



## REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

*Spogliatoi del campo sportivo e del tennis*

*Via Monteverdi n.4 – TORINO*

<p>Il Redattore della diagnosi energetica Arch. Sergio Ravera</p>	<p>Il Responsabile della diagnosi energetica Arch. Stefano Dotta</p>
<p>ENVIRONMENT PARK S.p.A. Via ... Partita IVA: 0715440010 <i>Timbro e firma</i></p>	<p>ENVIRONMENT PARK S.p.A. Via ... TORINO Partita IVA: 0715440010 <i>Timbro e Firma</i></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 .....	10
2.3 Oggetto della diagnosi.....	12
2.4 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto .....	13
2.5 Documentazione acquisita .....	13
3. Analisi dei consumi .....	14
3.1 Unità di misura, fattori di conversione.....	14
3.2 Modalità di raccolta dati di consumo .....	14
3.3 Analisi dei consumi elettrici.....	15
3.4 Analisi dei consumi termici.....	17
3.5 Risultati dell'analisi dei consumi .....	18
4 Descrizione dell'edificio.....	20
4.1 Informazioni sul sito .....	20
4.2 Foto del sito .....	21
4.3 Dati geografici.....	22
4.4 Caratteristiche dimensionali.....	22
4.5 Planimetrie .....	23
5 Modello termico .....	26
5.1 Modellazione involucro edilizio.....	26
5.2 Modello impianto termico.....	51
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 Connessione alla rete di Teleriscaldamento.....	56

6.2 Conclusioni ..... 57

## 1 Executive summary

Di seguito si riassumono gli elementi principali (dati e risultati) della diagnosi energetica svolta per l'edificio sito in via Monteverdi n.4, Torino. L'edificio ospita i locali spogliatoi del tennis con uffici di pertinenza e l'alloggio del custode della struttura in oggetto. Il fabbricato è costituito da 2 piani fuori terra di forma regolare (più uno interrato non riscaldato che ospita la centrale termica) con ingresso principale su via Monteverdi n.4; la struttura portante è in pilastri di cemento armato e tamponamenti a cassavuota in paramano. La copertura inclinata è sostenuta da un solaio in latero-cemento ed il sottotetto non è abitabile.

Dati geometrici:

Superficie lorda (m <sup>2</sup> )			Volumetria complessiva lorda (m <sup>3</sup> )	
225,81(*)			765,30(*)	
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m <sup>2</sup> )	Superficie disperdente involucro edilizio (m <sup>2</sup> )	Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> )	Rapporto S/V (m <sup>-1</sup> )
2	184,48	578,30	765,30	0,76

(\*) dati relativi all'involucro riscaldato

Caratteristiche termo-fisiche dei componenti edilizi:

Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]
Muro paramano esterno	1,243	204,08
Sottofinestra di Muro esterno intonaco	1,908	9,87
Muro paramano esterno con pilastro	1,941	27,41
Cassonetto di Muro paramano esterno	1,818	8,50
Pavimento su interrato	1,331	134,10
Solaio su sottotetto	1,830	91,71
Solaio su terrazzo	1,813	30,13

Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]
100x156	6,179	1,73
112x136	6,133	0,79
133x243 pf	6,112	9,70
100x156	6,179	10,92
135x156	6,108	4,21
100x229 pf	6,525	18,32
100x152	6,137	6,08
100x75 alto	6,123	17,25
50x75 alto	6,254	6,75

Consumi termici reali:

	Stagione 2012/'13	Stagione 2013/'14	Stagione 2014/'15
Consumi reali (Smc)	21.614	24.148	23.020
GG	2348	1962	2007
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	28,25	31,56	30,09

Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	28.105	28.987
Consumo Specifico (kWh/mc)	36,73	37,89

