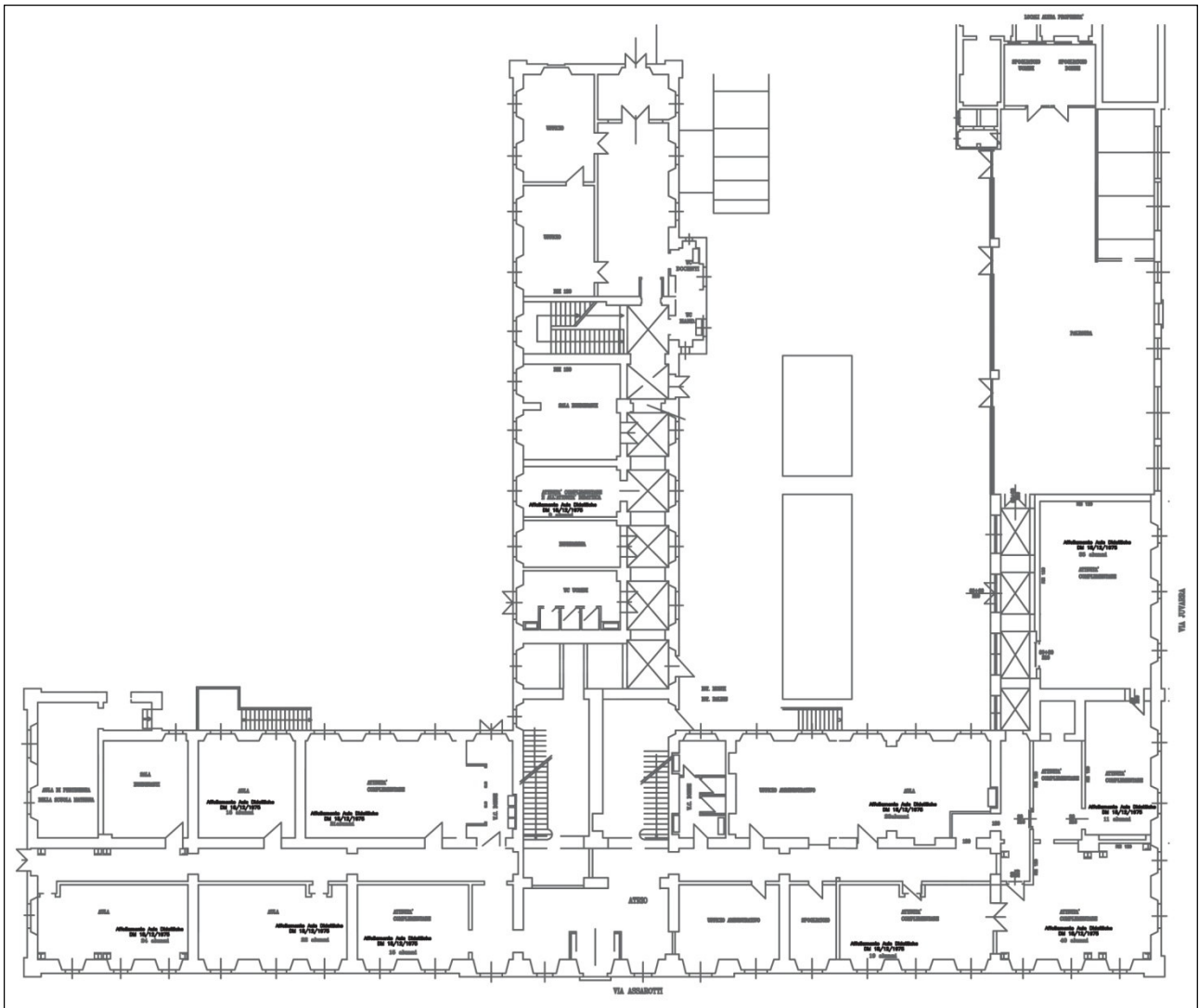
4.4 Caratteristiche dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	3.639,70	7.023,93	19.326,40	0,36

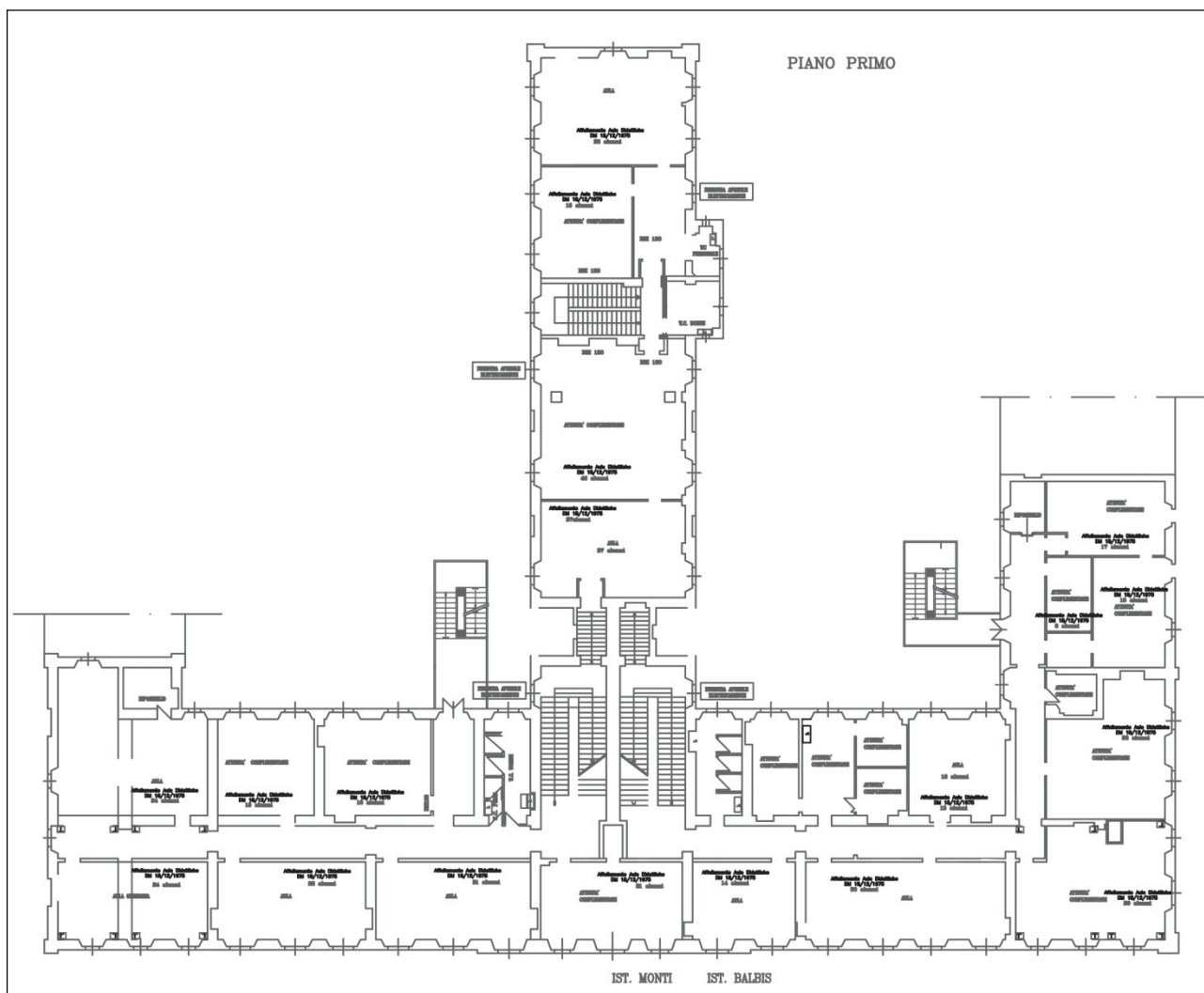
4.5 Planimetrie



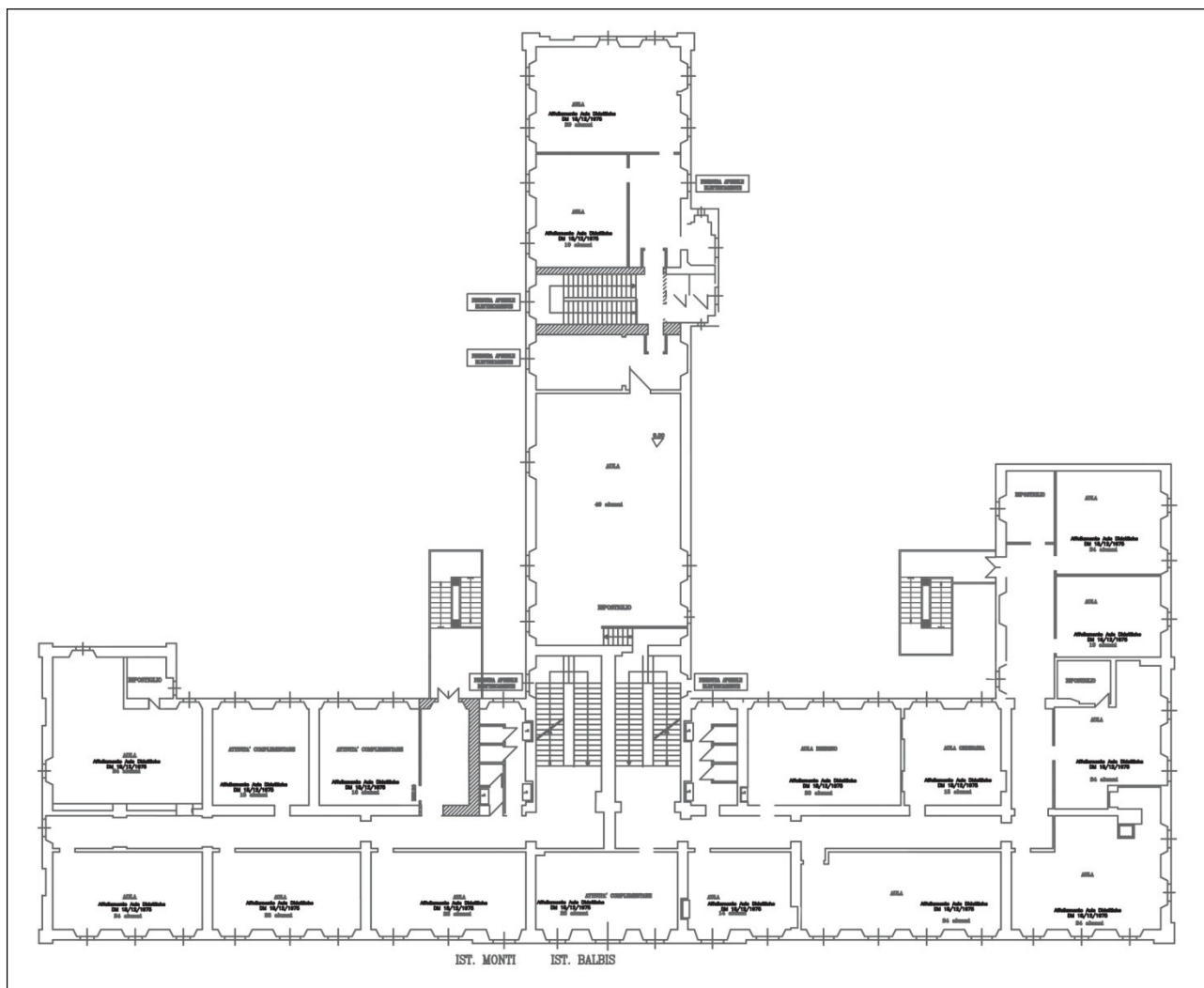
Pianta Piano seminterrato



Pianta Piano terreno



Pianta Primo Piano



Pianta Piano Secondo

5 Modelli

5.1 Modello Elettrico

5.1.1 Costruzione modello elettrico

Al fine di caratterizzare l'edificio dal punto di vista elettrico, si è costruito un modello elettrico operativo, basandoci sulle informazioni ricevute e sulla tipologia e destinazione d'uso dell'edificio in esame.

Illuminazione - Lampade Neon						
Consumo specifico (stima)	15,00	W/m ²		(*)		
Ist. Monti	29,10	kW	864,00	h/anno	25.146,42	KWh/anno
Ist. Steiner	22,04	kW	864,00	h/anno	19.039,92	KWh/anno
Palestra	3,45	kW	864,00	h/anno	3.453,90	KWh/anno
					47.640,24	KWh/anno
(*) Ipotesi profilo di accensione (cautelativo): si è ipotizzato, sulla base della tipologia di scuola e delle informazioni a disposizione, un profilo di accensione equivalente pari a: 6 ore/g x 5 gg/settimana x 4 settimane/mese x 9 mesi x 0,8 (coeff. di contemporaneità)						

Centrale termica						
				(*****)		
Ausiliari caldaie	2,40	kW	2.035,00	h/anno	4.884,00	KWh/anno
<i>Pompe</i>						
P1	1,35	kW	2.220,00	h/anno	2.997,00	KWh/anno
P2	0,49	kW	2.220,00	h/anno	1.087,80	KWh/anno
P3	0,36	kW	2.220,00	h/anno	799,20	KWh/anno
P4	0,25	kW	2.220,00	h/anno	555,00	KWh/anno
P5	0,34	kW	2.220,00	h/anno	745,92	KWh/anno
P6	0,37	kW	2.220,00	h/anno	821,40	KWh/anno
ANTICONDENSA (x2)	0,32	kW	2.220,00	h/anno	710,40	KWh/anno
					12.600,72	KWh/anno
(*****) Ipotesi profilo di accensione (cautelativo): si è ipotizzato un profilo costante durante la stagione di riscaldamento pari a 12 ore/g x 185 gg (numero di giorni all'anno della stagione di riscaldamento)						

Macchinette Snack						
Numero macchinette per gli snack				(**)		
3	1,50	kW	8.760,00	h/anno	13.140,00	KWh/anno
(**) Ipotesi profilo di accensione (cautelativo): si è ipotizzato un profilo costante (vista la necessità di mantenere in temperatura gli alimenti)						

Aule Computer e Laboratori						
numero apparecchiature di lavoro (es. PC, stampanti,...) (***)					(****)	
100	20,00	kW	720,00	h/anno	14.400,00	KWh/anno
(****) Numero stimato sulla base della tipologia di scuola e delle informazioni a disposizione						
(****) Ipotesi profilo di accensione (cautelativo): si è ipotizzato, sulla base della tipologia di scuola e delle informazioni a disposizione, un profilo di accensione equivalente pari a: 6 ore/g x 5 gg/settimana x 4 settimane/mese x 9 mesi x 0,8 (coeff. di contemporaneità)						

