



REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

Circoscrizione 7
Corso Vercelli 15 – TORINO

<p>Il Redattore della diagnosi energetica Arch. Sergio Ravera</p>	<p>Il Responsabile della diagnosi energetica Arch. Stefano Dotta</p>
<p><i>Timbro e firma</i> ENVIRONMENT PARK S.p.A. Via Livorno, 69 - 10144 TORINO Partita IVA 07154400019</p>	<p><i>Timbro e firma</i> ENVIRONMENT PARK S.p.A. Via Livorno, 69 - 10144 TORINO Partita IVA 07154400019</p>



Sommario

1 Executive summary	3
2 Introduzione	6
2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio.....	6
2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento.....	7
2.2.1 UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza	11
2.3 Oggetto della diagnosi.....	13
2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto.....	14
2.5 Documentazione acquisita	14
3. Analisi dei consumi	15
3.1 Unità di misura, fattori di conversione.....	15
3.2 Modalità di raccolta dati di consumo.....	15
3.3 Analisi dei consumi elettrici.....	16
3.4 Analisi dei consumi termici	18
3.5 Risultati dell'analisi dei consumi.....	19
4 Descrizione dell'edificio	21
4.1 Informazioni sul sito.....	21
4.2 Foto del sito	21
4.3 Dati geografici.....	22
4.4 Caratteristiche dimensionali.....	22
4.5 Planimetrie	23
5 Modello termico	24
5.1 Modellazione involucro edilizio	24
5.2 Modello impianto termico.....	50
5.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo.....	53
5.4 Indice di prestazione energetica.....	54
6 Proposte di intervento	55
6.1 Confronto tra le diverse soluzioni impiantistiche compatibili.....	55
6.1.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche.....	55
6.1.2 Pompa di calore elettrica aria/acqua	56
6.1.3 Integrazione con impianto solare termico.....	56
6.1.4 Impianto centralizzato di cogenerazione.....	56

6.1.5 Connessione alla rete di Teleriscaldamento	56
6.1.6 Sistema di automazione cl.B EN 15232	57
6.3 Conclusioni.....	58

1 Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per l'edificio sito in corso Vercelli n.15, Torino. L'edificio ospita la Sede della Circostrizione n.7 della Città di Torino ed è costituito da 2 piani fuori terra di forma irregolare (più uno interrato parzialmente riscaldato). La struttura portante è in pilastri di cemento armato; l'edificio presenta delle intere facciate vetrate modulari con pannelli sottofinestra di rivestimento coibentati. Le coperture superiori sono in parte in lamiera posizionata su solaio in latero-cemento ed in parte piane.

Dati geometrici:

Superficie lorda (m ²)			Volumetria complessiva lorda (m ³)	
4307,34(*)			18.003,87 (*)	
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	3.430,94	7.408,69	18.003,87	0.41

(*) dati relativi all'involucro riscaldato

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento	U [W/m ² K]	S _{Tot} [m ²]
Muro esterno standard	1,200	813,76
Sottofinestra	0,484	976,15
Sottofinestra+Muratura	0,403	23,52
Muro controterra	0,542	383,00
Muro Standard su intercapedine	1,106	606,35
Muro su intercapedine con Pilastro	2,203	24,41
Muro esterno standard con pilastro	1,564	89,50
Muro Standard su NR	1,197	107,88
Muro su NR con Pilastro	2,203	10,26
Pavimento su terreno	0,204	1302,10
Pavimento su NON RISC	0,996	435,96
Copertura Piana Piastrelle	1,194	192,81
Copertura Piana Guaina	1,211	372,64
Copertura Lamiera	1,040	988,24
Copertura Piana Marciapiede	1,155	183,91
Muro esterno standard	1,200	813,76
Sottofinestra	0,484	976,15
Sottofinestra+Muratura	0,403	23,52

Descrizione elemento	U [W/m ² K]	S _{Tot} [m ²]
w101_120x170	5,846	359,61
w102_120x170	5,859	385,42
w103_234x270_porta	6,391	6,08
w104_115x270_porta	6,263	2,99
w105_248x270_porta	6,381	6,55
w106_60x590_scala	5,725	7,08
w107_67x64	6,102	8,58
w108_600x220	5,927	13,20
w109_120x170	5,839	40,80
w110_53x53_lucernario_bibliot	6,787	4,21
w111_69x128	4,740	36,21
w112_122x56	6,264	2,05
w113_120x206_portaREI	2,216	12,36
w114_196x214_portaREI	1,882	12,58
w115_70x70_lucernario_marciapiede	6,718	0,48

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	50.193	45.004	42.193
GG	2348	1962	2007
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	3,99	3,57	3,35

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	18.219	29.961
Consumo Specifico (kWh/mc)	1,44	2,38

Interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + termo-valvole	€ 57.079	4,1%	2.520	€ 1.764	32
Pompa di calore elettrica aria-acqua	€ 267.976	-	-	€ 8.468	32
Sistema di automazione cl.B EN 15232	€ 314.325	12%	7.445	€ 5.063	62
Integrazione con impianto solare termico orientamento SUD-EST	€ 52.500	7%	4.163	€ 2.831	19

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 e 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> <u>2007</u>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: generalità	<i>La norma fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni</i>
(10)	<u>UNI EN ISO</u>	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali.	<i>La norma definisce le specifiche dei modelli geometrici 3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico.</i>

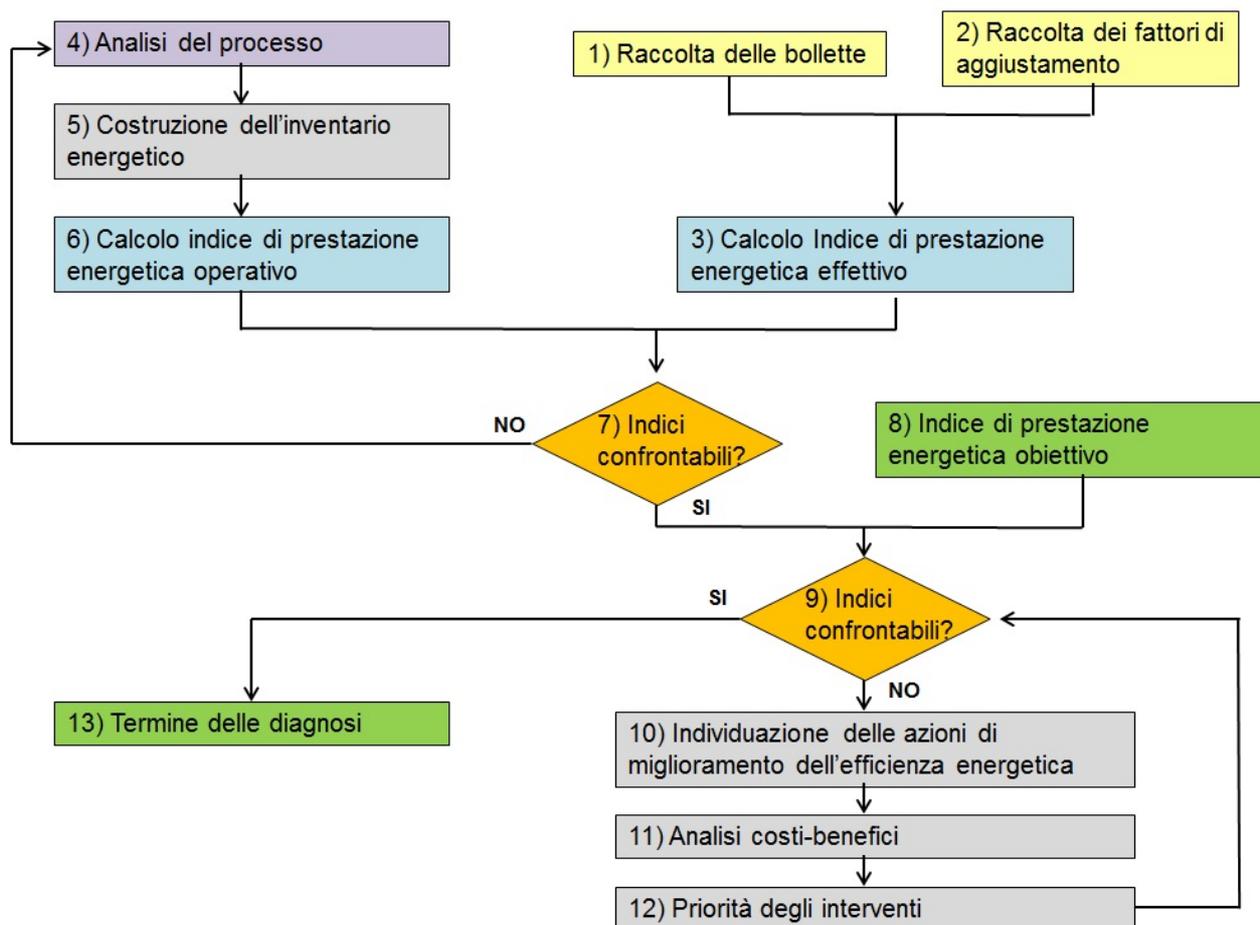
	<u>10211 : 1998</u>	Calcoli dettagliati	<i>La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici che sono ad esse collegate</i>
(8)	<u>UNI 10339 : 1995</u>	Indicazioni in merito alla classificazione e la definizione dei requisiti minimi degli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

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

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

2.2.1 UNI CEI/TR 11428 e verifica di coerenza

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



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

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

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

2.3 Oggetto della diagnosi

L'obiettivo di questo documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica sull'edificio che ospita la Sede della Circoscrizione n.7 della Città di Torino in corso Vercelli n.15 a Torino.