## 2 Introduzione

### 2.1 Introduzione alla diagnosi e scopo dello studio

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

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

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

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

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

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

## 2.2 Norme tecniche e legislazione di riferimento

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

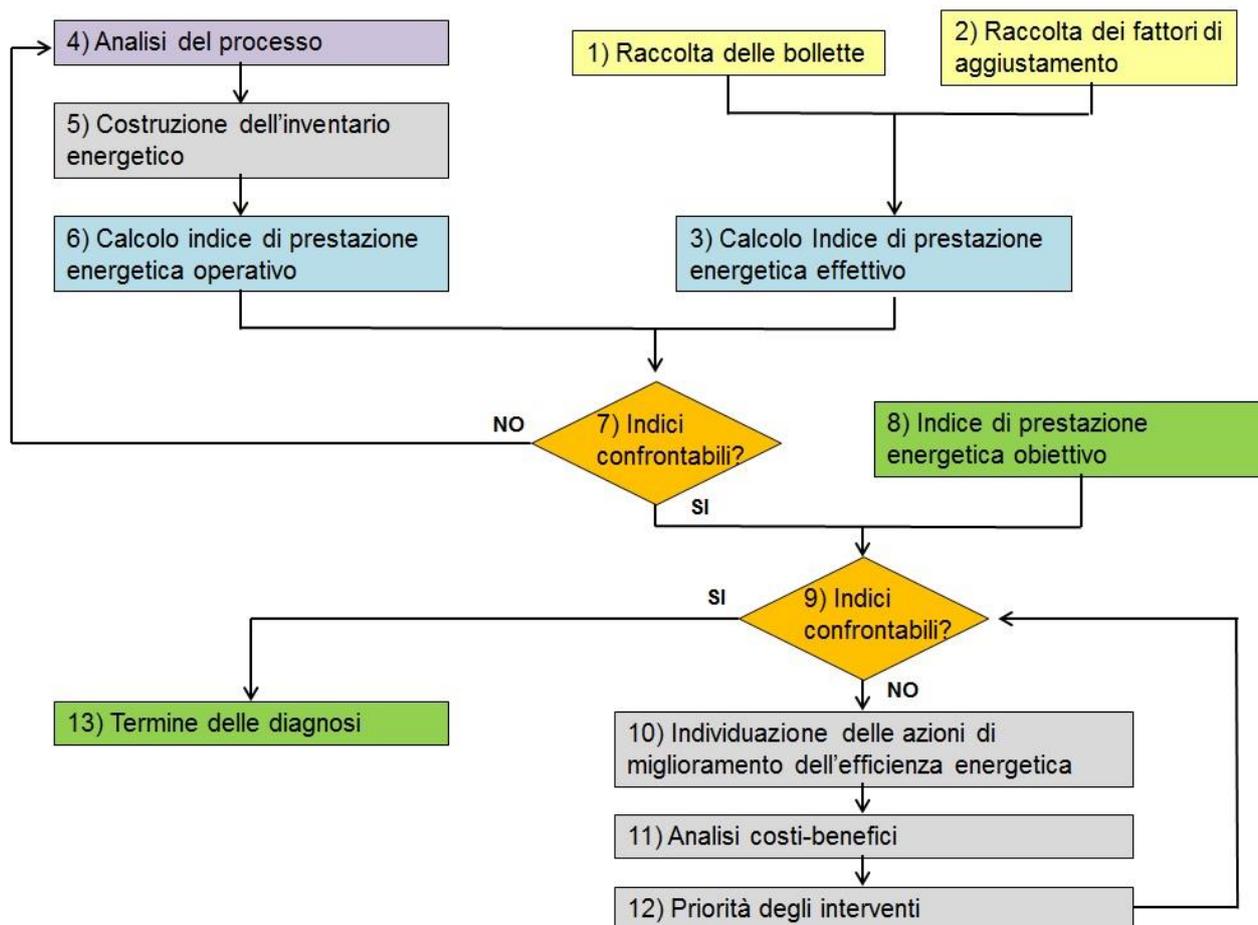
	<u>10211 : 1998</u>	Calcoli dettagliati	<i>La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici che sono ad esse collegate</i>
(8)	<u>UNI 10339 : 1995</u>	Indicazioni in merito alla classificazione e la definizione dei requisiti minimi degli 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 i locali spogliatoi del tennis, degli uffici di pertinenza e dell'alloggio del custode siti in via Monteverdi n.4 a Torino.

### Dati geometrici:

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m <sup>2</sup> )	Superficie disperdente involucro edilizio (m <sup>2</sup> )	Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> )	Rapporto S/V (m <sup>-1</sup> )
2	184,48	578,30	765,30	0,76

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)	21.614	24.148	23.020
GG	2348	1962	2007

### Consumi elettrici:

	Anno 2014	Anno 2015
Consumo elettrico (kWh)	28.105	28.987



*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. Vincenzo Cuzzola	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 <sub>e</sub>	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	IT020E00036446
-----	----------------