Riassumendo i dati sopra specificati si ottiene:

Consumi Elettrici		
<i>Illuminazione</i>	47.640,24	kWh/anno
<i>Pompe</i>	12.600,72	kWh/anno
<i>Macchinette</i>	13.140,00	kWh/anno
<i>App. Lavoro</i>	14.400,00	kWh/anno
<i>Totale</i>	87.780,96	kWh/anno

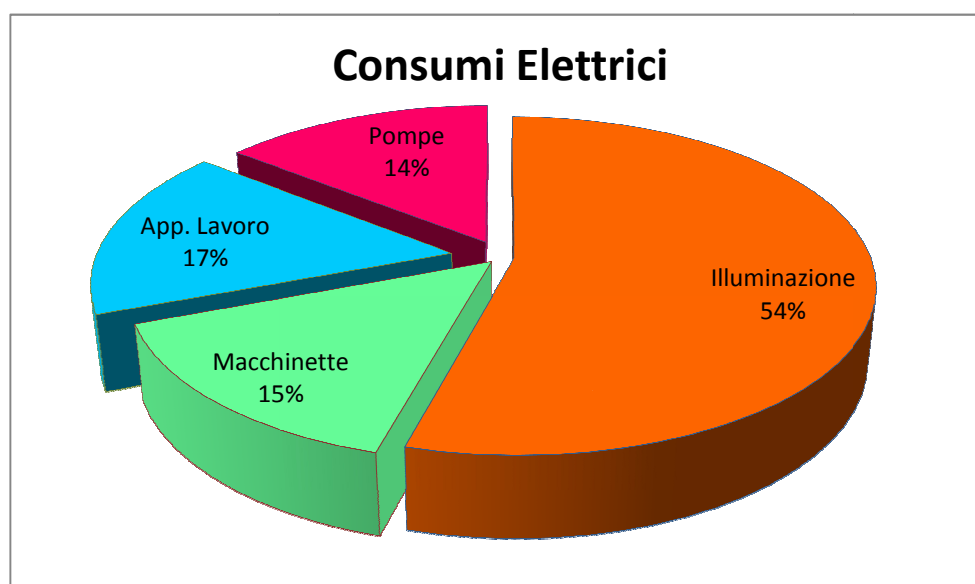


Grafico rappresentante la ripartizione dei consumi di energia elettrica

Il grafico evidenzia che il consumo di energia elettrica utilizzato per l'illuminazione dell'edificio costituisce maggior parte del consumo dell'edificio.

5.1.2 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo - indice di prestazione energetica

Confrontando il consumo operativo ottenuto con il modello costruito

Consumo Operativo	87.780,96	kWh/anno
-------------------	-----------	----------

e il consumo effettivo ottenuto con la lettura dei consumi

Consumo Effettivo	88.141,00	kWh/anno
-------------------	-----------	----------

si può concludere che il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **0,41%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

Considerando il consumo effettivo di energia elettrica

Consumo effettivo normalizzato	88.141	kWhe
Volume riscaldato	3.639,70	m ²

si ottiene il seguente indice di prestazione energetica:

Ep	24,21	kWhe/m ²
----	--------------	---------------------

L'indicatore energetico viene confrontato con il valore di benchmark considerato (tratto da documento ufficiale Enea), pari a 15 kWhe/m².

5.1.3 Conclusioni

Dall'analisi dei dati di consumo effettivo, suddivisi per fasce orarie, si evince che è presente una quantità di kWh in F3 che rimane pressochè costante nelle ore notturne/domenica.

Si consiglia pertanto, ai fini del possibile risparmio conseguibile sui consumi elettrici, di monitorare l'assorbimento nelle ore notturne/festive, in modo da individuare le apparecchiature responsabili di tale assorbimento ed eventualmente provvedere al loro arresto (se realizzabile).

Si fa presente che nel mese di agosto, nel quale l'edificio è ragionevolmente chiuso e non utilizzato, vi è comunque una base di consumo elettrico non trascurabile; tale situazione rende ulteriormente consigliabile l'esecuzione del monitoraggio di cui sopra, che consentirebbe di ridurre la differenza tra indice effettivo e valore di benchmark.

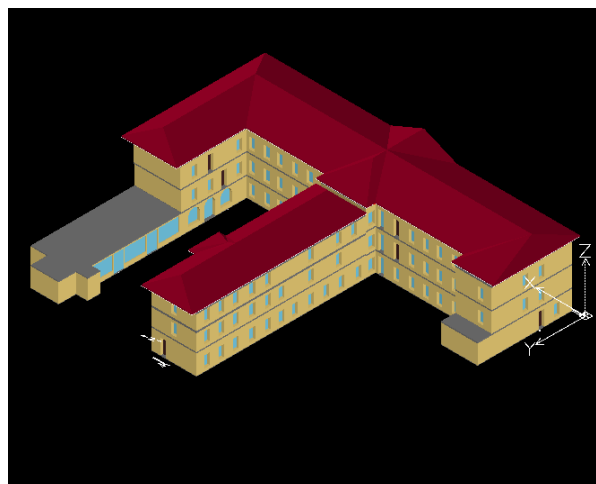
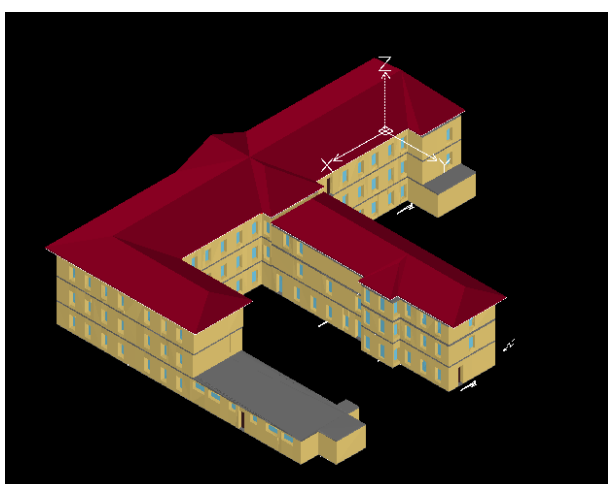
Ulteriore analisi potrebbe essere svolta valutando l'installazione di apparecchi di illuminazione a LED.

5.2 Modello Termico

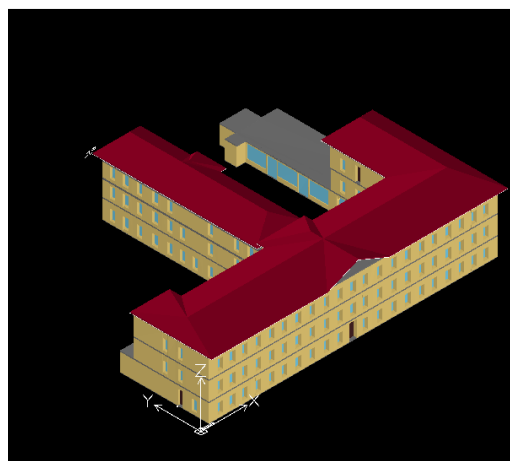
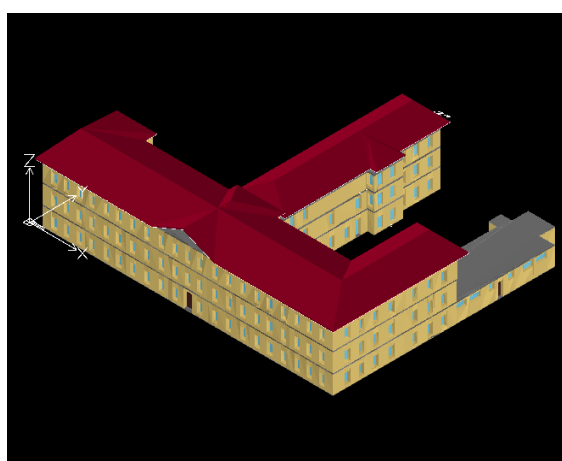
5.2.1 Modellazione involucro edilizio

Al fine di caratterizzare l'edificio dal punto di vista termico, potendo studiare le variazioni di prestazione energetica all'eventuale variare di alcuni elementi, architettonici e/o impiantistici, si è costruito il modello termico del complesso edilizio mediante il software MC4 Suite 2016, certificato dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano).

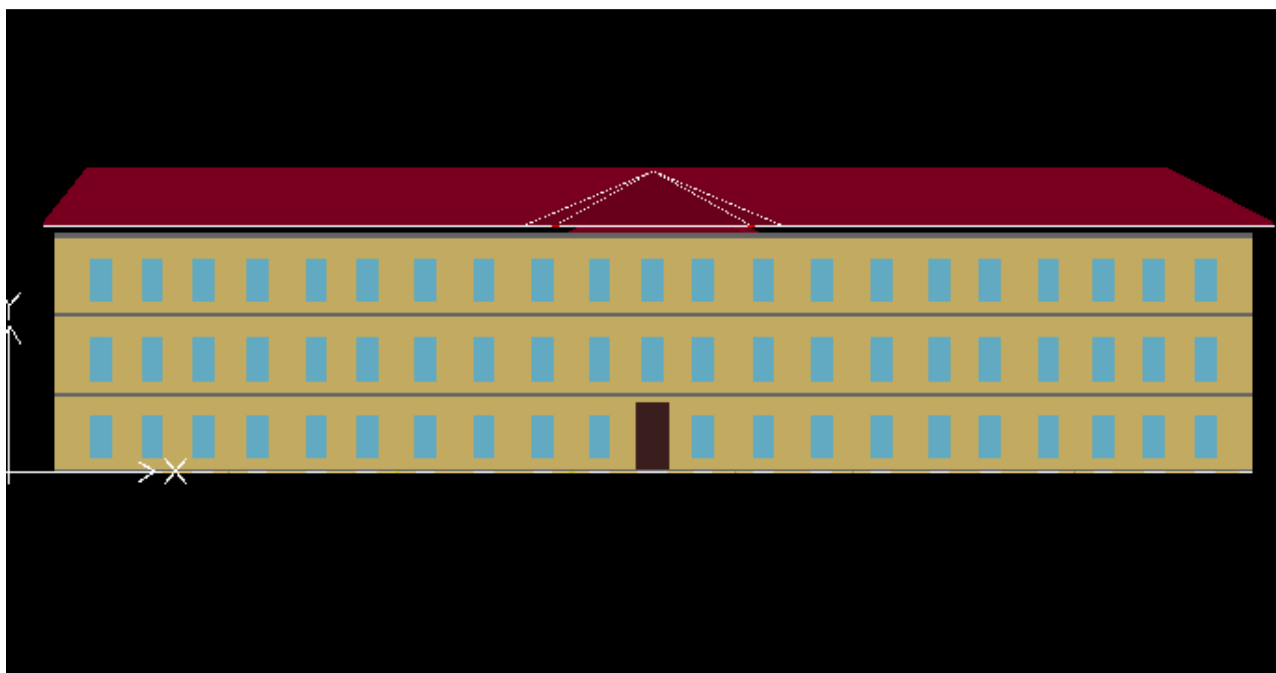
Disponendo delle planimetrie in dwg delle varie zone del complesso edilizio ed avendo svolto approfondito sopralluogo di verifica sul posto, se ne è potuto realizzare modello piuttosto dettagliato, di cui si riportano alcune immagini nel seguito.



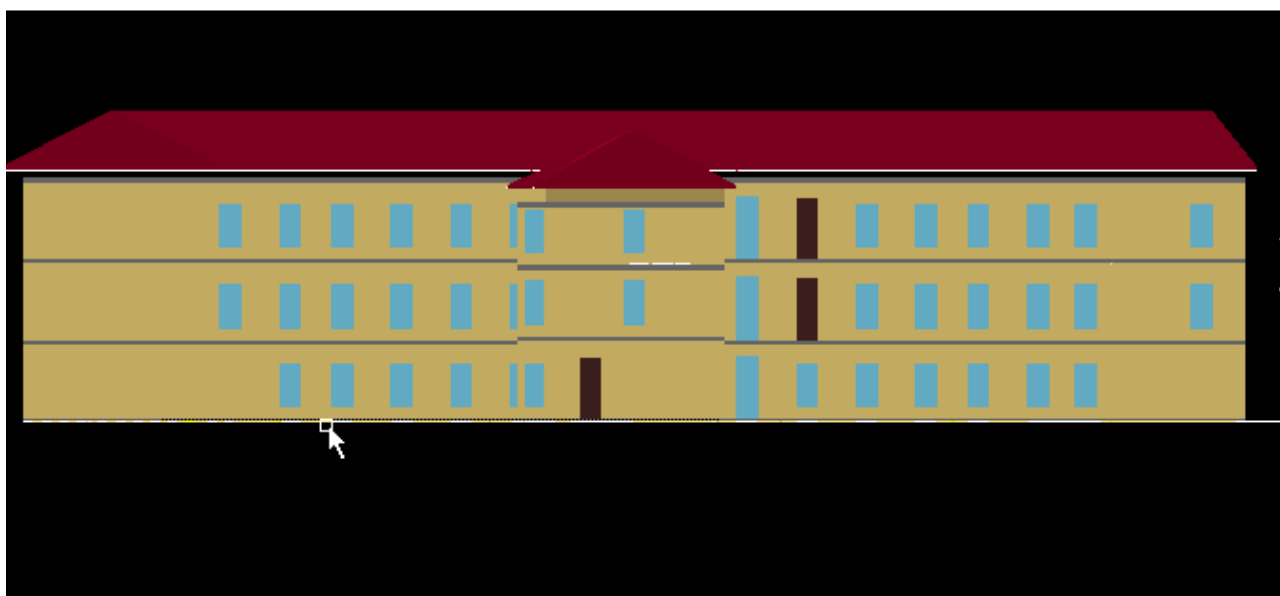
Vista da Via Juvarra angolo Via Perrone - Vista da Via Bertola angolo Via Perrone



Vista da Via Assarotti angolo Via Juvarra - Vista da Via Assarotti angolo Via Bertola



Vista Frontale da Via Assarotti



Vista Frontale da Via Perrone

Il modello è stato suddiviso in tre macro-zone, corrispondenti ai due istituti scolastici (per l'individuazione dei confini si è fatto riferimento ai disegni che sono stati resi disponibili) ed alla palestra (basso fabbricato, ad un piano fuori terra, rivolto su via Juarra), impiegata in comune dagli utenti dei due istituti scolastici.