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	3.430,94	7.408,69	18.003,87	0.41

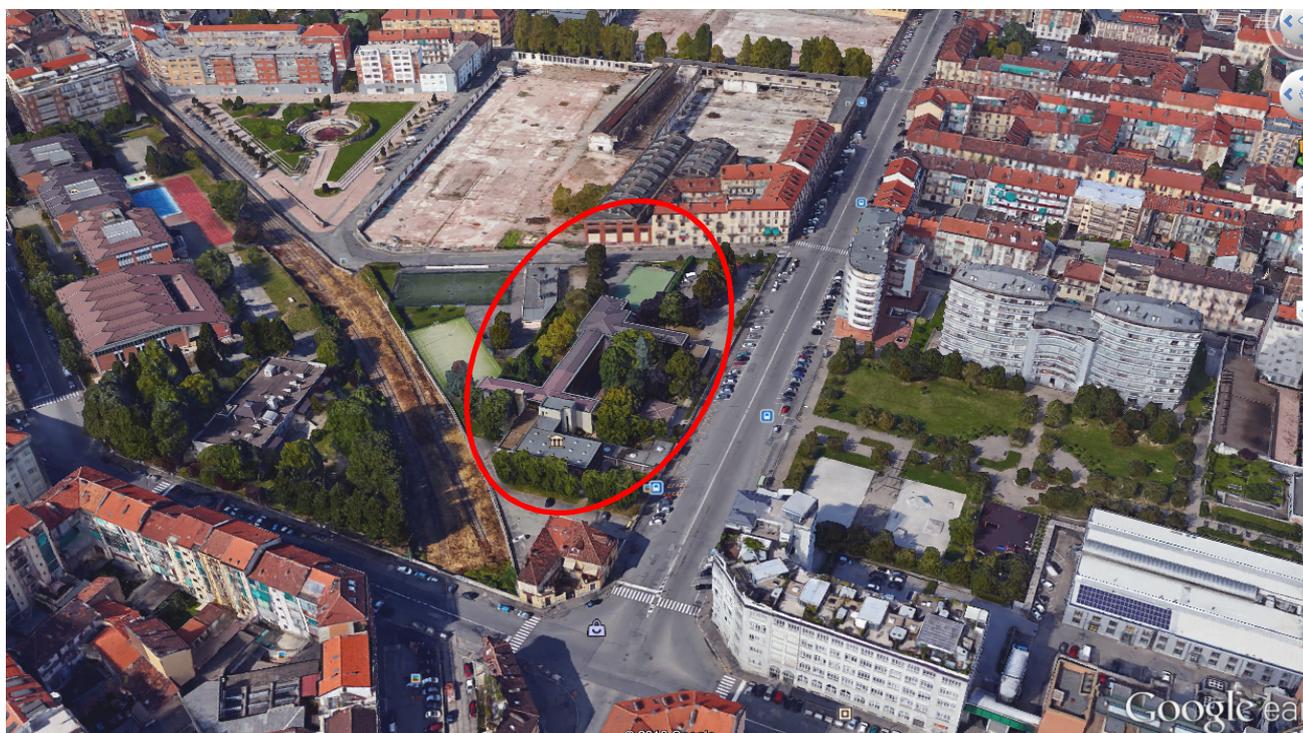
L'analisi dei consumi si basa sui consumi termici riferiti alle stagioni termiche 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 e per quanto riguarda i consumi elettrici riferiti al 2014 e al 2015.

Consumi termici:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi reali (Smc)	50.193	45.004	42.193
GG	2348	1962	2007

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	18.219	29.961



Inquadramento aerofotogrammetrico dell'edificio oggetto di analisi

2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Arch. Stefano Dotta	Area Manager Settore Green Building di Environment Park S.p.A
Arch. Daniela Di Fazio	Settore Green Building di Environment Park S.p.A.
Arch. Sergio Ravera	Settore Green Building di Environment Park S.p.A.
Ing. Federico Gargiulo	Settore Green Building di Environment Park S.p.A.
Ing. Eugenio Barchiesi	Settore Green Building di Environment Park S.p.A.

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", considerata la presenza di un cantiere edile con ponteggio presente su tutta la facciata esterna al momento del sopralluogo.
- documentazione fotografica della centrale termica;
- rilievo con strumentazione non invasiva.

Strumentazione non invasiva utilizzata nei sopralluoghi:



Bindella metrica e distanziometro laser:

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



Macchina fotografica digitale:

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

3. Analisi dei consumi

3.1 Unità di misura, fattori di conversione

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

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

Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

3.2 Modalità di raccolta dati di consumo

Tutti i dati energetici sono costituiti da:

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

3.3 Analisi dei consumi elettrici

L'edificio possiede un POD unico:

POD	IT020E00019336
-----	----------------

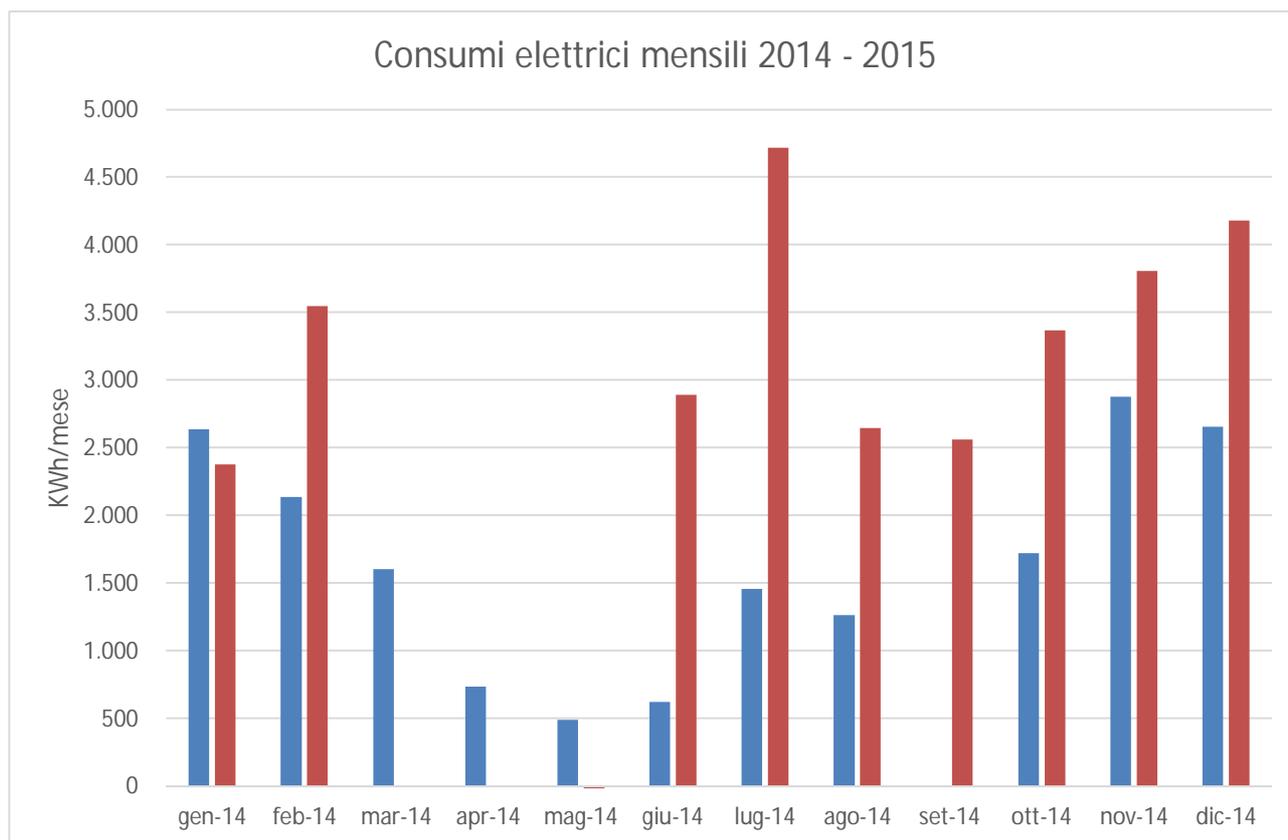
Si riportano di seguito i consumi, da bolletta, relativi agli anni 2014 e 2015 in quanto unici dati disponibili.

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-14	2.640	€ 647,79
feb-14	2.138	€ 539,18
mar-14	1604	€ 422,83
apr-14	736	€ 242,64
mag-14	491	€ 175,33
giu-14	625	€ 231,65
lug-14	1460	€ 412,90
ago-14	1267	€ 344,77
set-14	0	€ 862,76
ott-14	1.723	€ 449,45
nov-14	2.878	€ 716,53
dic-14	2.657	€ 682,29
Totale	18219	€ 5.728,12

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-15	2.380	€ 578,09
feb-15	3.547	€ 1.505,65
mar-15	0	-€ 0,02
apr-15	0	-€ 0,02
mag-15	-148	-€ 80,85
giu-15	2.891	€ 1.284,30
lug-15	4.721	€ 1.968,72
ago-15	2.646	€ 1.141,16
set-15	2.564	€ 1.107,72
ott-15	3.368	€ 642,84
nov-15	3.810	€ 877,45
dic-15	4.182	€ 957,30
Totale	29961	€ 9.982,34

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

0,21	€/kWh IVA ESCLUSA
-------------	--------------------------



I consumi mensili di energia elettrica hanno un andamento abbastanza costante nei due anni, con aumento del consumo nel periodo estivo dovuto all'utilizzo del gruppo frigo.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a:

- Pompe di circolazione dei circuiti idronici di riscaldamento
- Illuminazione ambienti indoor;
- Alimentazione di Monitor e PC.