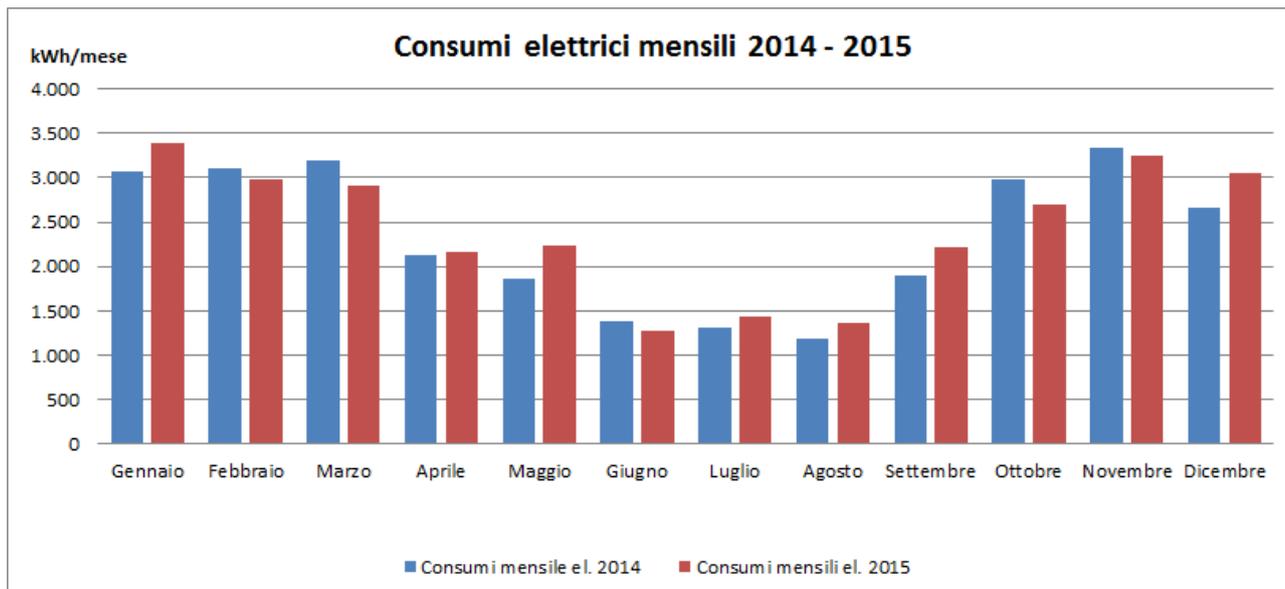
Si riportano di seguito i consumi, da bolletta, relativi agli anni 2014 e 2015 in quanto unici dati disponibili.

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-14	3.072	€ 835,68
feb-14	3.111	€ 873,08
mar-14	3.189	€ 884,04
apr-14	2.130	€ 660,02
mag-14	1.865	€ 595,18
giu-14	1.386	€ 489,03
lug-14	1.305	€ 407,72
ago-14	1.184	€ 287,81
set-14	1.892	€ 531,36
ott-14	2.976	€ 872,71
nov-14	3.330	€ 927,21
dic-14	2.665	€ 754,69
<b>Totale</b>	<b>28.105</b>	<b>€ 8.118,53</b>

MESE	kWh	Tot fattura (IVA INCLUSA)
gen-15	3.397	€ 891,76
feb-15	2.979	€ 811,54
mar-15	2.915	€ 786,96
apr-15	2.165	€ 646,08
mag-15	2.237	€ 644,28
giu-15	1.271	€ 130,79
lug-15	1.443	€ 549,96
ago-15	1.357	€ 361,00
set-15	2.218	€ 648,55
ott-15	2.696	€ 721,39
nov-15	3.254	€ 887,08
dic-15	3.055	€ 834,28
<b>Totale</b>	<b>28.987</b>	<b>€ 7.913,67</b>

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

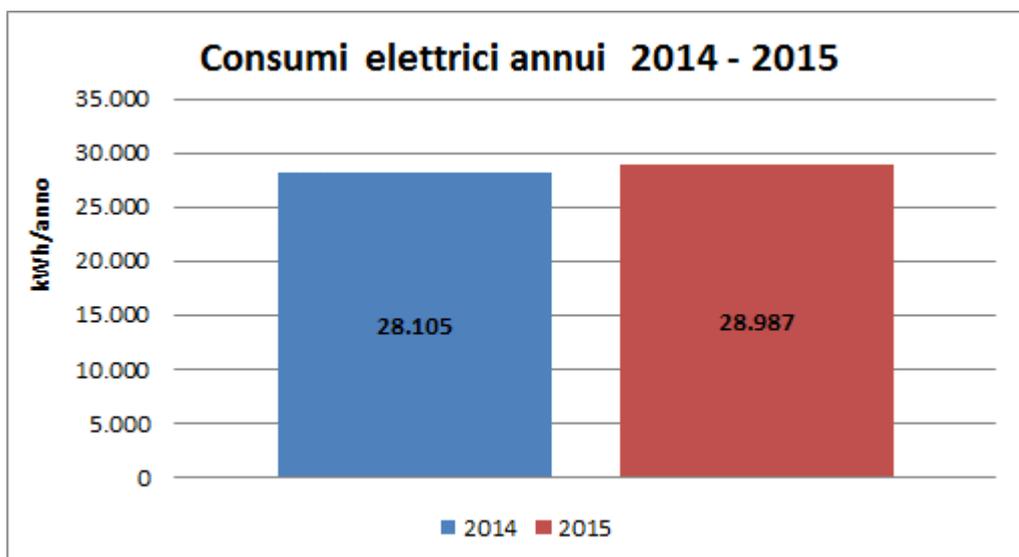
<b>0,23 €/kWh IVA ESCLUSA</b>
-------------------------------