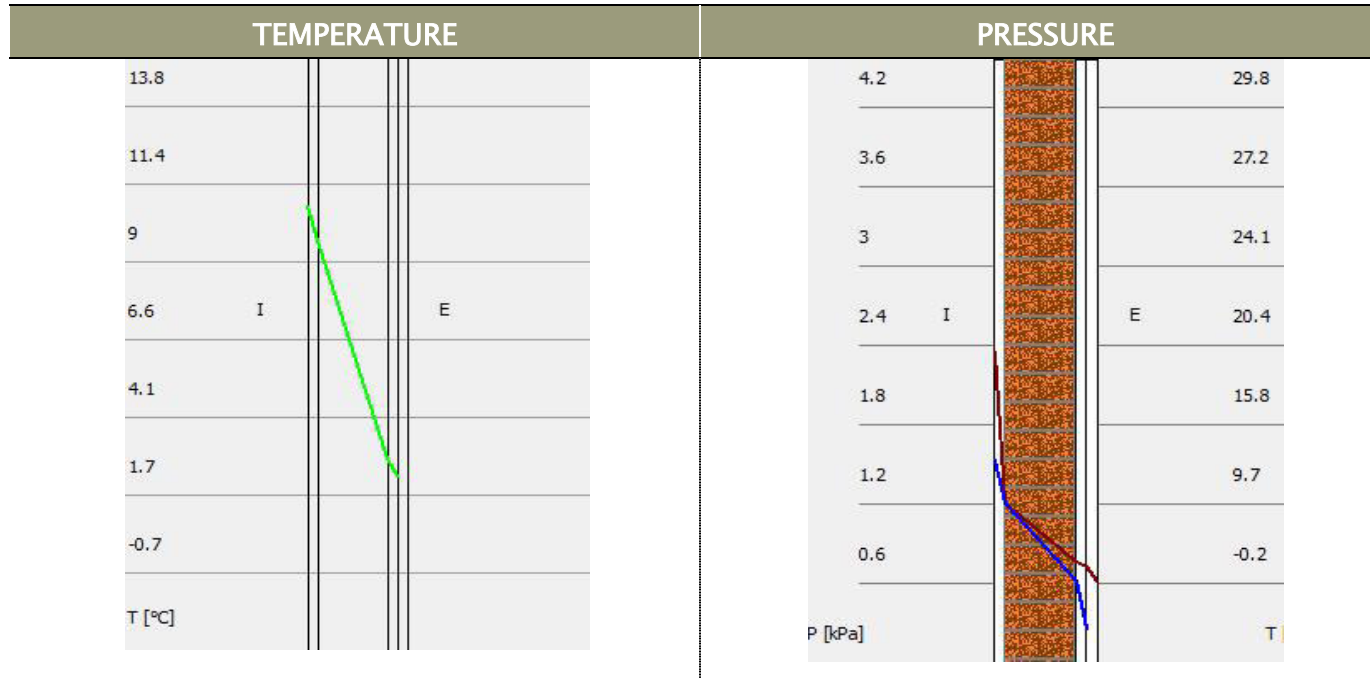
Di seguito vengono riportate le caratteristiche fisiche e termo-igrometriche dei componenti di involucro utilizzati nel modello al fine di definire il fabbisogno di energia termica dell'edificio.

PRECISAZIONE: le strutture opache e trasparenti inserite nel modello energetico sono state ricostruite sulla base di osservazioni svolte in campo e della documentazione a disposizione; le caratteristiche dimensionali e conseguentemente energetiche sono pertanto da considerarsi con i dovuti margini di approssimazione, sebbene di sicura validità nell'ambito dell'attività di diagnosi energetica in oggetto.

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa volumica dello strato. Densità.	D	[kg/m ³]
Spessore	s	[cm]
Conduttività indicativa di riferimento	λ	[W/(m · K)]
Conduttività utile di calcolo	λ_m	[W/(m · K)]
Maggiorazione percentuale	m	[%]
Resistenza termica unitaria interna (inverso della conduttanza)	r	[(m ² · K)/W]
Differenza di temperatura tra le superfici che delimitano lo strato	dT	[°C]
Temperatura superficiale a valle dello strato	T _f	[°C]
Pressione di saturazione del vapore d' acqua	P _s	[kPa]
Resistenza al passaggio del vapore	μ	-
Resistenza al flusso di vapore dello strato	R _v	[m ² sPa/kg]
Differenza di pressione tra le superfici che delimitano lo strato	dP	[kPa]
Pressione parziale del vapor d' acqua	P _v	[kPa]
Massa areica dello strato	D _s	[kg/m ²]
Capacità termica massica del materiale dello strato	CT	[kJ/(kg · K)]
Capacità termica areica dello strato per variazione unitaria della temperatura ambiente	CT _s	[kJ/m ²]

STRUTTURA: MURO ESTERNO 20 CM



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0,8

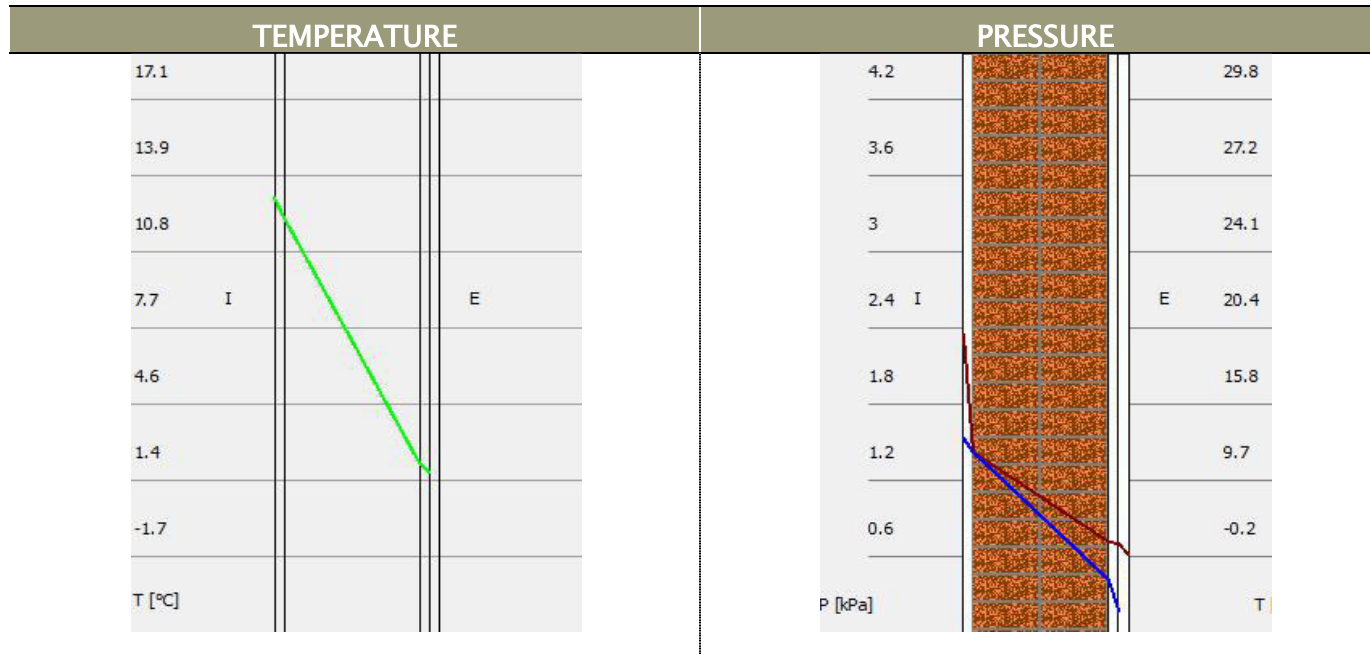
STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	9,3	10,7	1,29							
Intonaco interno	1400	2	0,7	0	0,7	0,029	1,1	9,6	1,19	10	1,1	0,12	28,00	1,19	1	20,71
Mattone pieno 1.1.01 (a) 140	1800	14			0,777	0,180	6,7	2,9	0,75	9	6,7	0,78	252,00	0,62	0,92	132,49
Malta di cemento (rinzafo)	2000	2	1,4	0	1,4	0,014	0,5	2,3	0,72	30	3,2	0,37	40,00	0,25	0,84	18,75
Intonaco esterno	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,8	1,5	0,61	20	2,1	0,25	36,00		1	19,35
Strato liminare esterno						0,040	1,5	0	0,61							
TOTALI:		20				0,535							356			191,30
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]	2,408										
Incremento di sicurezza (10%):					[W/(m ² · K)]	2,649										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]	2,649										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	:2,408	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,300	[W/(m ² · K)]

STRUTTURA: MURO ESTERNO 35 CM



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0,8

STRATIGRAFIA

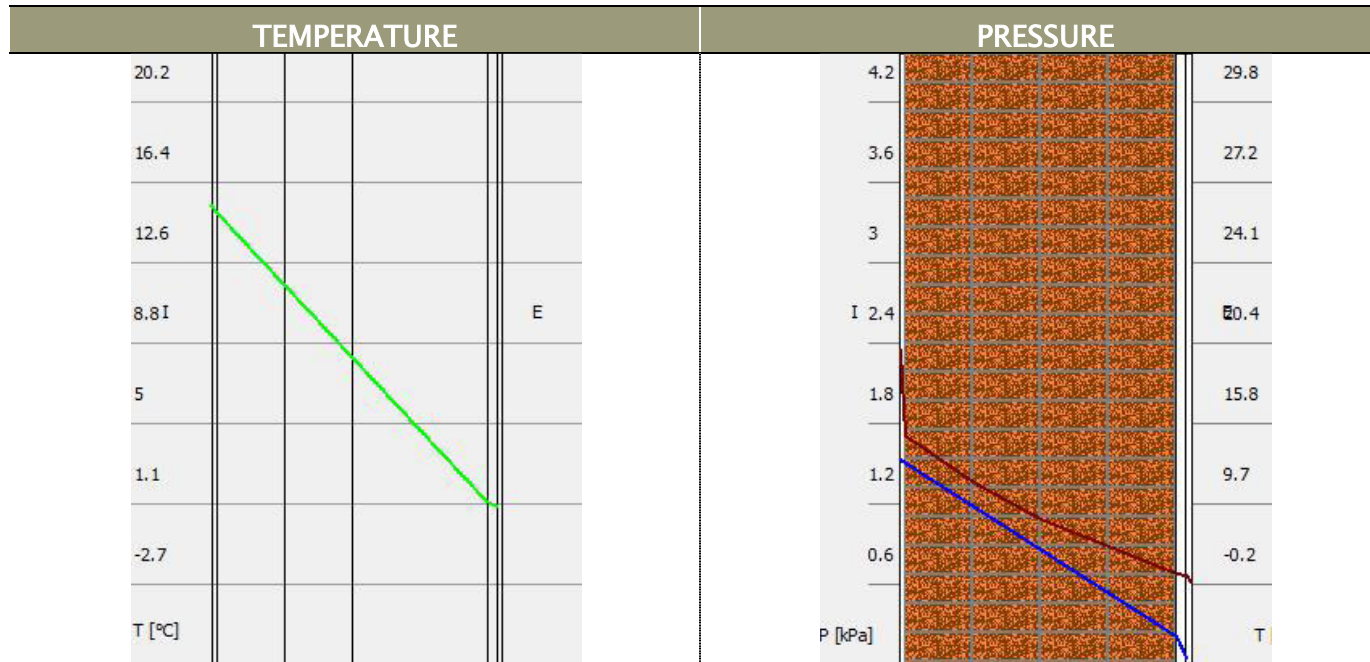
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	7	13	1,5							
Intonaco interno	1400	2	0,7	0	0,7	0,029	0,8	12,2	1,42	10	1,1	0,08	28,00	1,42	1	22,54
Mattone pieno 1.1.01 (b) 280	1800	28			0,778	0,360	10,1	2,1	0,71	9	13,4	1,03	504,00	0,41	0,92	256,65
Malta di cemento (rinzafo)	2000	2	1,4	0	1,4	0,014	0,4	1,7	0,69	30	3,2	0,25	40,00	0,16	0,84	18,26
Intonaco esterno	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,6	1,1	0,61	20	2,1	0,16	36,00		1	19,01
Strato liminare esterno						0,040	1,1	0	0,61							
TOTALI:		34				0,715							608			316,47
Trasmittanza teorica:						[W/(m ² · K)]	1,681									
Incremento di sicurezza (10[%]):						[W/(m ² · K)]	1,849									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:						[W/(m ² · K)]	1,849									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Verticale
Trasmittanza calcolata della struttura	:1,681 [W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,300 [W/(m ² · K)]

STRUTTURA: MURO ESTERNO 60 CM



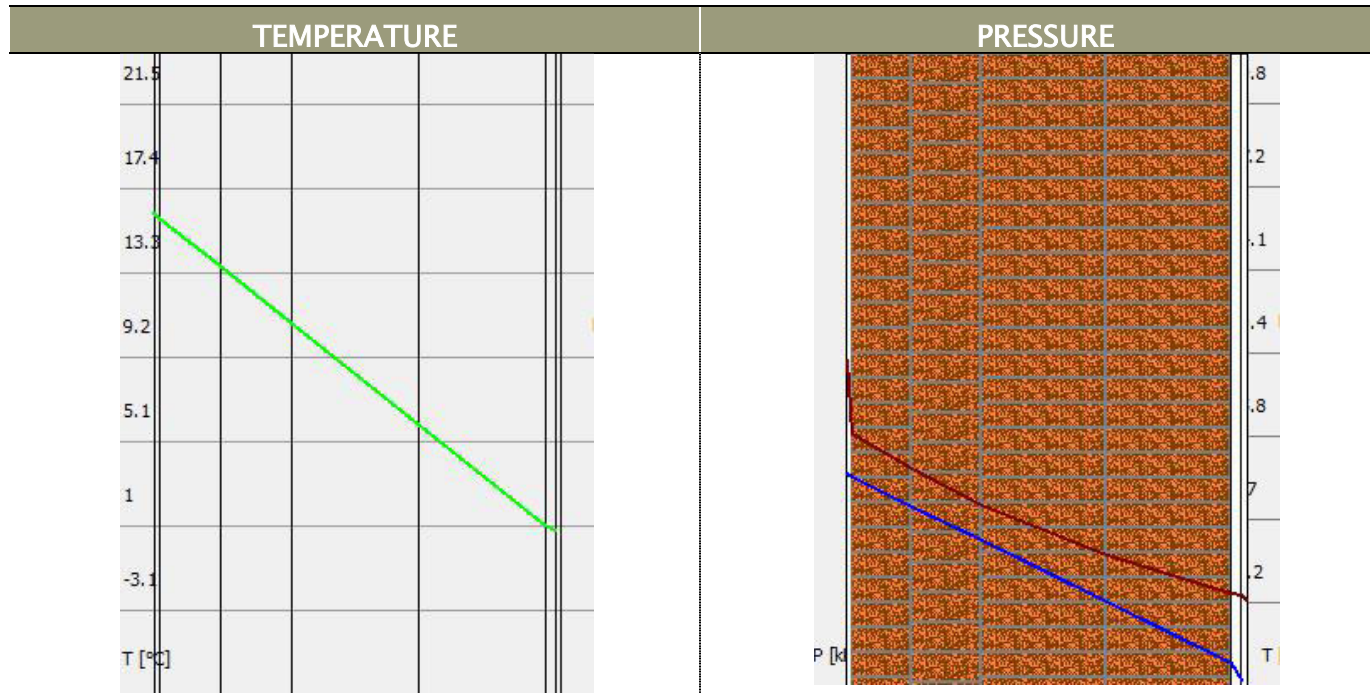
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA					
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento	
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]	
20	0	65		0,8	