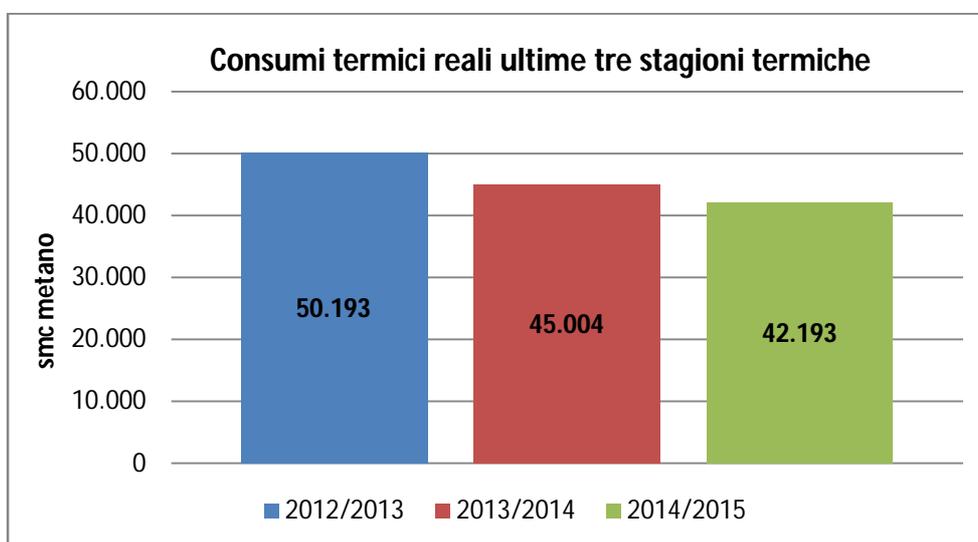
3.4 analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951207740646
-----	----------------

I consumi analizzati derivano da lettura stagionale del contatore:

Consumo metano gest. 2012/2013	Consumo metano gest. 2013/2014	Consumo metano gest. 2014/2015
Smc	Smc	Smc
50.193	45.004	42.193

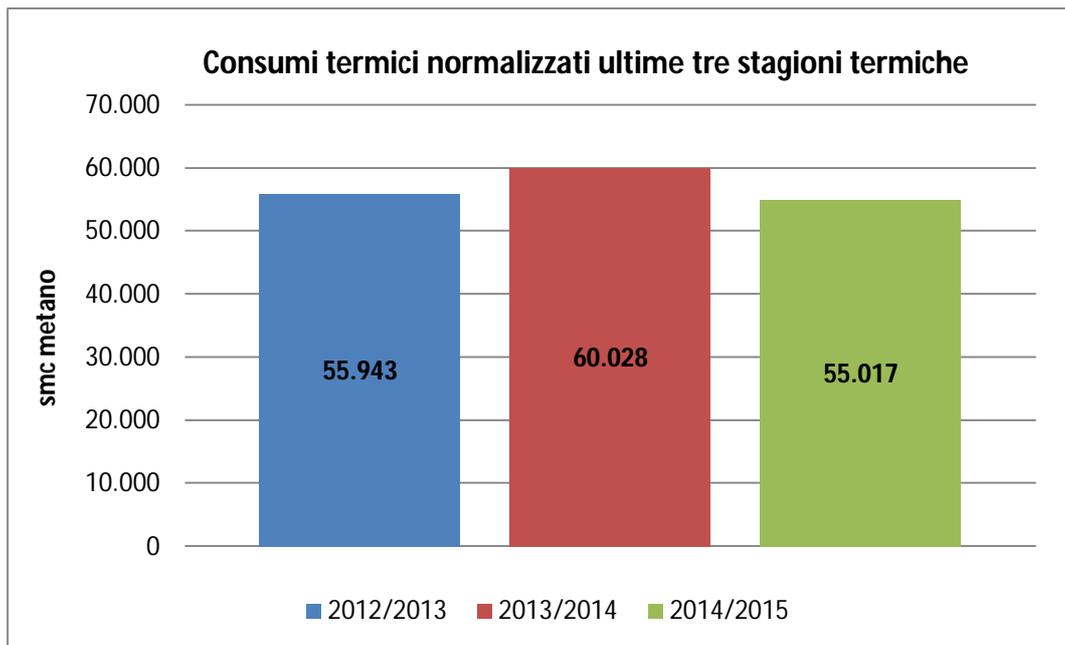


I Gradi Giorno reali (fonte ARPA, stazione Consolata) delle 3 stagioni termiche sono:

GG 2012/2013	GG 2013/2014	GG 2014/2015	GG Torino Da dpr 412-93_allA
2.348	1.962	2.007	2.617

I consumi normalizzati risultano essere:

	Stagione termica 2012/'13	Stagione termica 2013/'14	Stagione termica 2014/'15
Consumi normalizzati (Smc)	55.943	60.028	55.017
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	4,44	4,77	4,37



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

0,68 €/Smc IVA ESCLUSA

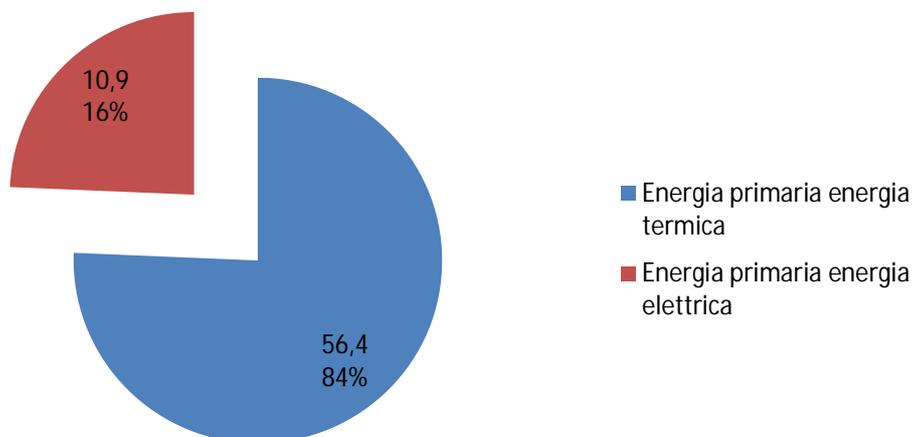
3.5 Risultati dell'analisi dei consumi

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

	Smc	TEP
Consumo medio metano	43.599	33,9

	kWh	TEP
Consumo medio En. El.	58.324	10,9

Ripartizione consumi energia primaria

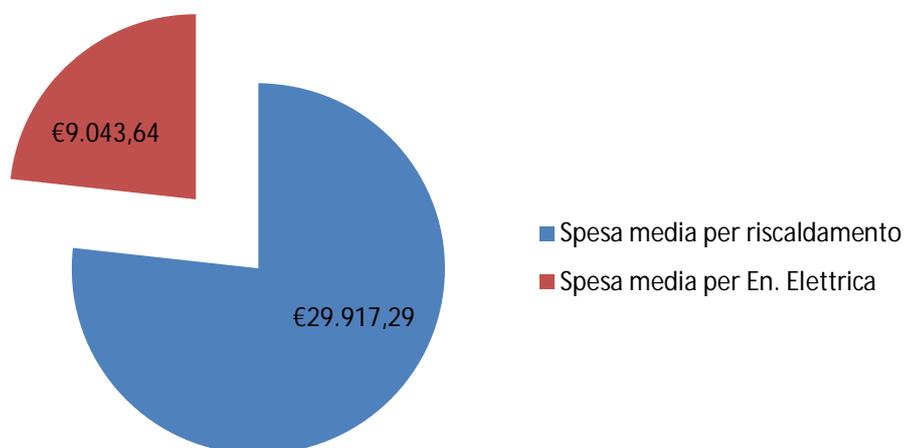


Il grafico evidenzia che i consumi di energia primaria per la produzione di energia elettrica costituiscono la gran parte dei consumi dell'edificio.

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

Servizio	€/anno	%
Spesa media per riscaldamento	€ 29.917,29	77%
Spesa media per En. Elettrica	€ 9.043,64	23%
Totale	38.961	100%

Ripartizione spesa energetica

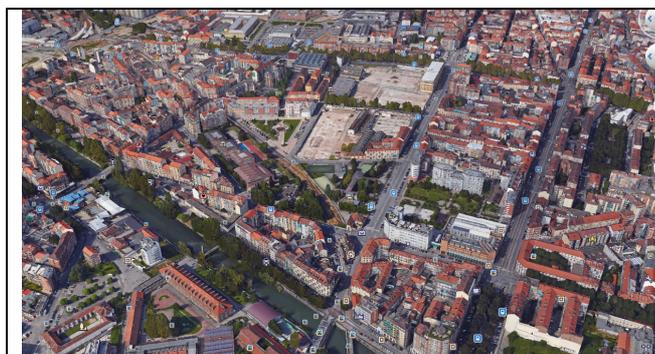


4 Descrizione dell'edificio

4.1 Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Sede Circoscrizione n.7 della Città di Torino</i>
Indirizzo	Corso Vercelli n.15
Destinazione d'uso	E.2 - Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
Contesto urbano	Circoscrizione 7 Aurora
Anno di costruzione	1982
Descrizione generale	L'edificio ospita la Sede della Circoscrizione n.7 della Città di Torino ed è costituito da 2 piani fuori terra di forma irregolare (più uno interrato parzialmente riscaldato). La struttura portante è in pilastri di cemento armato; l'edificio presenta delle intere facciate vetrate modulari con pannelli sottofinestra di rivestimento coibentati. Le coperture superiori sono in parte in lamiera posizionata su solaio in latero-cemento ed in parte piane.