I consumi mensili di energia elettrica hanno un andamento abbastanza costante nei due anni.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a:

- illuminazione ambienti indoor;
- Pompe di circolazione dei circuiti idronici di riscaldamento.
- Bollitori elettrici ad accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria



Complessivamente, tra il 2014 e il 2015 non si registra una differenza sostanziale.

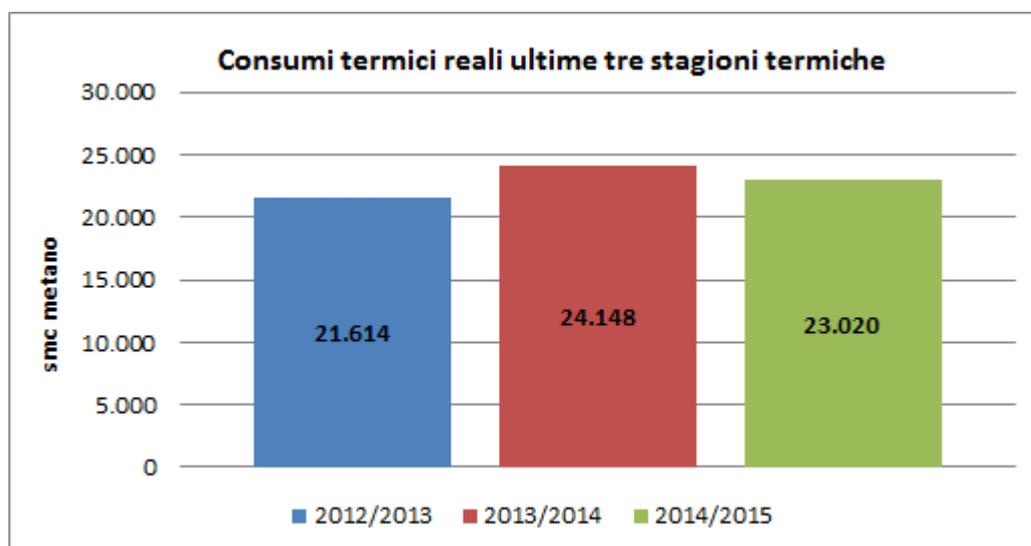
### 3.4 Analisi dei consumi termici

L'edificio possiede un PDR unico:

PDR	09951204105041
-----	----------------

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
21.614	24.148	23.020

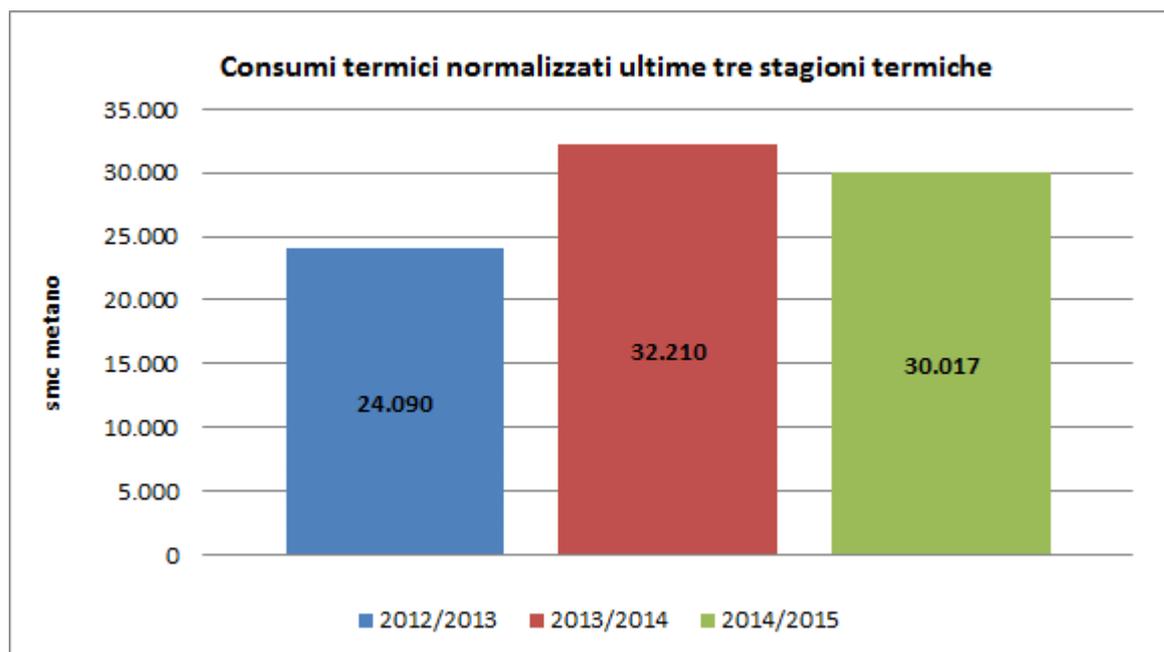


I Gradi Giorno reali (fonte ARPA, stazione Consolata) delle 3 stagioni termiche sono:

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)	24.090	32.210	30.017
Consumo Specifico (Smc/mc risc.)	31,49	42,10	39,23



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

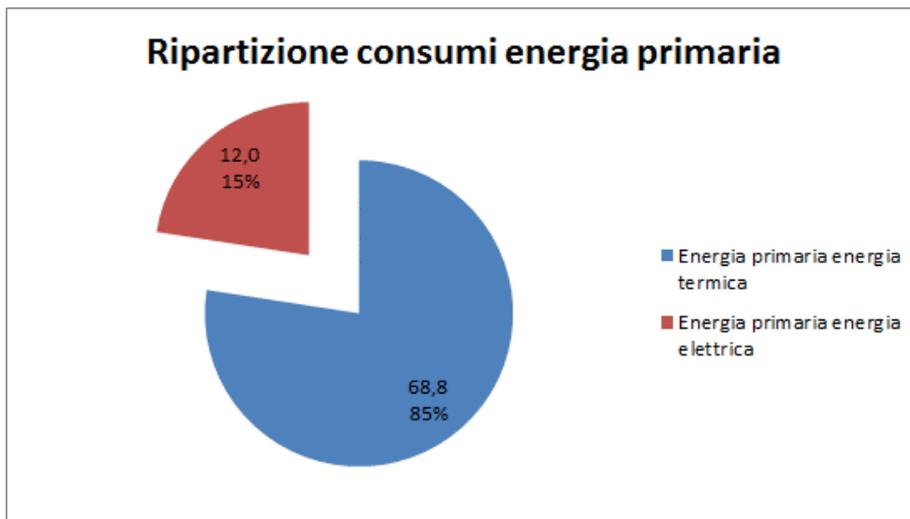
**0,68 €/Smc IVA ESCLUSA**

### 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	23.584	18,3

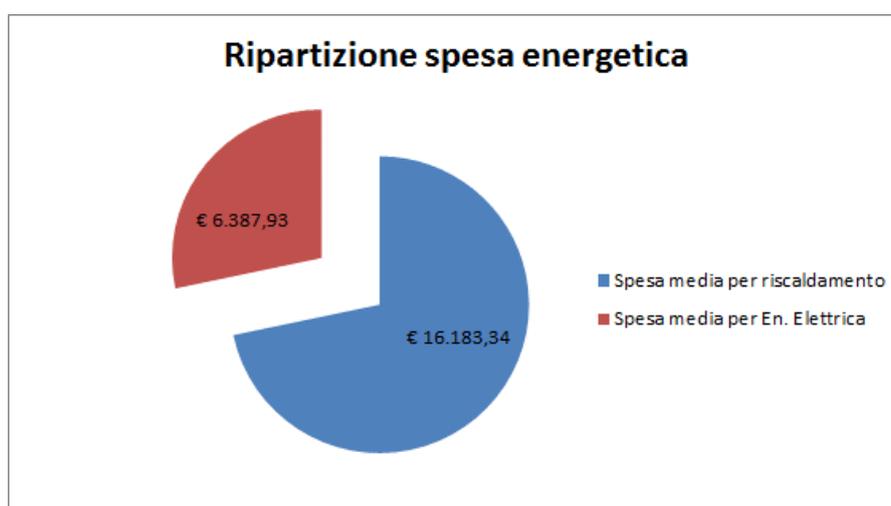
	kWh	TEP
Consumo medio En. El.	28.546	5,3