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	4,8	15,2	1,73							
Intonaco interno	1400	1	0,7	0	0,7	0,014	0,3	15	1,7	10	0,5	0,03	14,00	1,49	1	12,24
Mattone pieno 1.1.01 (a) 140	1800	14			0,777	0,180	3,4	11,5	1,36	9	6,7	0,32	252,00	1,17	0,92	182,76
Mattone pieno 1.1.01 (a) 140	1800	14			0,777	0,180	3,4	8,1	1,08	9	6,7	0,32	252,00	0,85	0,92	162,86
Mattone pieno 1.1.01 (b) 280	1800	28			0,778	0,360	6,9	1,2	0,67	9	13,4	0,64	504,00	0,20	0,92	246,28
Malta di cemento (rinzafo)	2000	2	1,4	0	1,4	0,014	0,3	1	0,66	30	3,2	0,15	40,00	0,05	0,84	17,62
Intonaco esterno	1800	1	0,9	0	0,9	0,011	0,2	0,8	0,61	20	1,1	0,05	18,00		1	9,34
Strato liminare esterno						0,040	0,8	0	0,61							
TOTALI:		60				1,049							1080			631,11
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]	1,076										
Incremento di sicurezza (10[%]):					[W/(m ² · K)]	1,183										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]	1,183										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	:Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	:1,076	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,300	[W/(m ² · K)]

STRUTTURA: MURO ESTERNO 80 CM



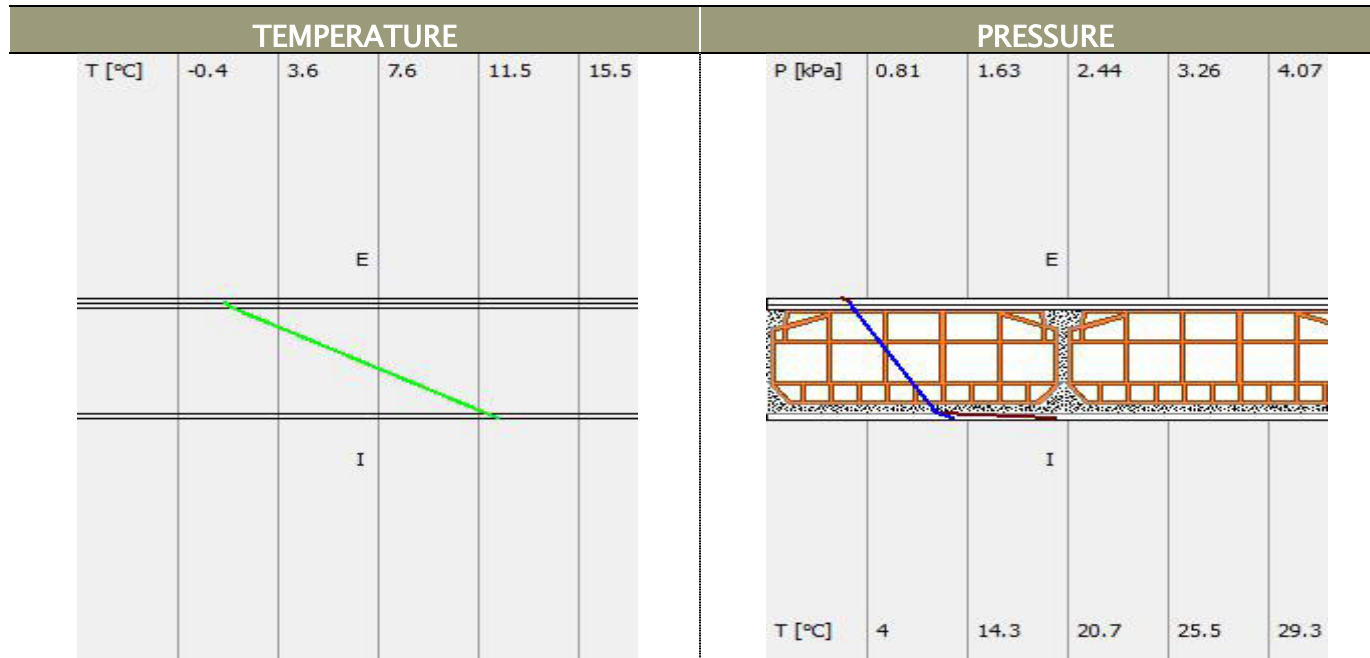
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0,8

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	3,8	16,2	1,84							
Intonaco interno	1400	1	0,7	0	0,7	0,014	0,2	15,9	1,81	10	0,5	0,02	14,00	1,50	1	12,58
Mattone pieno 1.1.02 (a) 120	1800	12			0,8	0,150	2,3	13,6	1,56	9	5,8	0,21	216,00	1,29	0,92	167,08
Mattone pieno 1.1.01 (a) 140	1800	14			0,777	0,180	2,8	10,9	1,3	9	6,7	0,25	252,00	1,04	0,92	178,87
Mattone pieno 1.1.02 (b) 250	1800	25			0,78	0,321	4,9	5,9	0,93	9	12,0	0,44	450,00	0,60	0,92	268,41
Mattone pieno 1.1.02 (b) 250	1800	25			0,78	0,321	4,9	1	0,66	9	12,0	0,44	450,00	0,16	0,92	217,41
Malta di cemento (rinzafo)	2000	2	1,4	0	1,4	0,014	0,2	0,8	0,65	30	3,2	0,12	40,00	0,04	0,84	17,46
Intonaco esterno	1800	1	0,9	0	0,9	0,011	0,2	0,6	0,61	20	1,1	0,04	18,00		1	9,28
Strato liminare esterno						0,040	0,6	0	0,61							
TOTALI:		80				1,301							1440			871,09
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]		0,847									
Incremento di sicurezza (10[%]):					[W/(m ² · K)]		0,932									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]		0,932									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	:Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	:0,847	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,300	[W/(m ² · K)]

STRUTTURA: SOFFITTO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0,8

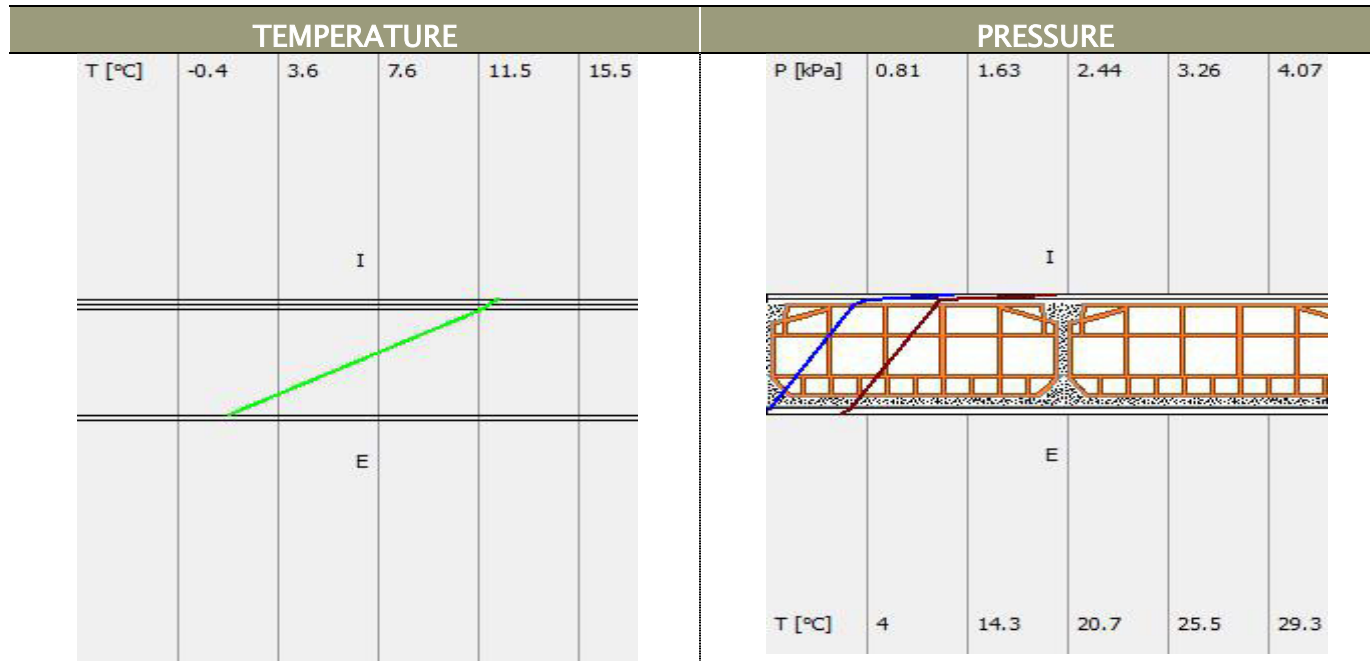
STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	7,7	12,3	1,43							
Intonaco interno	1400	1	0,7	0	0,7	0,014	0,4	11,9	1,39	10	0,5	0,03	14,00	1,39	1	11,16
Blocco da solaio 2.1.04i/1 220	918	22			0,667	0,330	10,1	1,8	0,69	9	10,6	0,69	201,96	0,69	0,92	101,05
Malta di cemento	2000	1	1,4	0	1,4	0,007	0,2	1,5	0,68	30	1,6	0,1	20,00	0,68	0,84	9,05
Piastrelle	2300	1	1	0	1	0,010	0,3	1,2	0,61	200	10,7	0,69	23,00		0,84	10,25
Strato liminare esterno						0,040	1,2	0	0,61							
TOTALI:		25				0,651							258,96			131,51
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]	1,781										
Incremento di sicurezza (10%):					[W/(m ² · K)]	1,959										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]	1,959										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Orizzontale/Inclinata
Trasmittanza calcolata della struttura	:1,781 [W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,800 [W/(m ² · K)]

STRUTTURA: PAVIMENTO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0,8

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	7,7	12,3	1,43							
Piastrelle	2300	1	1	0	1	0,010	0,3	12	1,4	200	10,7	0,69	23,00	0,83	0,84	15,47
Malta di cemento	2000	1	1,4	0	1,4	0,007	0,2	11,8	1,38	30	1,6	0,1	20,00	0,72	0,84	13,36
Blocco da solaio 2.1.04i/1 220	918	22			0,667	0,330	10,1	1,7	0,69	9	10,6	0,69	201,96	0,03	0,92	100,64
Intonaco interno	1400	1	0,7	0	0,7	0,014	0,4	1,2	0,61	10	0,5	0,03	14,00		1	7,43
Strato liminare esterno						0,040	1,2	0	0,61							
TOTALI:		25				0,651							258,96			136,89
Trasmittanza teorica:					[W/(m ² · K)]		1,426									
Incremento di sicurezza (10%):					[W/(m ² · K)]		1,568									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:					[W/(m ² · K)]		1,568									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

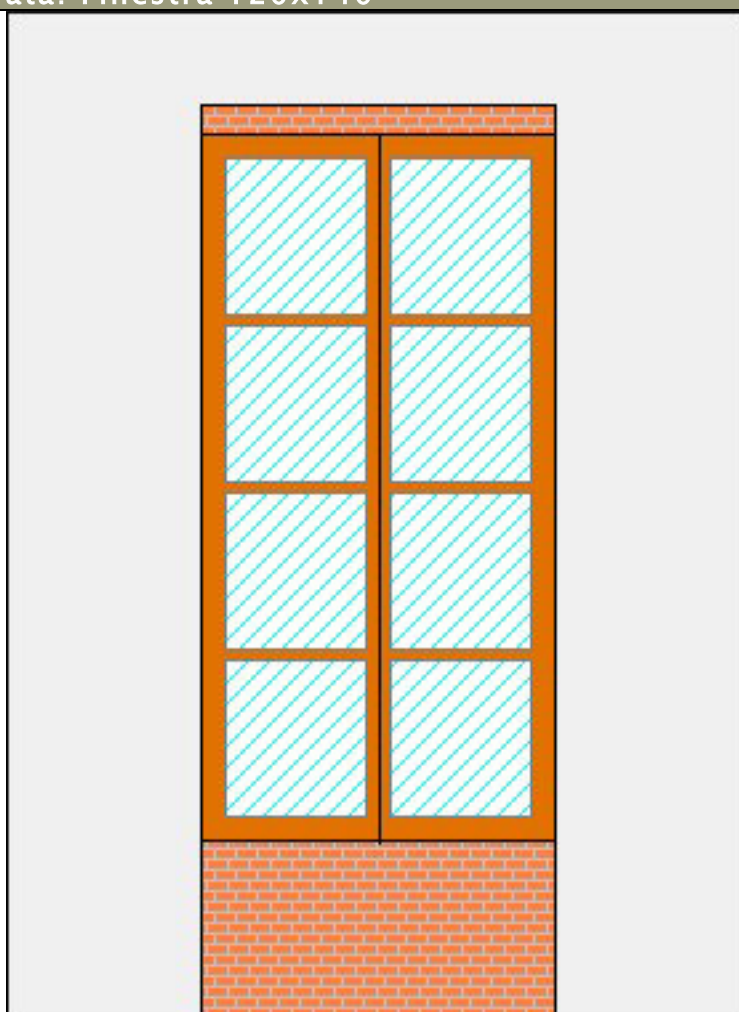
CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	:Orizzontale/Inclinata
Trasmittanza calcolata della struttura	:1,426 [W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza	:0,800 [W/(m ² · K)]