4.2 Foto del sito



Inquadramento generale



Prospetto principale volume biblioteca



Prospetto retro cortile



Prospetto laterale



Finestre modulari dei blocchi servizi



immagine della terrazza del primo piano



Dettaglio del pannello di facciata coibentato



Solaio disperdente verso interrato

Fonte: "Google Earth"

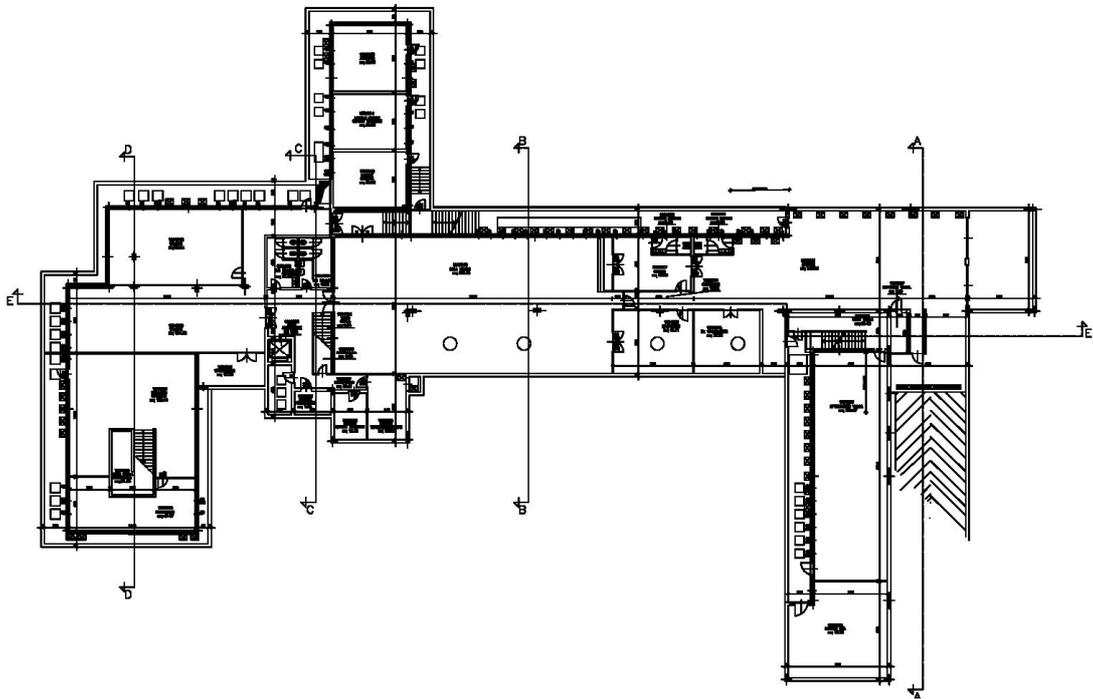
4.3 Dati geografici

Zona climatica e GG	Zona climatica E Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349
Altitudine s.l.m.	239 m
Latitudine	45°07'
Longitudine	7°43'

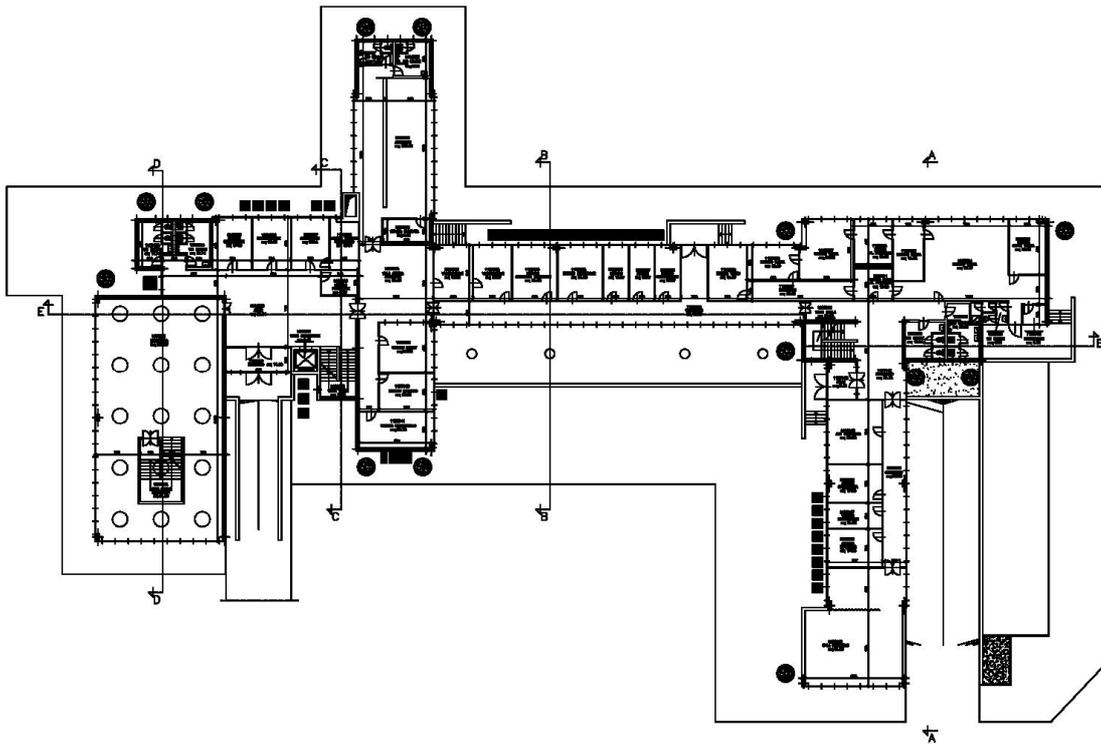
4.4 Caratteristiche dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m ²)	Superficie disperdente involucro edilizio (m ²)	Volume lordo riscaldato (m ³)	Rapporto S/V (m ⁻¹)
3	3.430,94	7.408,69	18.003,87	0.41

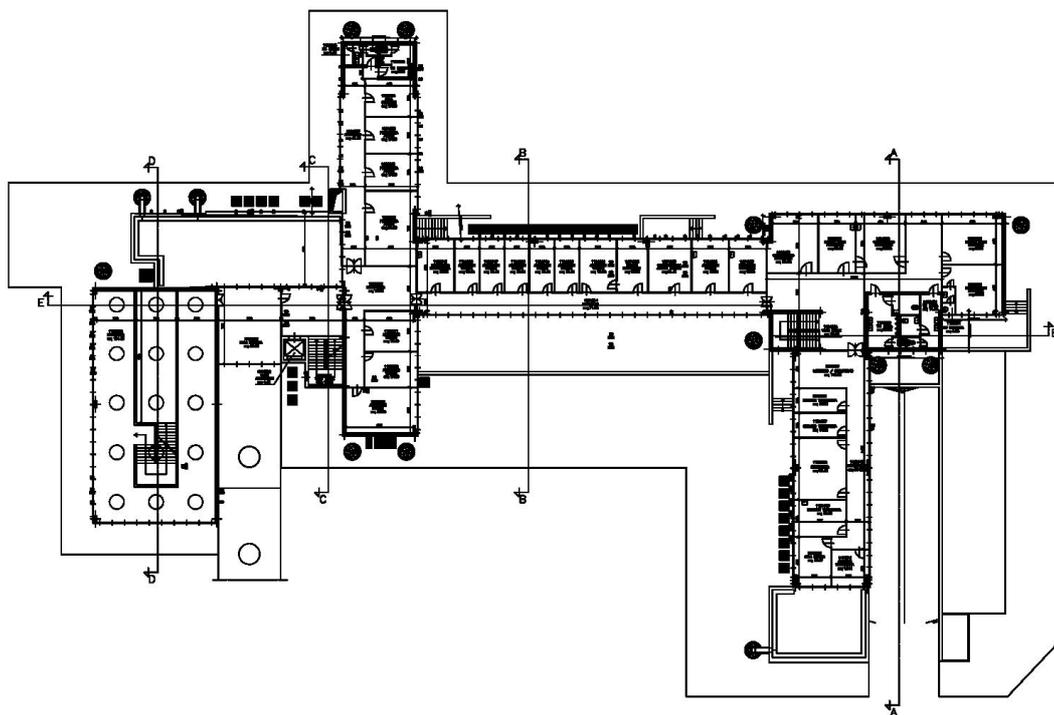
4.5 Planimetrie



Piano Interrato



Piano Rialzato



Piano Primo

5 Modello termico

5.1 Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico dell'edificio sito corso Vercelli n.15 (Torino), si sono individuate n.7 zone termiche servite dallo stesso impianto.

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

Durante il sopralluogo sono state individuate le seguenti tipologie di serramenti e porte:

w101_120x170
w102_120x170
w103_234x270_porta
w104_115x270_porta
w105_248x270_porta
w106_60x590_scala
w107_67x64

w108_600x220
w109_120x170
w110_53x53_lucernario_bibliot
w111_69x128
w112_122x56
w113_120x206_portaREI
w114_196x214_portaREI
w115_70x70_lucernario_marciapiede

L'edificio è alimentato da 2 caldaie alimentate a metano marca ECOFLAM/ECOMAX 25 1F con:

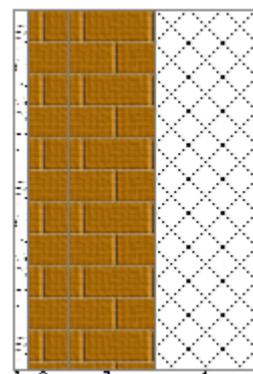
- Potenza termica nominale al focolare di 281 kW (dato di targa)
- Potenza termica utile di 260 kW (dato di targa).

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

Il modello è stato eseguito utilizzando il software Edilclima.