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

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

Servizio	€/anno	%
Spesa media per riscaldamento	€ 16.183,34	72%
Spesa media per En. Elettrica	€ 6.387,93	28%
Totale	€ 22.571,27	100%



## 4 Descrizione dell'edificio

### 4.1 Informazioni sul sito

Comune	Torino
Nome edificio	<i>Spogliatoio tennis + Centro Incontro</i>
Indirizzo	Via Monteverdi n.4
Destinazione d'uso	E.6(3) - Edifici adibiti ad attività sportive: servizi di supporto alle attività sportive
Contesto urbano	Circoscrizione 6 Barriera di Milano
Anno di costruzione	1974
Descrizione generale	Situato in Torino Nord, di fianco al cimitero Monumentale, l'impianto Regaldi è stato costruito nel 1974 su progetto dell'Ufficio Tecnico del Comune di Torino. Gestito dalla Circoscrizione 7, offre due campi da calcio a undici, un campetto da calcio a cinque e un campo da tennis. Il fabbricato presenta una pianta regolare a base quadrata che si sviluppa su due piani fuori terra riscaldati e su uno interrato non riscaldato. La struttura portante è a pilastri in cemento armato e tamponamenti a cassavuota in paramano.

## 4.2 Foto del sito



*Inquadramento generale*



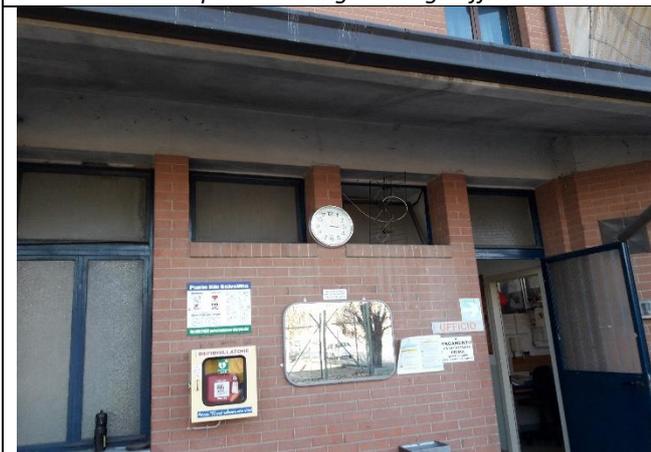
*Prospetto angolare dell'edificio*



*Prospetto lato ingresso agli uffici*



*Prospetto lato ingresso agli spogliatoi*



*Immagine esterna delle finestre alte*



*Immagine del livello abitazione custode*

Fonte: "Google Earth"