Proprietà: Finestra 120x140						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	1,20	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	2,40	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	2,88	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	3	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	0,82	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	2,06	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	71,67	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	16,28	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	1,20	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,800
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,800	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

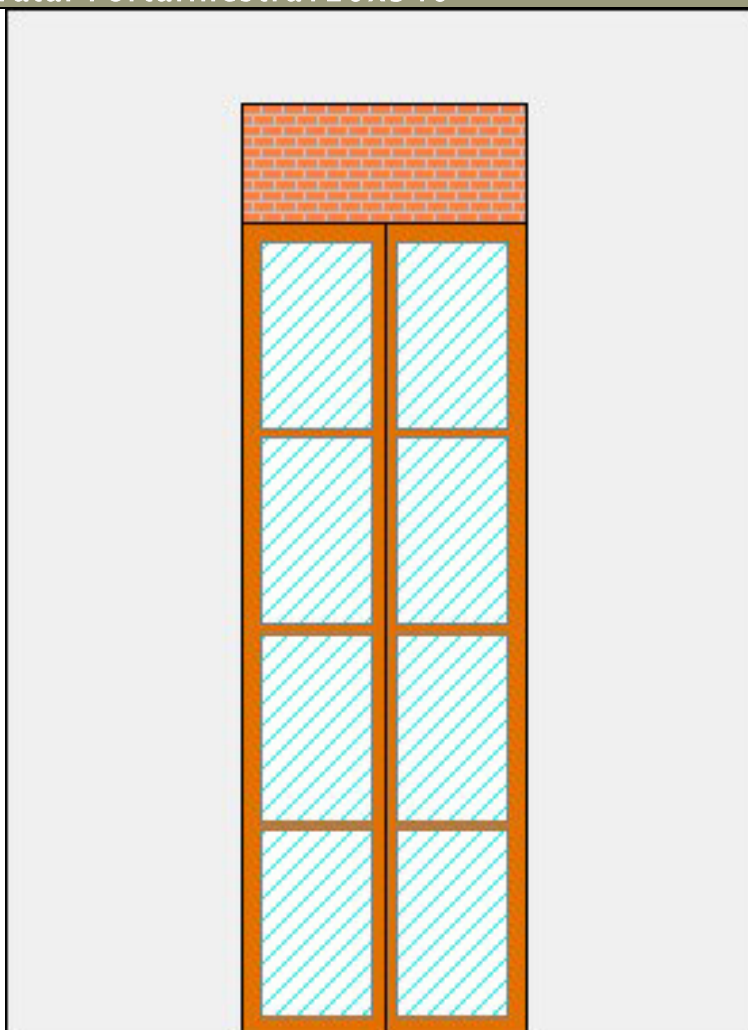
Struttura finestrata: Finestra 120x140



Proprietà: Portafinestra 120x340						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	1,20	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	3,40	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	4,08	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	3	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	1,06	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	3,02	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	74,12	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	20,28	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	1,20	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,841
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,841	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

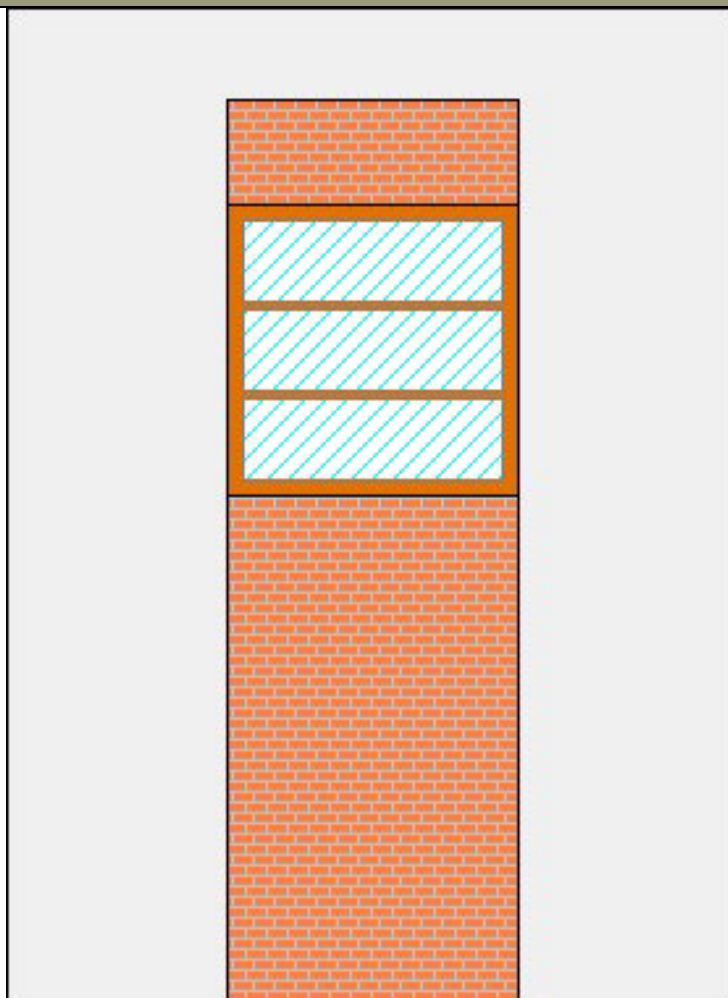
Struttura finestrata: Portafinestra120x340



Proprietà: Finestra Palestra 140x140			
Dimensioni			
Larghezza	[m]	1,40	
Altezza	[m]	1,40	
Area	[m ²]	1,96	
Telaio			
Spessore laterale	[cm]	8,0	
Spessore interno	[cm]	4,0	
Spessore superiore	[cm]	8,0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	
Numero di divisioni orizzontali	-	2	
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	
Numero di ante	-	1	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	
Area del telaio	[m ²]	0,50	
Area vetrata	[m ²]	1,46	
Frazione vetro	[%]	74,65	
Permeabilità	[(m ³ /h)/m ²]	1,20	
Vetro			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	
Emissività	-	0,84	
Distanziatore			
Lunghezza del vetro	[m]	9,80	
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		
Cassonetto			
Altezza	[m]		
Lunghezza	[m]	1,40	
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		
Permeabilità	[(m ³ /h)/m]		
Soprafinestra			
Altezza	[cm]	-	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Sottofinestra			
Altezza	[cm]	-	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Pannelli opachi			
Numero	-	0	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Chiusura notturna			
Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Posizione dello schermo	-		Nullo
Fattore di shading complessivo	-		1,00
Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Fattore di shading dello schermo	-		0,80
Fattore di shading del vetro	-		0,70
Aggetto verticale destro			
Distanza dal bordo destro	[m]		
Profondità	[m]		
Aggetto verticale sinistro			
Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Profondità	[m]		
Aggetto orizzontale			
Distanza dal bordo superiore	[m]		
Profondità	[m]		
Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,850
Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00
Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]	

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,850	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

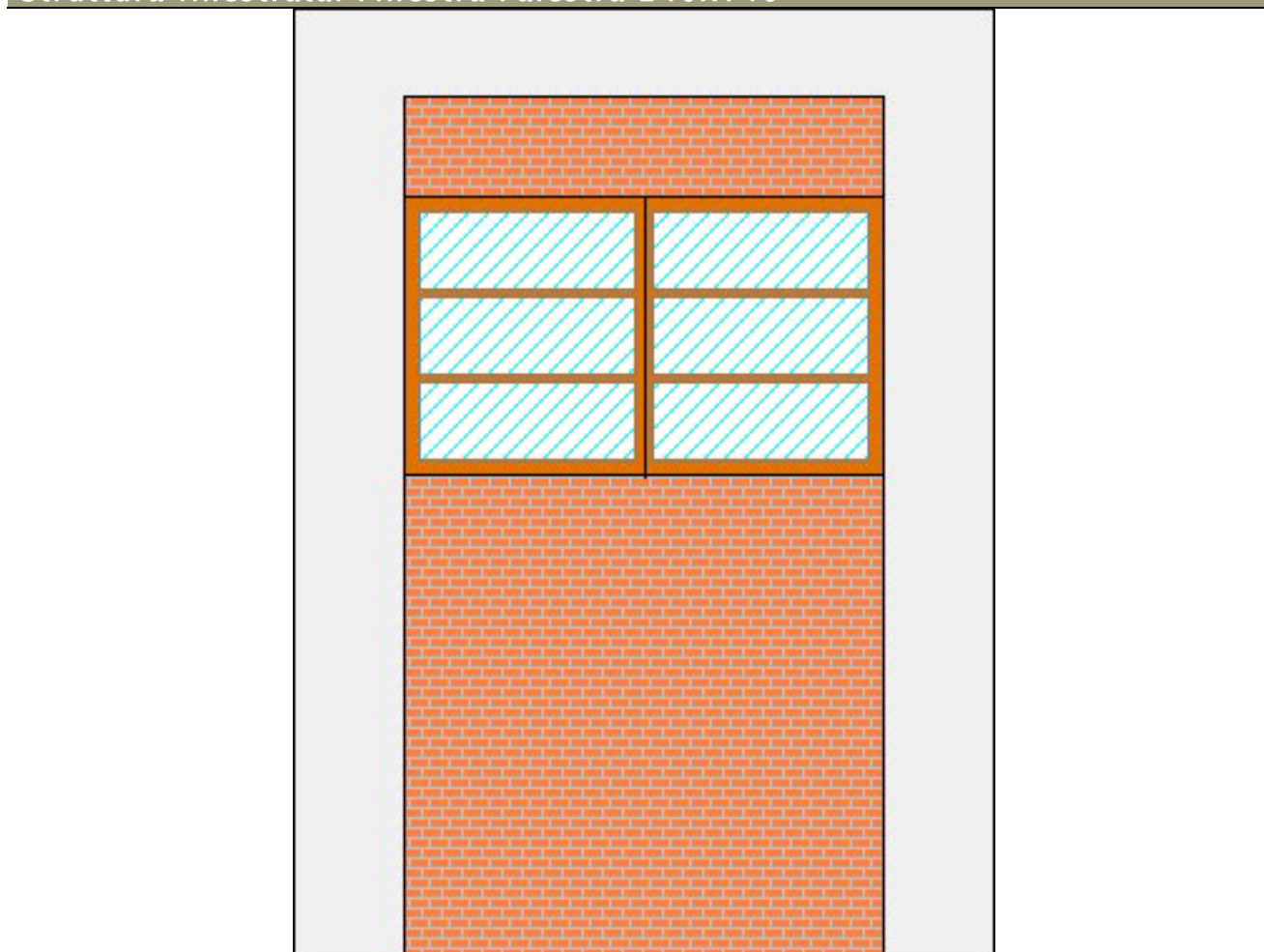
Struttura finestrata: Finestra Palestra 140x140



Proprietà: Finestra Palestra 240x140						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	2,40	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	1,40	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	3,36	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	2	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	0,81	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	2,55	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	75,86	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	17,68	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	2,40	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,870
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,870	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

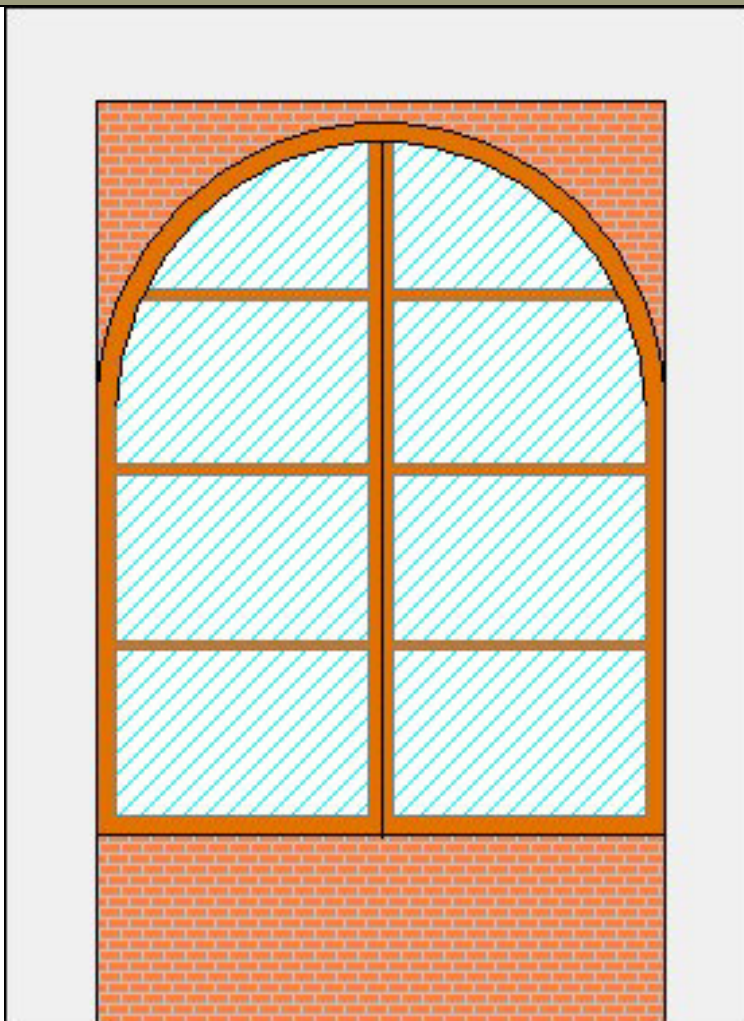
Struttura finestrata: Finestra Palestra 240x140



Proprietà: Finestra 240x300						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	2,40	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	3,00	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	6,58	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	3	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	1,15	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	5,43	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	82,50	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	25,85	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	2,40	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,981
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,981	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