Descrizione della struttura: *Muro esterno standard*
Codice: M1

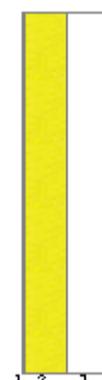
Trasmittanza termica	1,138	W/m ² K
Spessore	345	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	12,638	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	426	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	390	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,220	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,194	-
Sfasamento onda termica	-11,8	h



N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	55,00	0,540	0,102	1200	1,00	7
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
4	C.I.s. in genere	150,00	0,470	0,319	1200	1,00	96
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

Codice: M2
Descrizione della struttura: *Sottofinestra*

Trasmittanza termica	0,484	W/m ² K
Spessore	124	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,005	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	12	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	12	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,473	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,998	-
Sfasamento onda termica	-0,4	h

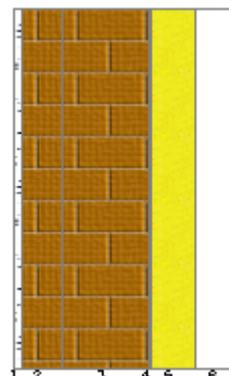


N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Alluminio	2,00	220,000	0,000	2700	0,88	9999999
2	Pannello in lana di vetro	60,00	0,035	1,714	20	1,03	1
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	60,00	0,333	0,180	-	-	-
4	Vetro per finestre	2,00	1,000	0,002	2500	1,00	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Descrizione della struttura: *Sottofinestra+Muratura*

Codice: *M3*

Trasmittanza termica	0,395	W/m ² K
Spessore	309	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,005	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	240	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	222	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,088	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,222	-
Sfasamento onda termica	-8,7	h



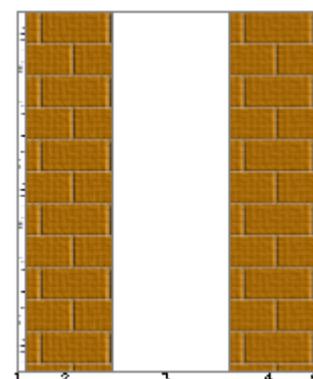
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	55,00	0,430	0,128	1200	1,00	7
3	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	120,00	0,430	0,279	1200	1,00	7
4	Alluminio	2,00	220,000	0,000	2700	0,88	9999999
5	Pannello in lana di vetro	60,00	0,035	1,714	20	1,03	1
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	60,00	0,333	0,180	-	-	-
7	Vetro per finestre	2,00	1,000	0,002	2500	1,00	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

Descrizione della struttura: *Muro Standard su intercapedine*

Codice: *M5*

Trasmittanza termica	1,106	W/m ² K
Spessore	420	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	8,1	°C
Permeanza	105,820	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	324	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	288	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,307	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,278	-
Sfasamento onda termica	-10,0	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	160,00	0,889	0,180	-	-	-
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Descrizione della struttura: Muro su intercapedine con Pilastro

Codice: M6

Trasmittanza termica **2,203** W/m²K

Spessore **420** mm

Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **8,1** °C

Permeanza **3,831** 10⁻¹²kg/sm²Pa

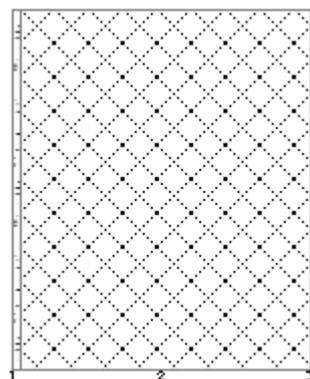
Massa superficiale (con intonaci) **956** kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) **920** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,268** W/m²K

Fattore attenuazione **0,121** -

Sfasamento onda termica **-11,0** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00	2,300	0,174	2300	1,00	130
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Descrizione della struttura: Muro esterno standard con pilastro

Codice: M7

Trasmittanza termica **1,459** W/m²K

Spessore **470** mm

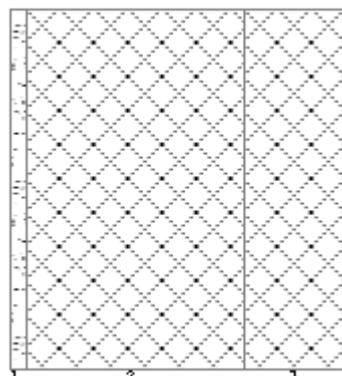
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **-8,0** °C

Permeanza **3,731** 10⁻¹²kg/sm²Pa

Massa superficiale (con intonaci) **906** kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) **870** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,129** W/m²K



Fattore attenuazione **0,089** -
 Sfasamento onda termica **-13,1** h

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	300,00	2,300	0,130	2300	1,00	130
3	C.I.s. in genere	150,00	0,470	0,319	1200	1,00	96
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

Descrizione della struttura: Copertura Piana Piastrelle

Codice: S1

Trasmittanza termica **1,133** W/m²K

Spessore **320** mm

Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **-8,0** °C

Permeanza **0,001** 10⁻¹²kg/sm²Pa

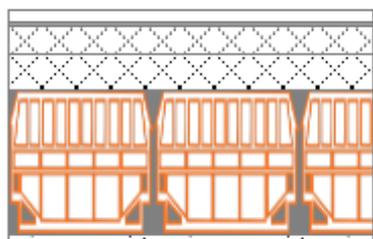
Massa superficiale (con intonaci) **453** kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) **435** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,284** W/m²K

Fattore attenuazione **0,251** -

Sfasamento onda termica **-10,7** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00	1,300	0,012	2300	0,84	9999999
2	Impermeabilizzazione con bitume	5,00	0,170	0,029	1200	0,92	50000
3	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio	200,00	0,360	0,556	1100	0,84	6
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Descrizione della struttura: Copertura Piana Guaina

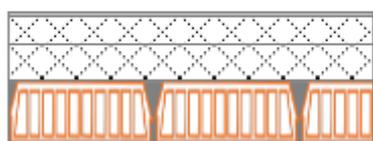
Codice: S2

Trasmittanza termica **1,148** W/m²K

Spessore **305** mm

Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **-8,0** °C

Permeanza **0,782** 10⁻¹²kg/sm²Pa



Massa (con intonaci)	superficiale	418	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale	400	kg/m ²
Trasmittanza periodica		0,311	W/m ² K
Fattore attenuazione		0,271	-
Sfasamento onda termica		-10,2	h

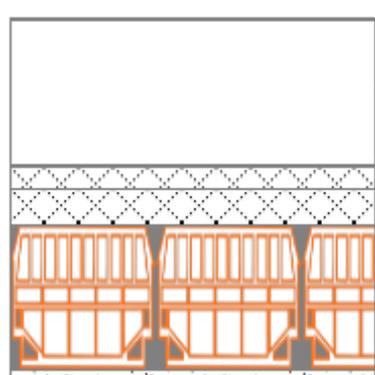
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00	0,170	0,029	1200	0,92	50000
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
4	Soletta in laterizio	200,00	0,360	0,556	1100	0,84	6
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Descrizione della struttura: Copertura Lamiera

Codice: S3

Trasmittanza termica		0,997	W/m ² K
Spessore		497	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna	-8,0	°C
Permeanza		0,212	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale	407	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale	389	kg/m ²
Trasmittanza periodica		0,243	W/m ² K
Fattore attenuazione		0,244	-
Sfasamento onda termica		-10,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-
1	Alluminio	2,00	220,000	-	2700	0,88	-
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	200,00	-	-	-	-	-
3	Impermeabilizzazione con bitume	5,00	0,170	-	1200	1,00	188000
4	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,700	-	1600	0,88	20
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	-	2200	0,88	70
6	Soletta in laterizio	200,00	0,360	-	1100	0,84	6
7	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	-	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Descrizione della finestra: w101_120x170

Codice: W101

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,846	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	5,291	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

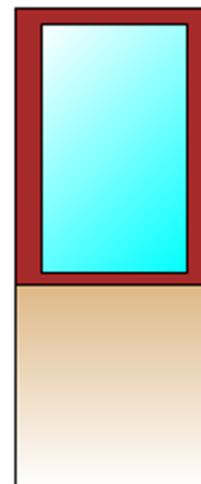
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	120,0	cm
Altezza	170,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,040	m ²
Area vetro	A_g	1,377	m ²
Area telaio	A_f	0,663	m ²
Fattore di forma	F_f	0,68	-
Perimetro vetro	L_g	4,860	m
Perimetro telaio	L_f	5,800	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	3,953	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M2 Sottofinestra		
Trasmittanza termica	U	0,484	W/m ² K
Altezza	H_{sott}	126,00	cm
Area		1,51	m ²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		5,80	m

Descrizione della finestra: w102_120x170
Codice: W102
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,171	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

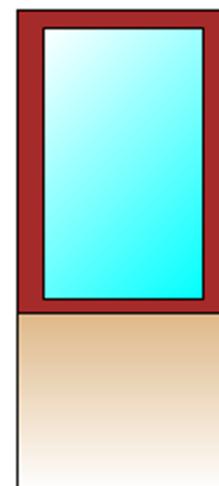
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	120,0	cm
Altezza	170,0	cm


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,040	m ²
Area vetro	A_g	1,362	m ²
Area telaio	A_f	0,678	m ²
Fattore di forma	F_f	0,67	-
Perimetro vetro	L_g	4,840	m
Perimetro telaio	L_f	5,800	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086


Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	3,846	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M2 Sottofinestra		
Trasmittanza termica	U	0,473	W/m ² K
Altezza	H_{sott}	101,0	cm
Area		1,21	m ²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		5,80	m

Descrizione della finestra: w103_234x270_porta

Codice: W103

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	6,023	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

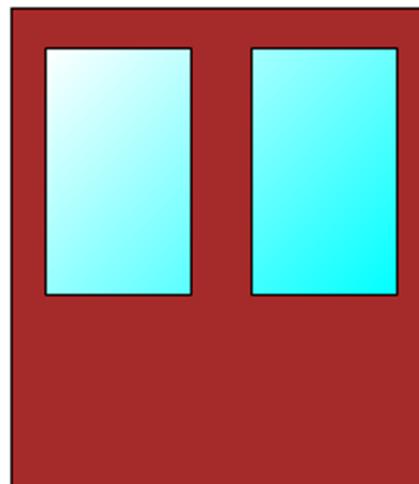
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		234,0	cm
Altezza		270,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	6,318	m ²
Area vetro	A_g	2,252	m ²
Area telaio	A_f	4,066	m ²
Fattore di forma	F_f	0,36	-
Perimetro vetro	L_g	8,800	m
Perimetro telaio	L_f	10,080	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,404	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		10,08	m

Descrizione della finestra: w104_115x270_porta

Codice: W104

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,818	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