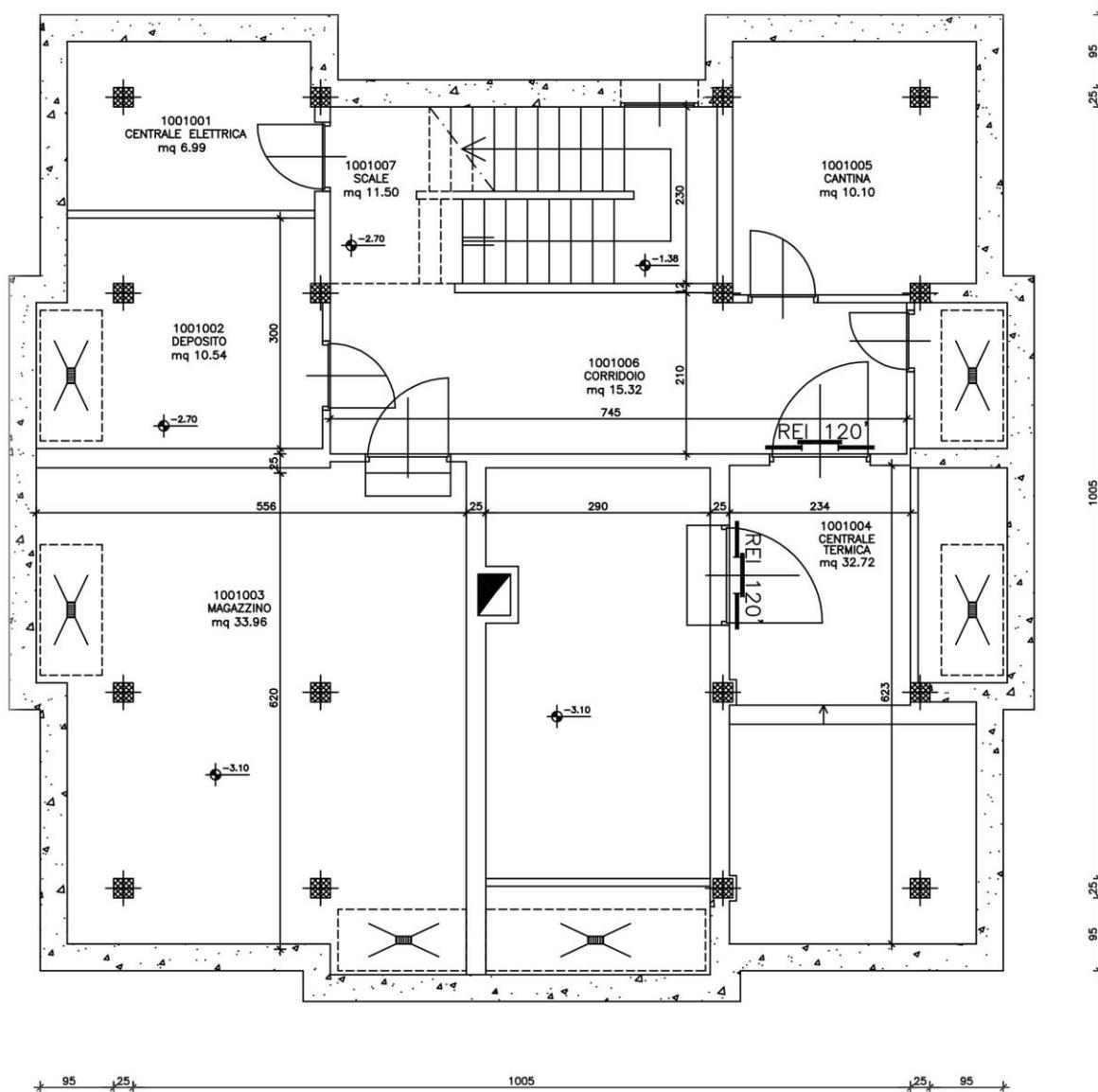
### 4.3 Dati geografici

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

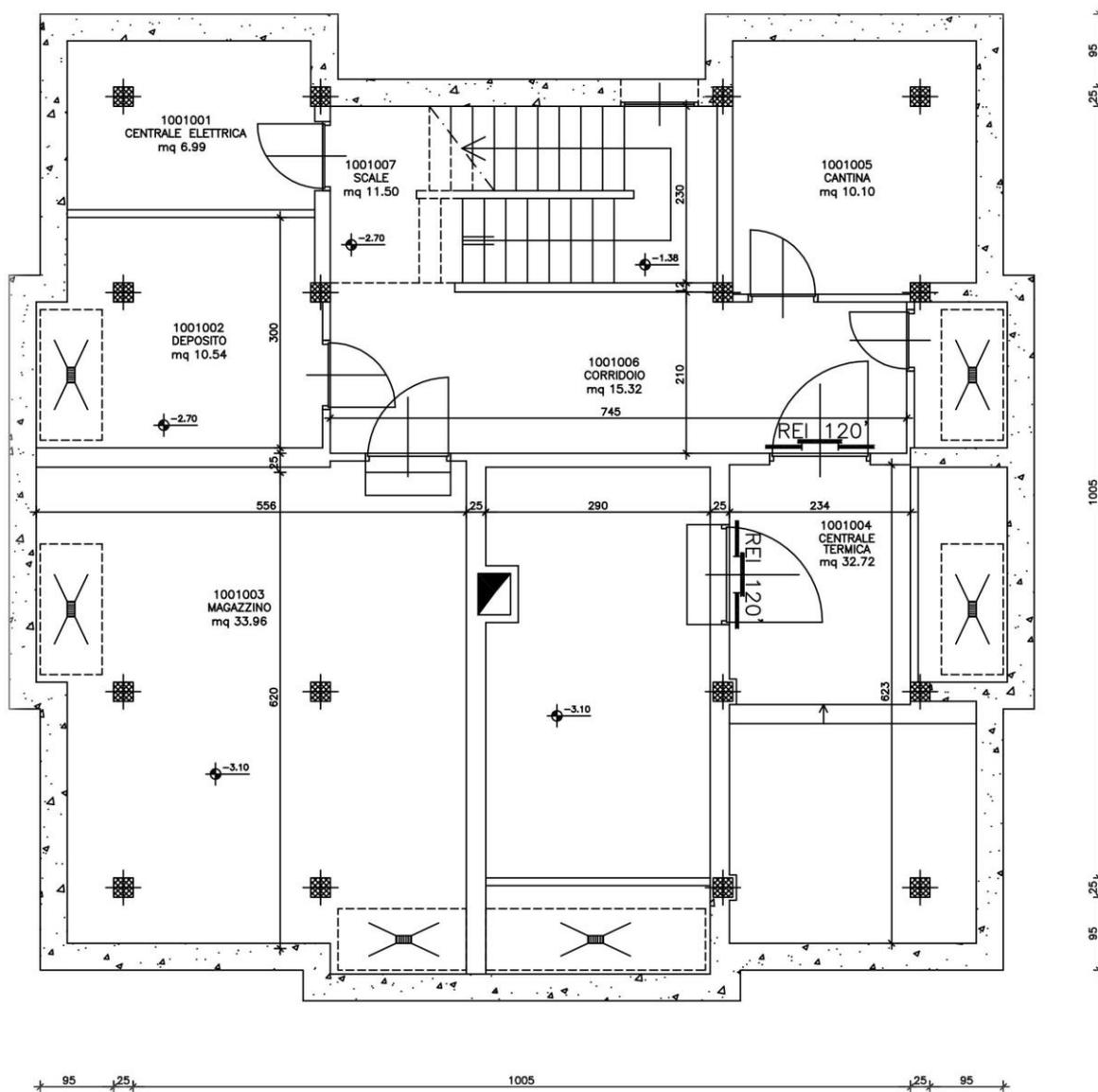
### 4.4 Caratteristiche dimensionali

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata (m <sup>2</sup> )	Superficie disperdente involucro edilizio (m <sup>2</sup> )	Volume lordo riscaldato (m <sup>3</sup> )	Rapporto S/V (m <sup>-1</sup> )
2	184,48	578,30	765,30	0,76

## 4.5 Planimetrie



*Pianta Piano Interrato*



*Pianta Piano Terreno*



## 5 Modello termico

### 5.1 Modellazione involucro edilizio

Per la costruzione del modello energetico dell'edificio sito in via Monteverdi n.4 (Torino), si sono individuate n.2 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:

Cod	Descrizione elemento
W80	100x156
W81	112x136
W82	133x243 pf
W83	100x156
W84	135x156
W100	100x229 pf
W101	100x152
W102	100x75 alto
W103	50x75 alto

L'edificio è alimentato da 1 caldaia alimentata a metano:

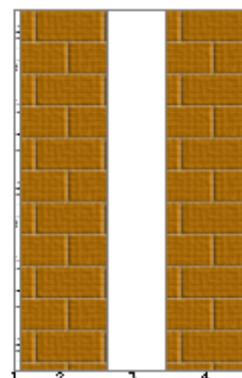
-NAVAL/PAR/PRSAR 250 - Potenza termica nominale al focolare di 309 kW

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 paramano esterno**
**Codice: M1**

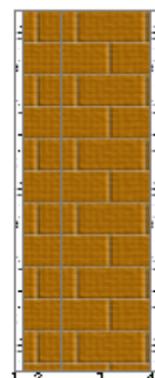
Trasmittanza termica	<b>1,176</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>330</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>111,73</b> <b>2</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>306</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>288</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,394</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,335</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,2</b>	h



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 <sup>2</sup> /m	80,00	0,444	0,180	-	-	-
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