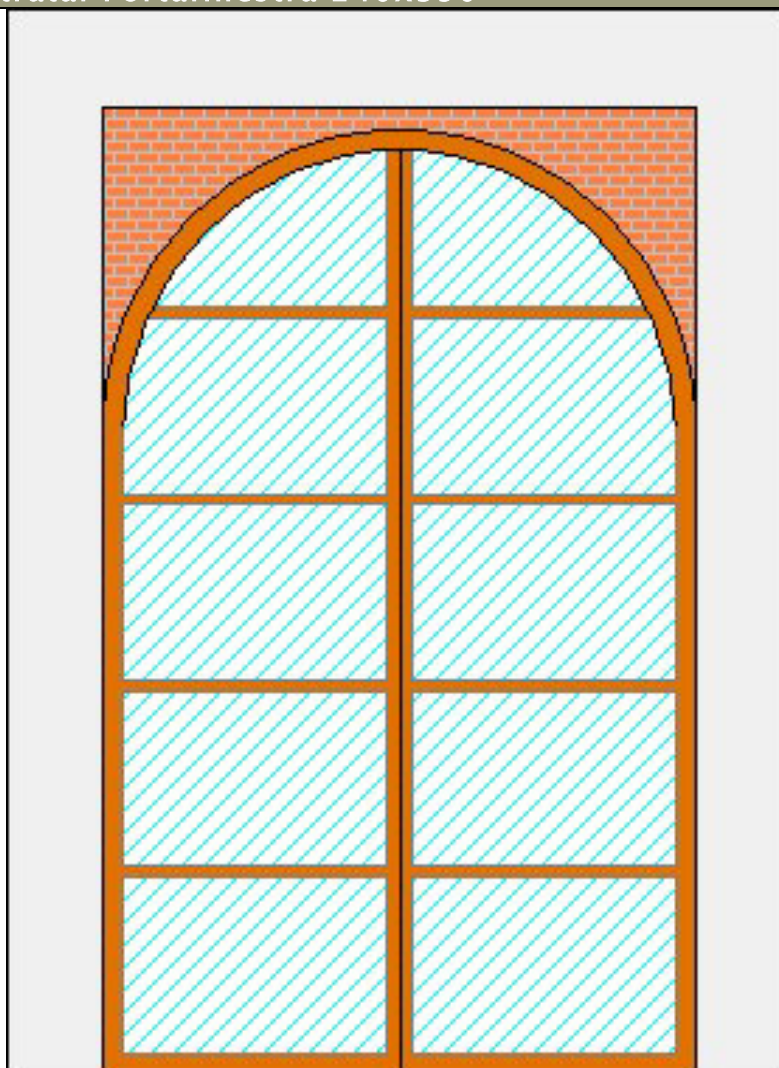
Struttura finestrata: Finestra 240x300



Proprietà: Portafinestra 240x390						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	2,40	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	3,80	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	8,50	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	4	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	1,41	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	7,09	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	83,37	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	33,26	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	2,40	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,996
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,996	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

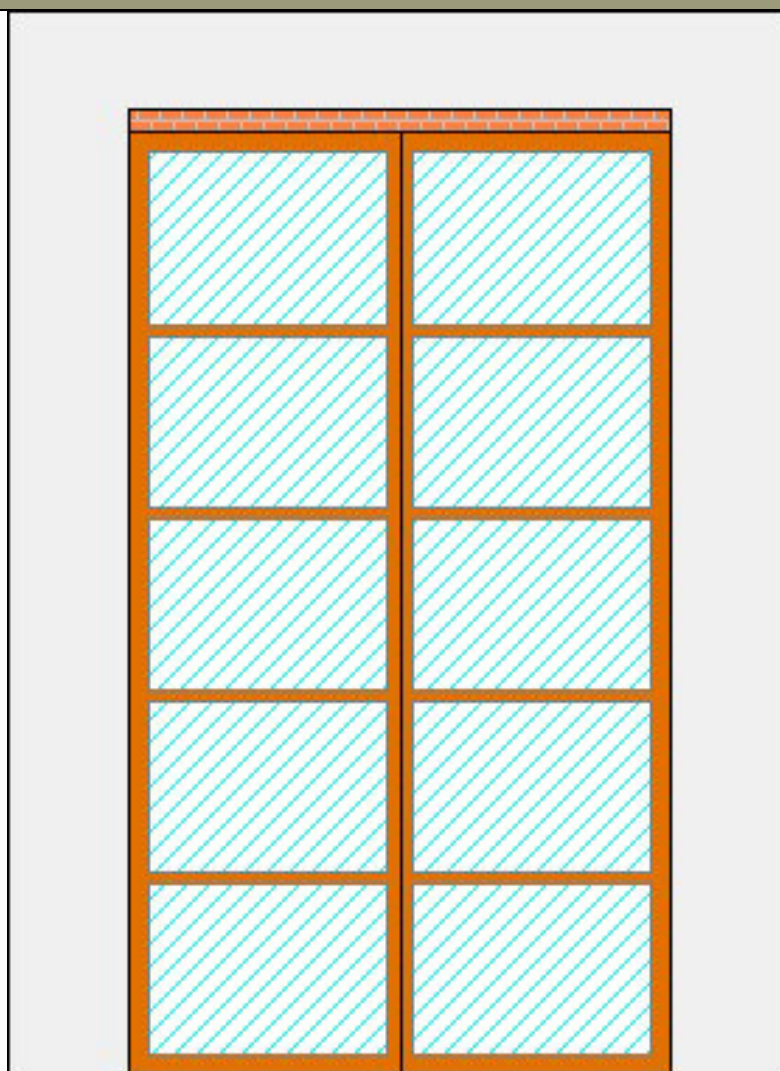
Struttura finestrata: Portafinestra 240x390



Proprietà: Portafinestra 220x390						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	2,20	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	3,80	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	8,36	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	4	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	2	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	1,46	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	6,90	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	82,53	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	33,68	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	2,20	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,982
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,982	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

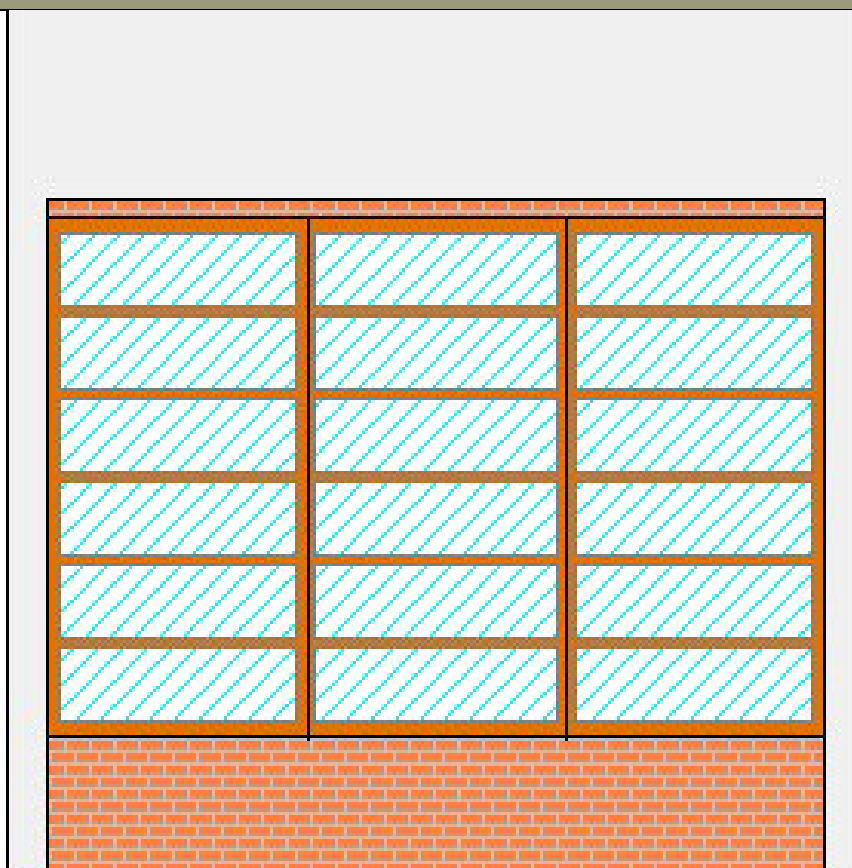
Struttura finestrata: Portafinestra 220x390



Proprietà: Finestra 450x300						
Dimensioni		Soprafinestra				
Larghezza	[m]	4,50	Altezza	[cm]	-	
Altezza	[m]	3,00	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Area	[m ²]	13,50	Sottofinestra			
Telaio		Altezza		[cm]	-	
Spessore laterale	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Spessore interno	[cm]	4,0	Pannelli opachi			
Spessore superiore	[cm]	8,0	Numero	-	0	
Spessore inferiore	[cm]	8,0	Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	-	
Numero di divisioni orizzontali	-	5	Chiusura notturna			
Spessore delle divisioni orizzontali	[cm]	3,0	Resistenza termica aggiuntiva	[(m ² · K)/W]		
Numero di ante	-	3	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici			
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	1,601	Rientranza rispetto all'esterno	[m]		
Area del telaio	[m ²]	2,26	Posizione dello schermo	-	Nullo	
Area vetrata	[m ²]	11,24	Fattore di shading complessivo	-	1,00	
Frazione vetro	[%]	83,29	Caratteristiche solari per calcolo di legge			
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m ²]	2,40	Fattore di shading dello schermo	-	0,80	
Vetro		Fattore di shading del vetro		-	0,70	
Trasmittanza termica	[W/(m ² · K)]	3,274	Aggetto verticale destro			
Emissività	-	0,84	Distanza dal bordo destro	[m]		
Distanziatore		Profondità		[m]		
Lunghezza del vetro	[m]	66,30	Aggetto verticale sinistro			
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]		Distanza dal bordo sinistro	[m]		
Cassonetto		Profondità		[m]		
Altezza	[m]		Aggetto orizzontale			
Lunghezza	[m]	4,50	Distanza dal bordo superiore	[m]		
Trasmittanza termica lineare	[W/(m ² · K)]		Profondità	[m]		
Permeabilità'	[(m ³ /h)/m]		Trasmittanza teorica:		[W/(m ² · K)]	2,994
		Incremento di sicurezza:		[%]	-100,00	
		Trasmittanza adottata:		[W/(m ² · K)]		

Confronto con i valori limite		
Trasmittanza termica del vetro	: 3,274	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del vetro, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]
Trasmittanza termica della finestra	: 2,994	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U del serramento, come previsto dalla tabella 4b dell'allegato C al D.Lgs. n. 311/06	:	[W/(m ² · K)]

Struttura finestrata: Finestra 450x300



Dispersioni

Utilizzando i risultati della modellazione di MC4 si può effettuare un'analisi sulle dispersioni dell'edificio:

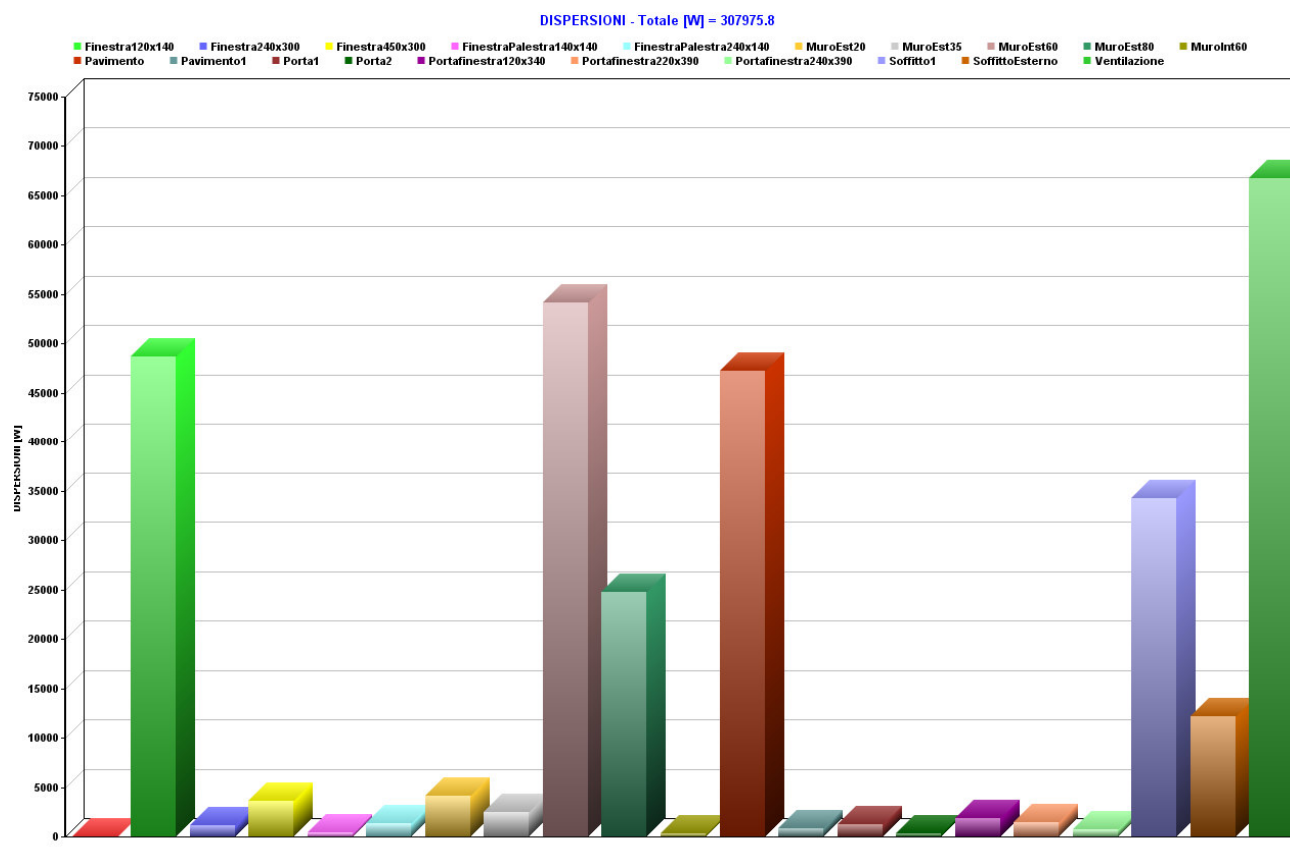


Grafico rappresentante le dispersioni di ogni struttura inserita nel modello (immagine tratta dai risultati di MC4)

E' stata eseguita un'analisi delle dispersioni, aggregando le diverse strutture in macro categorie:

Dispersioni Per Categorie	
SERRAMENTI	60783 W
PARETE OPACA	85749 W
SOLAI	94653 W
VENTILAZIONE	66790 W
TOTALE	307975 W