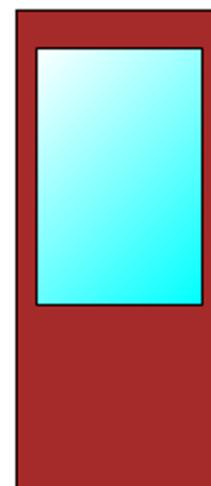
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		115,0	cm
Altezza		270,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	3,105	m ²
Area vetro	A_g	1,339	m ²
Area telaio	A_f	1,766	m ²
Fattore di forma	F_f	0,43	-
Perimetro vetro	L_g	4,740	m
Perimetro telaio	L_f	7,700	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,410	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		7,70	m

Descrizione della finestra: w105_248x270_porta

Codice: W105

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	6,007	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

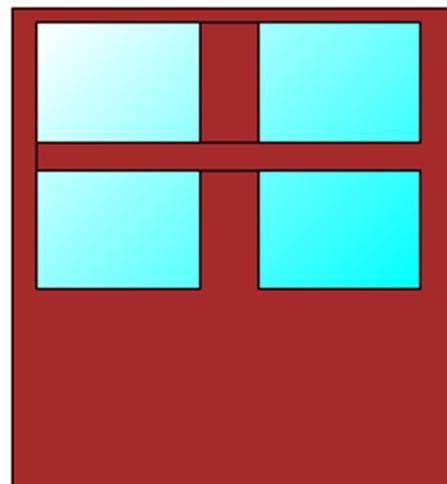
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	248,0	cm
Altezza	270,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	6,696	m ²
Area vetro	A_g	2,425	m ²
Area telaio	A_f	4,271	m ²
Fattore di forma	F_f	0,36	-
Perimetro vetro	L_g	12,600	m
Perimetro telaio	L_f	10,360	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,376	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		10,36	m

Descrizione della finestra: w106_60x590_scala

Codice: W106

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	4,956	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

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

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		60,0	cm
Altezza		590,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	3,540	m ²
Area vetro	A_g	2,640	m ²
Area telaio	A_f	0,900	m ²
Fattore di forma	F_f	0,75	-
Perimetro vetro	L_g	12,400	m
Perimetro telaio	L_f	13,000	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	5,832	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		13,00	m

Descrizione della finestra: w107_67x64
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,559	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

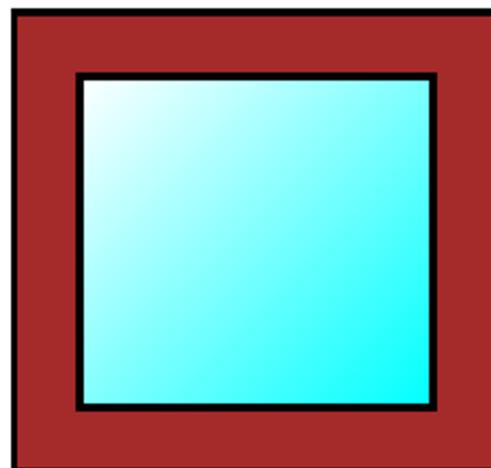
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	67,0	cm
Altezza	64,0	cm


Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,429	m ²
Area vetro	A_g	0,225	m ²
Area telaio	A_f	0,203	m ²
Fattore di forma	F_f	0,53	-
Perimetro vetro	L_g	1,900	m
Perimetro telaio	L_f	2,620	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086


Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	7,017	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		2,62	m

Descrizione della finestra: w108_600x220

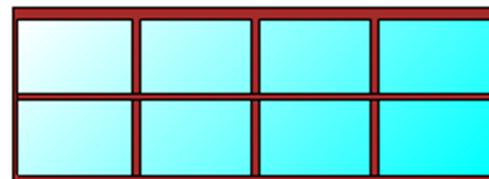
Codice: W108

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,005	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,489	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

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



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		600,0	cm
Altezza		220,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	13,200	m ²
Area vetro	A_g	10,490	m ²
Area telaio	A_f	2,710	m ²
Fattore di forma	F_f	0,79	-
Perimetro vetro	L_g	37,320	m
Perimetro telaio	L_f	16,400	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	7,0	1,00	0,007
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	5,301	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		16,40	m

Descrizione della finestra: w109_120x170

Codice: W109

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,138	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,260	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

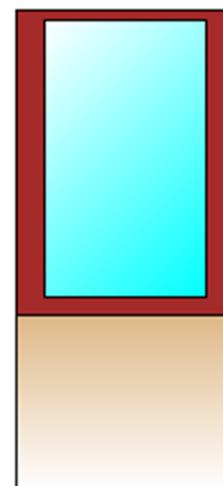
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza	120,0	cm
Altezza	170,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,040	m ²
Area vetro	A_g	1,386	m ²
Area telaio	A_f	0,654	m ²
Fattore di forma	F_f	0,68	-
Perimetro vetro	L_g	4,880	m
Perimetro telaio	L_f	5,800	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	19,0	1,00	0,019
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	3,834	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M3	Sottofinestra+Muratura	
Trasmittanza termica	U	0,395	W/m ² K
Altezza	H_{sott}	98,0	cm
Area		1,18	m ²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		5,80	m

Descrizione della finestra: *w110_53x53_lucernario_bibliot*

Codice: *W110*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	6,217	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,981	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

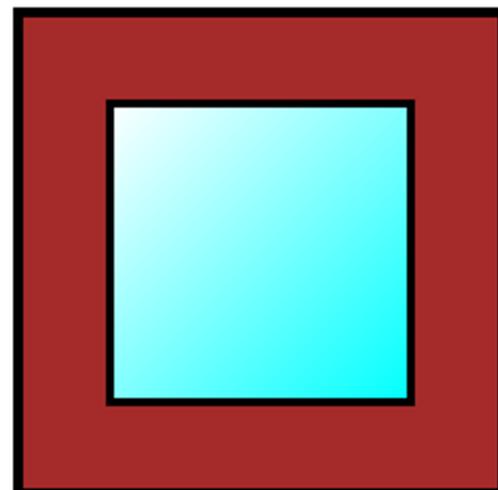
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		53,0	cm
Altezza		53,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,281	m ²
Area vetro	A_g	0,109	m ²
Area telaio	A_f	0,172	m ²
Fattore di forma	F_f	0,39	-
Perimetro vetro	L_g	1,320	m
Perimetro telaio	L_f	2,120	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,100
Primo vetro	3,0	0,20	0,015
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	7,364	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z6 W - Parete - Telaio-lucernari		
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,152	W/mK
Lunghezza perimetrale		2,12	m

Descrizione della finestra: w111_69x128

Codice: W111

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	4,740	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	3,817	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

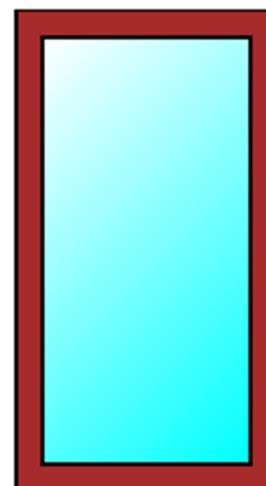
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		69,0	cm
Altezza		128,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,883	m ²
Area vetro	A_g	0,627	m ²
Area telaio	A_f	0,256	m ²
Fattore di forma	F_f	0,71	-
Perimetro vetro	L_g	3,380	m
Perimetro telaio	L_f	3,940	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	2,0	1,00	0,002
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	5,804	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1 W - Parete - Telaio		
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		3,94	m

Descrizione della finestra: w112_122x56
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento		Singolo	
Classe di permeabilità		Senza classificazione	
Trasmittanza termica	U_w	5,506	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,592	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

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


Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		122,0	cm
Altezza		56,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,683	m ²
Area vetro	A_g	0,424	m ²
Area telaio	A_f	0,259	m ²
Fattore di forma	F_f	0,62	-
Perimetro vetro	L_g	2,920	m
Perimetro telaio	L_f	3,560	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	2,0	1,00	0,002
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086


Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,749	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		3,56	m

Descrizione della finestra: w113_120x206_portaREI

Codice: W113

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	2,216	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	3,802	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

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

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		120,0	cm
Altezza		206,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,80	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,472	m ²
Area vetro	A_g	-1,440	m ²
Area telaio	A_f	3,912	m ²
Fattore di forma	F_f	-0,58	-
Perimetro vetro	L_g	0,000	m
Perimetro telaio	L_f	6,520	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R	
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	
Primo vetro	3,0	1,00	0,003	
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	2,845	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		6,52	m

Descrizione della finestra: w114_196x214_portaREI

Codice: W114

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	1,882	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	3,802	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

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

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		196,0	cm
Altezza		214,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	2,80	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	4,194	m ²
Area vetro	A_g	-3,842	m ²
Area telaio	A_f	8,036	m ²
Fattore di forma	F_f	-0,92	-
Perimetro vetro	L_g	0,000	m
Perimetro telaio	L_f	8,200	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R	
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	
Primo vetro	3,0	1,00	0,003	
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	2,348	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,239	W/mK
Lunghezza perimetrale		8,20	m

Descrizione della finestra: w115_70x70_lucernario_marciapiede

Codice: W115

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	Singolo		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	5,961	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	4,981	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

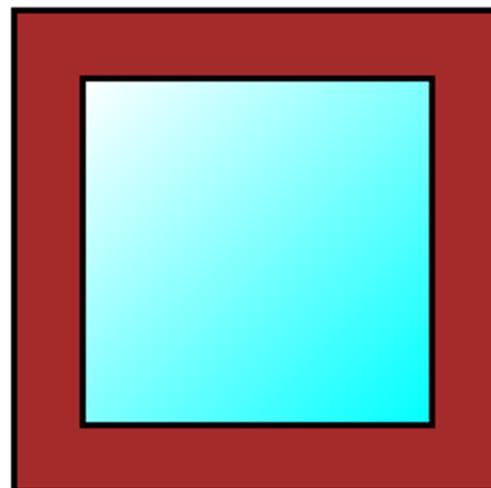
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		70,8	cm
Altezza		70,8	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	7,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,501	m ²
Area vetro	A_g	0,258	m ²
Area telaio	A_f	0,243	m ²
Fattore di forma	F_f	0,51	-
Perimetro vetro	L_g	2,032	m
Perimetro telaio	L_f	2,832	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,100
Primo vetro	3,0	0,20	0,015
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086



Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,819	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z6 W - Parete - Telaio-lucernari		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,152	W/mK
Lunghezza perimetrale		2,83	m

Dispersioni per componente

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M1	T	Muro esterno standard	1,200	-8,0	813,76	31199	10,0
M2	T	Sottofinestra	0,484	-8,0	976,15	14855	4,8
M3	T	Sottofinestra+Muratura	0,403	-8,0	23,52	294	0,1
M4	G	Muro controterra	0,542	-8,0	383,00	5811	1,9
M5	U	Muro Standard su intercapedine	1,106	8,1	606,35	7985	2,6
M6	U	Muro su intercapedine con Pilastrò	2,203	8,1	24,41	640	0,2
M7	T	Muro esterno standard con pilastrò	1,564	-8,0	89,50	4438	1,4
M8	U	Muro Standard su NR	1,197	12,9	107,88	921	0,3
M9	U	Muro su NR con Pilastrò	2,203	12,9	10,26	161	0,1
P1	G	Pavimento su terreno	0,204	-8,0	1302,10	7445	2,4
P2	U	Pavimento su NON RISC	0,996	12,9	435,96	3099	1,0
S1	T	Copertura Piana Piastrelle	1,194	-8,0	192,81	6448	2,1
S2	T	Copertura Piana Guaina	1,211	-8,0	372,64	12637	4,1
S3	T	Copertura Lamiera	1,040	-8,0	988,24	28782	9,3
S4	T	Copertura Piana Marciapiede	1,155	-8,0	183,91	5948	1,9

Totale: **130665** **42,1**

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W1 01	T	w101_120x170	5,846	-8,0	359,61	66248	21,3
W1 02	T	w102_120x170	5,859	-8,0	385,42	70872	22,8
W1 03	T	w103_234x270_porta	6,391	-8,0	6,08	1252	0,4
W1 04	T	w104_115x270_porta	6,263	-8,0	2,99	577	0,2
W1 05	T	w105_248x270_porta	6,381	-8,0	6,55	1228	0,4
W1 06	T	w106_60x590_scala	5,725	-8,0	7,08	1220	0,4
W1 07	T	w107_67x64	6,102	-8,0	8,58	1656	0,5
W1 08	T	w108_600x220	5,927	-8,0	13,20	2410	0,8
W1 09	T	w109_120x170	5,839	-8,0	40,80	7404	2,4
W1 10	T	w110_53x53_lucernario_biblioteca	6,787	-8,0	4,21	801	0,3
W1 11	U	w111_69x128	4,740	8,1	36,21	2044	0,7
W1 12	T	w112_122x56	6,264	-8,0	2,05	431	0,1
W1 13	U	w113_120x206_portaREI	2,216	12,9	12,36	195	0,1
W1 14	U	w114_196x214_portaREI	1,882	12,9	12,58	169	0,1

W1 15	T	w115_70x70_lucernario_marci apiede	6,718	-8,0	0,48	90	0,0
----------	---	---------------------------------------	-------	------	------	----	-----

Totale: **156597** **50,4**

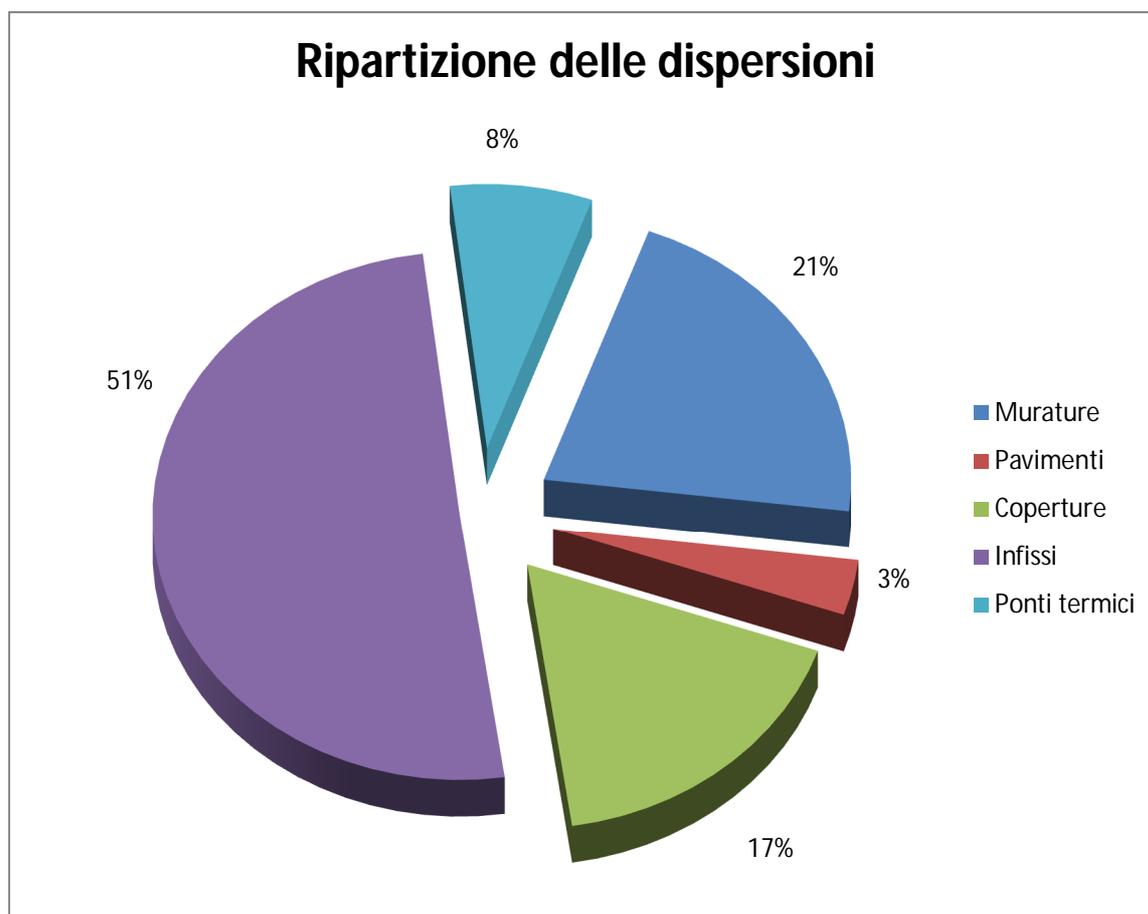
Dispersioni dei ponti termici:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	Ψ [W/mK]	L_{Tot} [m]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,239	2585,69	18294	5,9
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,300	374,83	3540	1,1
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,130	304,11	1106	0,4
Z6	-	W - Parete - Telaio-lucernari	0,152	34,51	147	0,0
Z7	-	B - Parete - Balcone	0,258	27,45	220	0,1

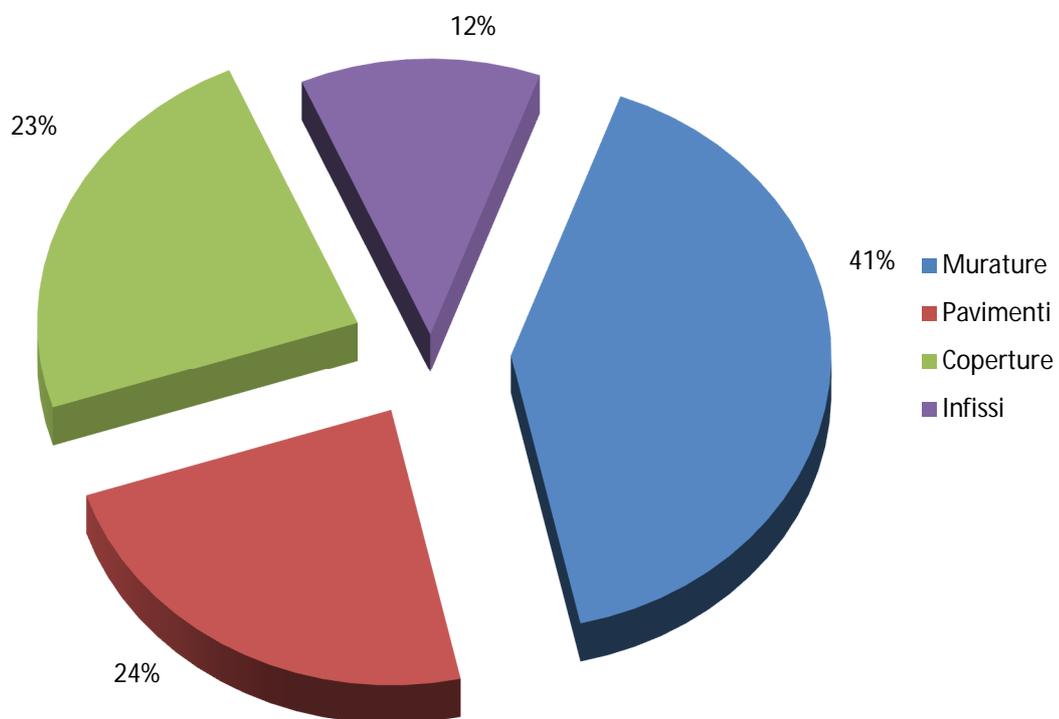
Totale: **23306** **7,5**

Legenda simboli

- U Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
- Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico
- θ_e Temperatura di esposizione dell'elemento
- S_{Tot} Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
- L_{Tot} Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione
- % Φ_{Tot} Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il Φ_{tr} totale dell'edificio