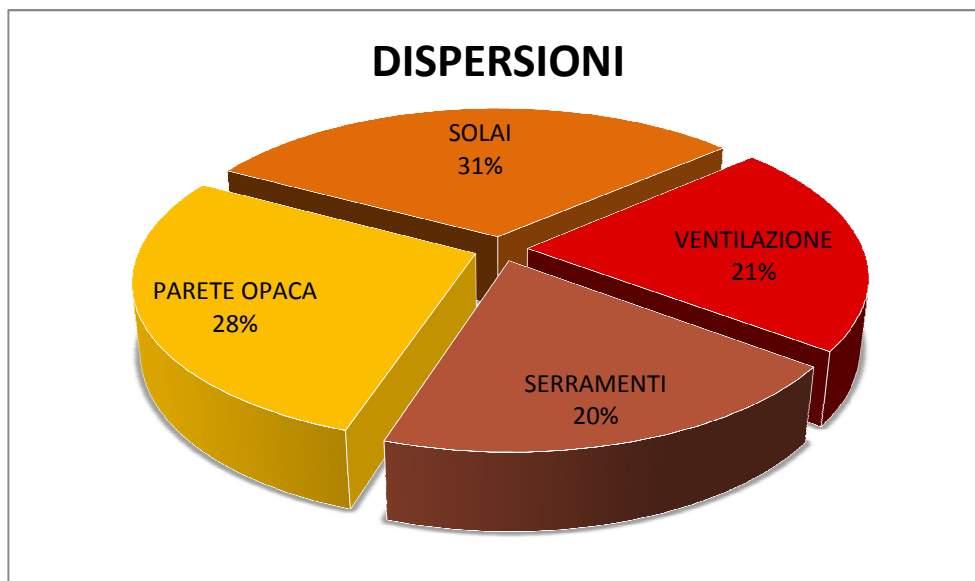


Grafico rappresentante la ripartizione delle dispersioni per le diverse macro categorie

Fabbisogno di energia utile

Nella seguente tabella sono riportati dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile per ogni mese:

Mese	$Q_{H,Htr}$	$Q_{H,r,mn}$	$Q_{H,sol,op}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,sol,w}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,nd}$
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Ott	-20.465,71	-2.424,56	3.170,31	0,00	10.173,84	-2.455,24	12.381,67
Nov	-71.489,00	-4.234,94	3.701,21	0,00	12.947,95	-6.428,46	65.620,41
Dic	-108.564,00	-4.534,29	3.595,70	0,00	13.133,35	-9.058,27	105.504,10
Gen	-120.128,00	-4.811,12	3.608,31	0,00	12.869,26	-9.863,46	118.383,20
Feb	-90.224,10	-4.530,67	4.528,68	0,00	15.166,73	-7.636,23	82.812,50
Mar	-63.753,40	-7.319,52	7.100,84	0,00	21.859,46	-5.938,20	48.508,71
Apr	-16.874,27	-3.505,75	4.429,87	0,00	12.720,42	-2.024,99	6.437,86

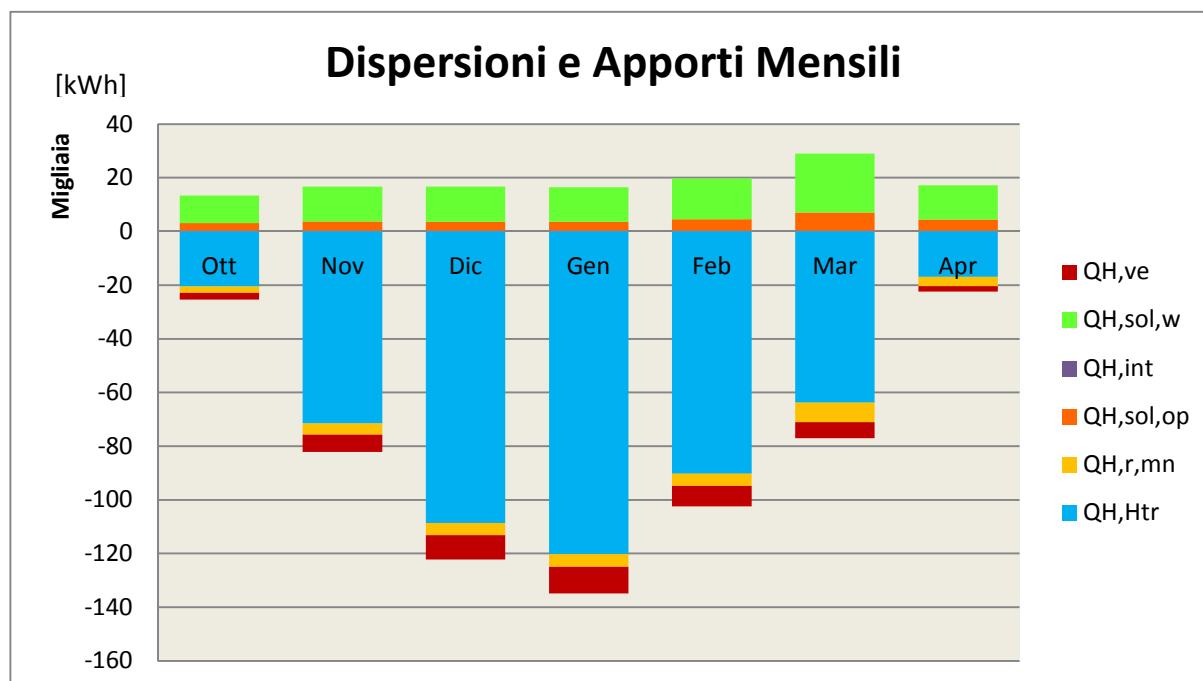


Grafico rappresentante le dispersioni e gli apporti mensili di energia utile

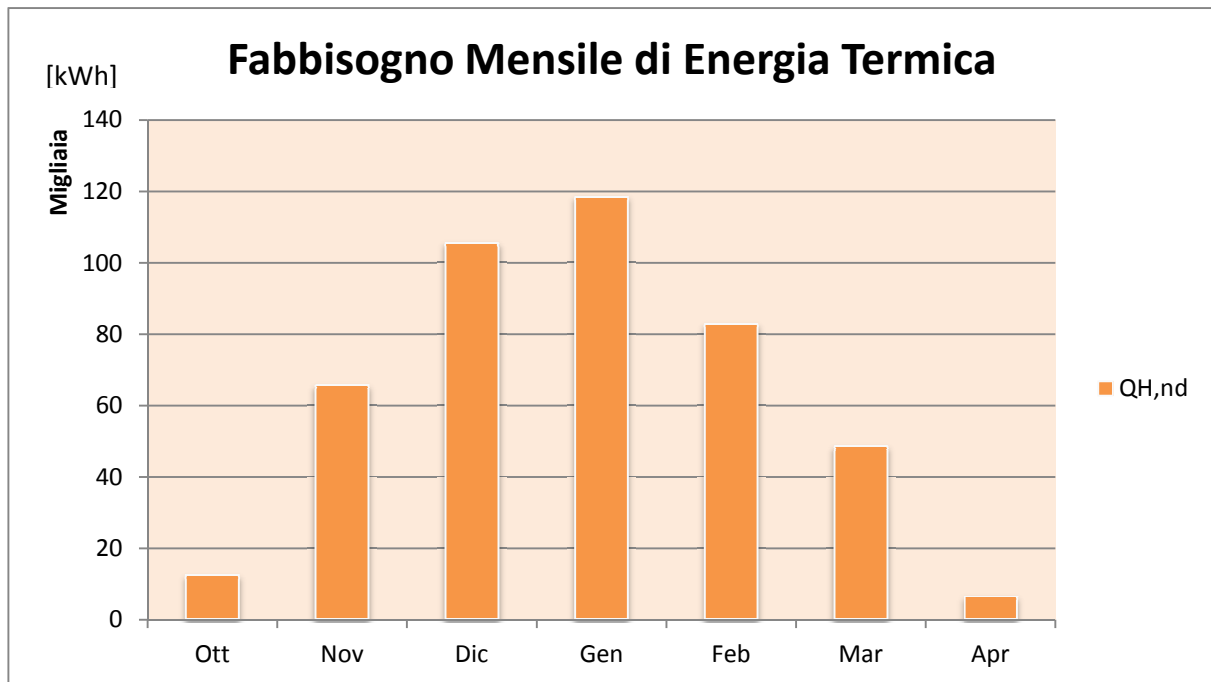


Grafico rappresentante i fabbisogni mensili di energia utile

5.2.2 Modello impianto termico

Nell'ambito del modello energetico descritto alle pagine precedenti, si è implementato il sistema impiantistico destinato al riscaldamento degli ambienti.

Anche in questo caso, il modello è stato perfezionato sulla base delle informazioni a disposizione e delle osservazioni svolte sul campo.

Descrizione sintetica del sistema impiantistico

La centrale termica è situata al piano interrato ed ospita due generatori di calore di uguali caratteristiche:

2 x Ravasio mod. 350, potenza utile 407 kW, potenza al focolare 448 kW (anno 1998); a gas metano, bruciatore ad aria soffiata.

Nelle vicinanze della centrale termica è presente la centrale di distribuzione, nella quale sono presenti i collettori di mandata/ritorno, i gruppi di pompaggio, i dispositivi per la regolazione climatica.

Sono presenti gli stacchi per i seguenti circuiti:

- Assarotti;
- Perrone;
- Materna Bertola (dismessa);
- Palestra;
- Custode;
- Autorimessa (molto probabilmente non più utilizzato).

Le regolazioni vengono effettuate mediante valvole a tre vie (con sonde climatiche), i circolatori sono di tipo a giri costanti. I corpi scaldanti sono costituiti da radiatori in ghisa (anche nella palestra), attualmente privi di valvole termostatiche.

Caratteristiche sottosistema di EMISSIONE:

Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete esterna isolata non isolata	
Temperatura di mandata di progetto	80,0	°C
Rendimento di emissione	90,03	%

Caratteristiche sottosistema di REGOLAZIONE:

Tipo	Solo climatica (compensazione con sonda esterna)	
Rendimento di regolazione	89,83	%

Caratteristiche sottosistema di DISTRIBUZIONE UTENZA:

Tipo di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne		
Rendimento di distribuzione utenza	90,02	%	

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Dati generali:

Servizio	Solo Riscaldamento		
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale (presenti 2 RAVASIO N350)		
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$	407,4 (x2)	kW

Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	91,00	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	91,00	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza assorbita dagli ausiliari a carico nominale	$\Phi_{gn,Pn}$	$W_{aux,Pn}$	805,42 (x2)	W
Potenza assorbita dagli ausiliari a carico intermedio	$\Phi_{gn,Pint}$	$W_{aux,Pint}$	268,47 (x2)	W
Potenza assorbita dagli ausiliari a carico nullo	$\Phi_{gn,I,Po}$	$W_{aux,Po}$	15 (x2)	W

Ambiente di installazione:

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

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

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

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

Vettore energetico:

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



Uno dei generatori esistenti



Vista su distribuzione (in locale dedicato)



Dettaglio su distribuzione suddivisa per zone



Dettaglio su distribuzione a servizio di una zona (circulatori singoli in parallelo, valvola miscelatrice)



Radiatore in palestra



Distribuzione idronica con tubazioni a vista nel locale palestra



Radiatore in una delle aule

Radiatore in una delle aule con, a fianco, colonne montanti a vista

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	90,03	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	89,83	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	90,02	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	92,79	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	67,55	%

5.2.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo - indice di prestazione energetica

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 e il corrispondente consumo raggugliato:

GG Torino da dpr 412-93		2617		
Stazione ARPA di riferimento		Via della Consolata		
Stagione	Consumi reali da bolletta [m ³]	GG della stagione	Fattore Correttivo	Consumi raggugliati con i GG [m ³]
2012-2013	54606	2348	1,114565588	60862
2013-2014	48506	1962	1,333843017	64699
2014-2015	47108	2007	1,303936223	61426
<i>media</i>				62329

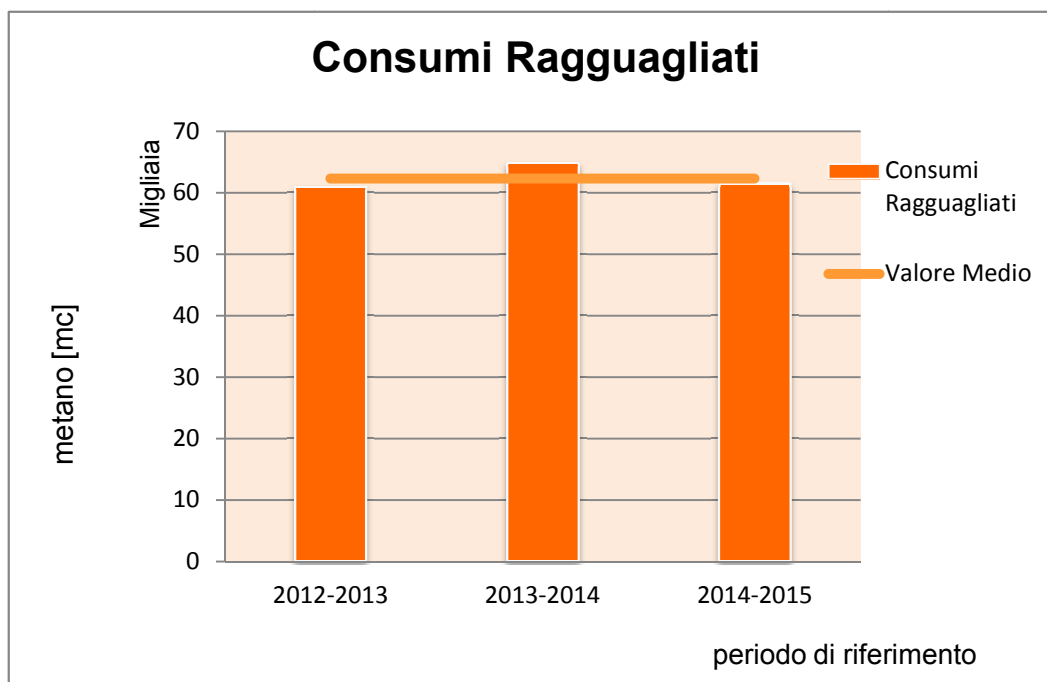


Grafico con i consumi stagionali di metano raggugliati ai Gradi Giorno e la relativa media

Una leggera discrepanza tra i valori annuali di consumo raggugliati ai gradi giorno può essere dovuta a diversi fattori quali eventuali variazioni nella regolazione e negli orari o anche al fatto che la risposta del sistema impiantistico rispetto alle condizioni esterne non è del tutto lineare; per tale motivo si è ritenuto rappresentativo ai fini della diagnosi energetica considerare il valore medio dei consumi raggugliati ai gradi giorno per le tre stagioni di riferimento.

Consumo effettivo	62.329	Smc
-------------------	---------------	------------

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

Consumo operativo	62.623	Smc
-------------------	---------------	------------

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **0,47%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

Considerando:

Consumo effettivo normalizzato	589.633	kWh
Superficie utile netta	3.639,70	m ²
Volume lordo riscaldato	19.326,42	M ³

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

Ep	162,00	kWh/m²
----	---------------	--------------------------

Ulteriore indicatore (denominato Ind.) è rappresentato dal valore di consumo espresso in Wh/(vol. x GG)

Dove:

Wh: fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale (normalizzato);

vol.: volume riscaldato lordo;

GG: gradi giorno da DPR 412 = 2617.

Ind.	11,66	Wh/(m³ GG)
------	--------------	------------------------------

6 Proposte di intervento

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

- 1 - Sostituzione generatore di calore + posa valvole termostatiche
- 2 - Isolamento sottotetto
- 3 - Cappotto esterno

Per tutti i tipi di intervento proposti nella presente diagnosi è stata eseguita la simulazione di calcolo tramite il software MC4, implementando per ogni caso le dovute variazioni rispetto alla versione originale che rispecchia lo stato attuale.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalle simulazioni sui SOLI valori di consumo di metano:

Interventi Possibili		
<i>Tipo di Intervento</i>		<i>Consumo di Metano</i>
-	Stato Attuale	62.622,60 m ³ 591.784,00 kWh 162,59 kWh/m ²
1	Sostituzione generatori e installazione valvole termostatiche	52.169,80 m ³ 493.260,00 kWh 135,52 kWh/m ²
2	Coibentazione sottotetto	54.726,20 m ³ 517.162,00 kWh 142,09 kWh/m ²
3	Inserimento cappotto	47.235,00 m ³ 466.370,00 kWh 128,13 kWh/m ²

Risparmio Medio di Metano Atteso			
1	Caldaia + Valvole	10.452,80 m ³	17%
2	Coibentazione Sottotetto	7.896,40 m ³	13%
3	Cappotto	15.387,60 m ³	25%

Nel seguito si analizzano i singoli interventi con i rispettivi costi, calcolando i tempi di ritorno in cui l'investimento può considerarsi ammortizzato.

6.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche

Si propone la sostituzione dei generatori di calore tradizionali con nuovi a condensazione con le seguenti caratteristiche:

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

e installazione di valvole termostatiche per tutti i radiatori presenti nell'edificio

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Caldaia a condensazione + Valvole Termostatiche			
1	<i>Consumo Atteso</i>		
	Consumo Anuale di Metano atteso dopo l'intervento	52.169,80	m ³
		493.260,00	kWh
		135,52	kWh/m ²
	<i>Prezzo Intervento</i>		
	Fornitura e posa di n. 2 caldaie a condensazione	68.196,76	€
	<i>Risparmio Annuale</i>		
	Metano	10.452,80	m ³ metano
		7.107,90	€
	<i>Tempo di Ritorno</i>		
	Tempo di ritorno stimato	10,00	anni

6.2 Isolamento solaio sottotetto

L'intervento prevede la posa di lastre di poliuretano dello spessore di 10 cm sulla soletta del secondo piano. La posa dell'isolante è prevista nell'estradosso

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

2	Coibentazione Sottotetto		
	<i>Consumo Atteso</i>		
	Consumo Anuale di Metano atteso dopo l'intervento	54.726,20	m ³
		517.162,00	kWh
		142,09	kWh/m ²
	<i>Prezzo Intervento</i>		
	Fornitura e posa strato coibente	50,00	€/m ²
	Superficie interessata dall'intervento	1.459,80	m ² solaio
	TOTALE	72.990,00	€
	<i>Risparmio Annuale</i>		
	Metano	7.896,40	m ³ metano
		5.369,55	€
	<i>Tempo di Ritorno</i>		
	Tempo di ritorno stimato	14,00	anni

6.3 Cappotto

L'intervento prevede la posa di di 10 cm di isolante del tipo lana di vetro e 1 cm di intonaco sul lato esterno della parete disperdente dell'edificio.

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Inserimento Cappotto			
3	<i>Consumo Atteso</i>		
	Consumo Anuale di Metano atteso dopo l'intervento	47.235,00	m ³
		466.370,00	kWh
		128,13	kWh/m ²
	<i>Prezzo Intervento</i>		
	Fornitura e posa cappotto	70,00	€/m ²
	Superficie interessata dall'intervento	3.523,30	m ² facciata
	TOTALE	246.631,00	€
	<i>Risparmio Annuale</i>		
	Metano	15.387,60	m ³ metano
10.463,57		€	
<i>Tempo di Ritorno</i>			
Tempo di ritorno stimato	24,00	anni	

6.4 Sostituzione serramenti

La sostituzione dei serramenti per l'efficientamento energetico dell'edificio in esame è stata valutata tuttavia, alla luce della presenza già di serramenti di recente installazione e con buone caratteristiche termiche, si ritiene l'ipotesi non perseguibile.

6.5 Altri interventi

Secondo il DM 26/06/2015 si sono analizzate altri possibili interventi sull'impianto dell'edificio:

Punto A	<i>Generatore di calore a condensazione</i>	L'intervento è già stato valutato precedentemente
----------------	---	---

Punto B.1	<i>Pompa di calore idrogeotermica</i>	Consumo ante termico lordo	62.622,60	smc
			42.583,37	€
		COP medio PdC	3,50	
		Fabbisogno in uscita ai generatori	532.810,00	kWh
		Sovraconsumo elettrico	152.231,43	kWhel
			28.923,97	€
		<i>Risparmio</i>	13.659,40	€/anno
		Risparmio in energia primaria	20,19	TEP
		Potenza nominale utile W10/70	455,92	kWth
		<i>Costo unitario PdC</i>	1.000,00	€/kW
		Costo pompa di calore	455.921,54	€
		<i>Costo unitario Pozzi</i>	70,00	€/kW
		Costo pozzi	31.914,51	€
Costo complessivo intervento	487.836,05	€		
	PB	36 anni		

Il costo unitario della PdC è stato valutato tenendo conto della taglia necessaria (funzione della potenza)

Punto B.2	<i>Pompa di calore ad aria</i>	Consumo ante termico lordo	62.622,60	smc
			42.583,37	€
		COP medio PdC	2,70	
		Fabbisogno in uscita ai generatori	532.810,00	kWh
		Sovraconsumo elettrico	197.337,04	kWhel
			37.494,04	€
		<i>Risparmio</i>	5.089,33	€/anno
		Risparmio in energia primaria	11,76	TEP
		Potenza nominale utile W10/70	455,92	kWth
		<i>Costo unitario PdC</i>	700,00	€/kW
		Costo pompa di calore	319.145,08	€
			PB	63 anni

Il costo unitario della PdC è stato valutato tenendo conto del COP medio necessario

		Consumo ante termico lordo	62.622,60 smc
			42.583,37 €
		COP medio PdC	1,20
		Fabbisogno in uscita ai generatori	532.810,00 kWh
		Consumo post termico lordo	46.985,01 smc
			31.949,81 €
Punto B.3	<i>Pompa di calore a gas</i>	<i>Risparmio</i>	10.633,56 €/anno
		Risparmio in energia primaria	12,15 TEP
		Potenza nominale utile W10/70	455,92 kWth
		Costo unitario PdC	300,00 €/kW
		Costo pompa di calore	136.776,46 €
		PB	13 anni

Punto C	<i>Integrazione con impianto solare termico</i>	L'intervento non è stato valutato compatibile con la destinazione d'uso dell'edificio: essendo una scuola non si ha consumo di ACS, ma soprattutto nel periodo di miglior resa dell'impianto (l' estate) la scuola è chiusa.
----------------	---	--

Punto D	<i>Impianto centralizzato di cogenerazione</i>	Ore annue di utilizzo termico 2562 h Poiché il termico è utilizzato per meno di 5.000 ore/anno il cogeneratore risulta antieconomico
----------------	--	---

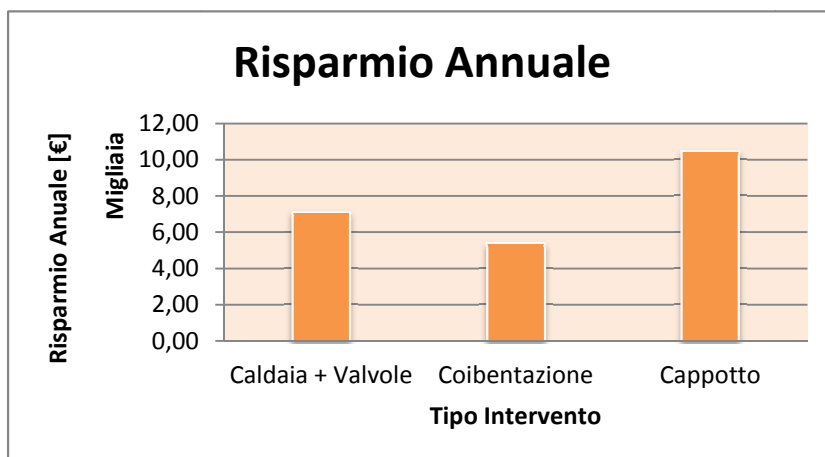
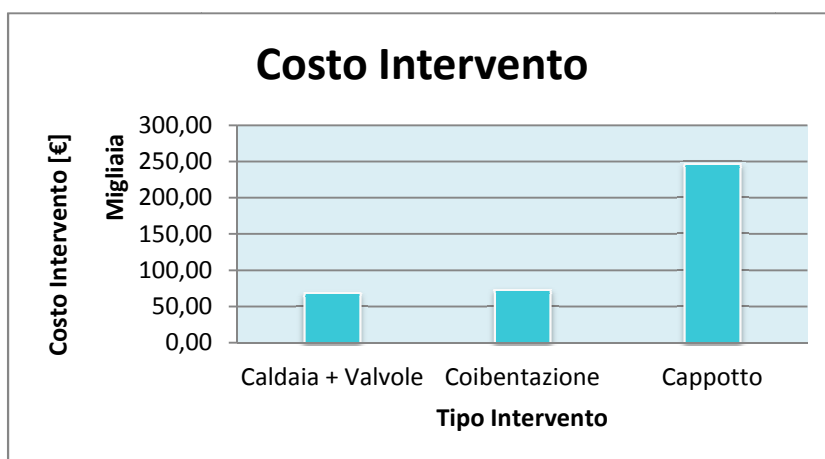
Punto E	<i>Teleriscaldamento</i>	L'intervento non è al momento considerabile in quanto la zona della città dove si trova l'edificio (centro storico) non è oggetto di estensione rete di teleriscaldamento
----------------	--------------------------	---

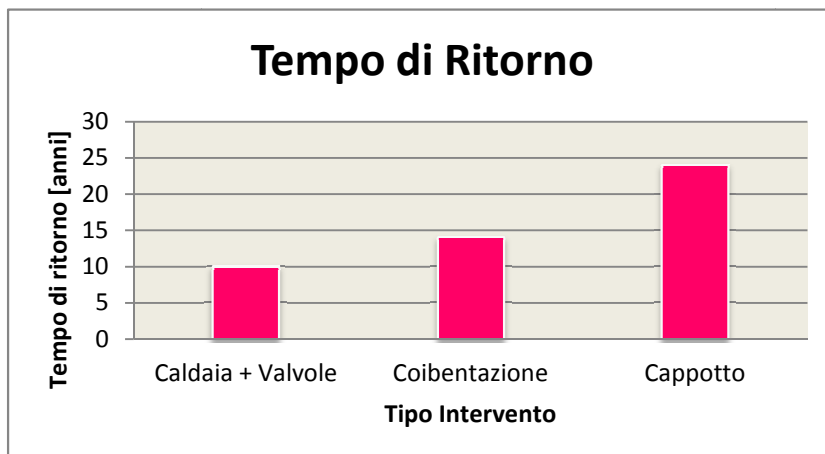
	Consumo ante termico	62.622,60 smc	
		42.583,37 €	
	Consumo ante elettrico	88.141,00 KWh	
		16.746,79 €	
	Tipologia edificio	Scuola	
		Pubblica	
	Risparmio su termico	20%	
	Risparmio su elettrico	20%	
Punto F	<i>Sistema di automazione cl.B EN 15232</i>	Consumo post termico	50.098,08 smc
			34.066,69 €
	Consumo post elettrico	70.512,80 KWh	
		13.397,43 €	
	<i>Risparmio</i>	11.866,03 €	
	Risparmio in energia primaria	13,03 TEP	
	Costo unitario	25,00	€/mq lorda calpestabile
	Superficie immobile	3.639,70 mq	
	Costo intervento	90.992,50 €	
		PB	8 anni

6.6 Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

	Tipo di Intervento	Costo Intervento	Risparmio Annuale	Tempo di Ritorno
1	Caldaia + Valvole	68.196,76 €	7.107,90 €	10 anni
2	Coibentazione sottotetto	72.990,00 €	5.369,55 €	14 anni
3	Cappotto	246.631,00 €	10.463,57 €	24 anni





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 e l'installazione di valvole termostatiche.

Di seguito si riporta tabella riassuntiva relativa ad ulteriori interventi, a livello impiantistico, di cui nel DM 26/06/2015.

Come detto in apertura al presente elaborato, l'eventuale allacciamento ad una rete di teleriscaldamento è stato valutato, tuttavia vista la non vicinanza di un potenziale punto di allaccio e l'attuale non previsione di estensione rete nella zona del centro storico, al momento non si è considerata soluzione perseguibile.

Dalla tabella emerge come, a livello di generazione calore, la sostituzione del generatore di calore rimane la soluzione più vantaggiosa; tale soluzione potrà essere abbinata, anche eventualmente in un secondo momento, all'installazione di sistema di automazione.

Confronto tra diverse soluzioni impiantistiche compatibili come richiesto da DM 26/06/2015	Investimento €	Risparmio €/anno	PB anni
Pompa di calore idrogeotermica	€ 455.921,54	€ 13.659,40	36 anni
Pompa di calore ad aria	€ 319.145,08	€ 5.089,33	63 anni
Pompa di calore a gas	€ 136.776,46	€ 10.633,56	13 anni
Sistema di automazione cl.B EN 15232	€ 90.992,50	€ 11.866,03	8 anni