Incidenza delle superfici disperdenti



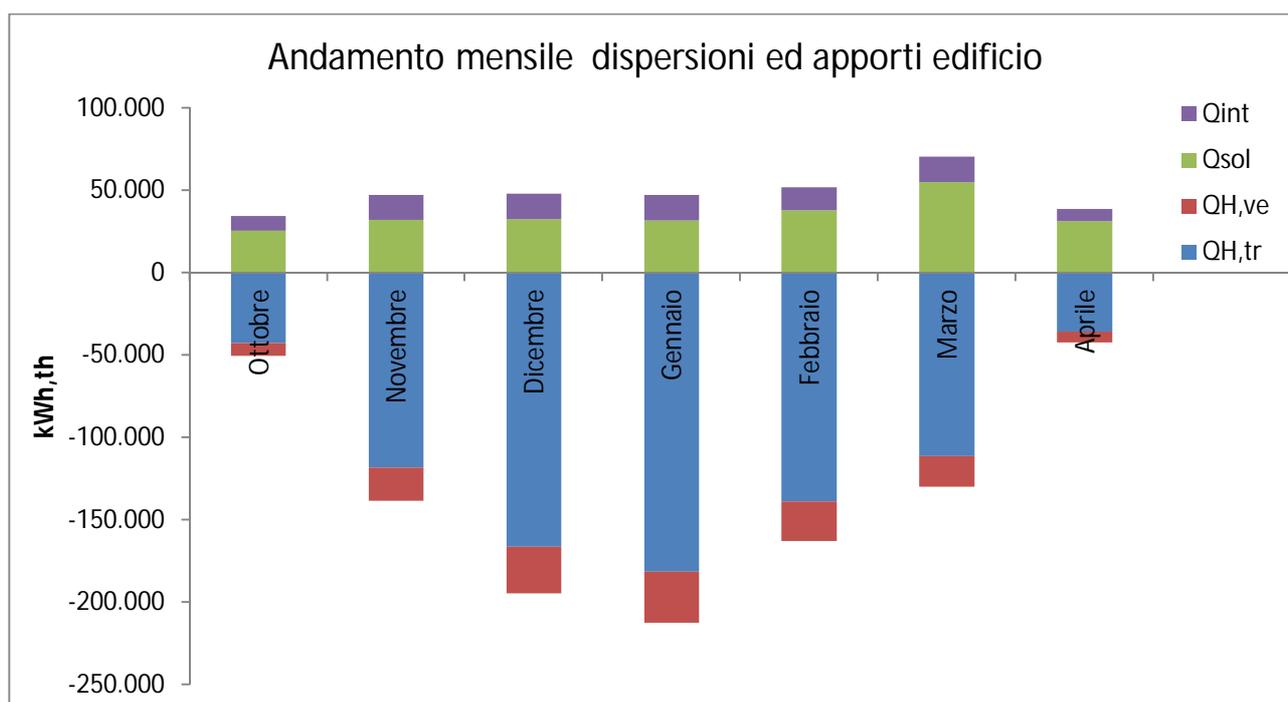
Fabbisogno di energia utile

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh] _t	Q_{sol} [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	32188	5978	38166	18335	8399	18519	20304
Novembre	93391	15652	109044	20271	14822	26157	82981
Dicembre	131829	22056	153884	18740	15316	25887	128025
Gennaio	143581	24016	167597	19269	15316	26093	141525
Febbraio	108530	18593	127123	27035	13834	29309	97907
Marzo	85219	14459	99678	42830	15316	38882	61503
Aprile	25313	4931	30243	27764	7411	22530	10249
Totali	620051	105685	725736	174243	90412	187377	542495

Legenda simboli

- $Q_{H,tr}$ Energia dispersa per trasmissione e per extraflusso
- $Q_{H,ve}$ Energia dispersa per ventilazione
- $Q_{H,ht}$ Totale energia dispersa = $Q_{H,tr} + Q_{H,ve}$
- Q_{sol} Apporti solari
- Q_{int} Apporti interni
- Q_{gn} Totale apporti gratuiti = $Q_{sol} + Q_{int}$
- $Q_{H,nd}$ Energia utile



5.2 Modello impianto termico

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione	Pannelli annegati a soffitto
Potenza nominale dei corpi scaldanti	550214 W
Rendimento di emissione	95,0 %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	Per zona + climatica
Rendimento di regolazione	94,0 %

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	91,4 %

Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Nella centrale termica sono presenti 2 caldaie **ECOFLAM/ECOMAX 25** con le seguenti caratteristiche

Dati generali:

Tipo di generatore	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico

Potenza nominale al focolare	Φ_{cn}	281,30	kW
------------------------------	-------------	---------------	----

Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	92,40	%
-------------------------------------	----------------	--------------	---

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	674	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Centrale termica
---------------------------	-------------------------

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore di calore a temperatura scorrevole

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

Vettore energetico:

Tipo	Metano		
Potere calorifico inferiore	H_i	9,600	kWh/Sm ³

Pompe di circolazione



Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	95,0	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	94,0	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	91,4	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	90,8	%

Dati generali:

Servizio **Raffrescamento**
 Metodo di calcolo **secondo UNI/TS 11300-3**
 Tipo di pompa di calore **Elettrica**
 Potenza frigorifera nominale $\Phi_{gn,nom}$ **34,00** kW

Sorgente unità esterna **Aria**
 Sorgente unità interna **Aria**
 Temperatura acqua in uscita dal condensatore **7,0** °C

Prestazioni dichiarate:

Fk [%]	100%
EER [-]	3,15

Legenda simboli

Fk Fattore di carico della pompa di calore
 EER Prestazione della pompa di calore

5.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo

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

	Smc Consumo	GG
Dati 2012/13	50.193	2.348
Dati 2013/14	45.004	1.962
Dati 2014/15	42.193	2.007

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 1 normalizzato	55.943
Consumo effettivo 2 normalizzato	60.028
Consumo effettivo 3 normalizzato	55.017

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

	Smc
Consumo effettivo	56.966

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

		kWh
Fabbisogno ambiente	$Q_{H,nd}$	600.842
Energia del combustibile risc.	$Q_{H,gn,in}$	562.746

	Sm ³
Consumo operativo	62.044

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **8,86%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

5.4 Indice di prestazione energetica

Considerando:

Consumo effettivo normalizzato	600.842	kWh
Volume riscaldato	12.574	m ³
GG	2617	

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

Ep(i+w)	18,25	Wh/m ³ 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 con il sistema risultante più efficiente secondo quanto riportato nel par. 6.1 + posa valvole termostatiche

6.1 Confronto tra le diverse soluzioni impiantistiche compatibili

In base a quanto richiesto dal DM 26/06/2015 al punto 5.3 per installazione di generatori di calore con

$P_n \geq 100$ kW bisogna confrontare le diverse soluzioni impiantistiche elencate:

1. Impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione;
2. Pompa di calore elettrica o a gas;
3. Integrazioni degli impianti con solare termico;
4. Impianto centralizzato di cogenerazione;
5. Stazione di teleriscaldamento;
6. Installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici.

6.1.1 Generatore di calore a condensazione e valvole termostatiche

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

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

Dalle simulazioni di calcolo si ottengono i seguenti risultati:

Generatore di calore a condensazione + valvole + regolazione climatica	Consumo ante	62.044	Sm ³
	$\eta_{H,gn}$ ante	0,908	
	$\eta_{H,gn}$ post	0,935	
	Consumo post	59.524	Sm ³
	Risparmio	4,1%	
	Costo intervento	€ 57.079	
	Risparmio	€ 1.764	Euro/anno
	PB	32	anni

6.1.2 Pompa di calore elettrica aria/acqua

Pompa di calore elettrica aria-acqua	Consumo ante	62.044	Sm ³
	COP medio PdC	3,38	
	Consumo elettrico POST	168.609	kWh
	Risparmio	8.468	€
	Potenza nominale utile W7/45	1.510	kW
	Costo pompa di calore	267.976	€
	PB	32	ANNI

6.1.3 Integrazione con impianto solare termico

Integrazione con impianto solare termico orientamento SUD-EST	Consumo ante termico lordo	62.044	Sm ³
	Superficie solare th.	70	m ²
	Consumo post	57.881	Sm ³
	Costo unitario	750	€/m ²
	Risparmio	2831	€
	Costo intervento	52500	€
	PB	19	ANNI

6.1.4 Impianto centralizzato di cogenerazione

Impianto centralizzato di cogenerazione	Fabbisogno medio elettrico	3	kW	
	Ore annue di utilizzo termico	2562	h	
	(*) Poiché il termico è utilizzato per meno di 5.000 ore/anno il cogeneratore risulta antieconomico			

Si ritiene che per usi termici inferiori alle 5.000 ore/anno e 80% della produzione termica del cogeneratore (progettato ad inseguimento elettrico), l'intervento non generi risparmio, specie sulle piccole taglie che hanno un costo specifico più elevato.

6.1.5 Connessione alla rete di Teleriscaldamento

E' stata valutata, ma al momento la rete cittadina di TLR non passa in prossimità dell'edificio.

6.1.6 Sistema di automazione cl.B EN 15232

Sistema di automazione cl.B EN 15232	Consumo ante termico	62.044	Sm ³
	Tipologia edificio	Uffici	
	Risparmio su termico	12	%
	Consumo post termico	54.599	
	Risparmio	5.063	€
	Costo intervento	314.325	€
	PB	62	ANNI

6.3 Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + termo-valvole	€ 57.079	4,1%	2.520	€ 1.764	32
Pompa di calore elettrica aria-acqua	€ 267.976	-	-	€ 8.468	32
Sistema di automazione cl.B EN 15232	€ 314.325	12%	7.445	€ 5.063	62
Integrazione con impianto solare termico orientamento SUD-EST	€ 52.500	7%	4.163	€ 2.831	19