**Descrizione della struttura: Sottofinestra di Muro esterno intonaco**
**Codice: M2**

Trasmittanza termica	<b>1,755</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>205</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>131,14</b> <b>8</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>264</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>210</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,899</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,512</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,6</b>	h

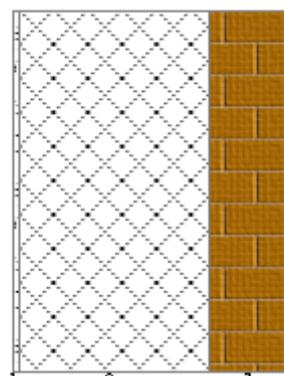


N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	55,00	0,540	0,102	1200	1,00	7
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
4	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

**Descrizione della struttura: Muro paramano esterno con pilastro**

**Codice: M3**

Trasmittanza termica	<b>1,782</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>390</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>5,757</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>760</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>742</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,260</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,146</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,6</b>	h

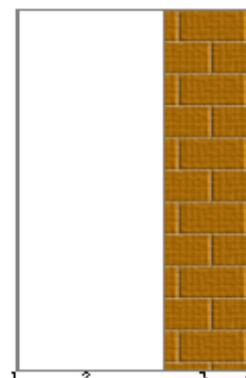


N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	260,00	2,300	0,113	2300	1,00	130
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	0,222	1200	1,00	7
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

**Descrizione della struttura: Cassonetto di Muro paramano esterno**

**Codice: M4**

Trasmittanza termica	<b>1,691</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>333</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,007</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>186</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>168</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,269</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,750</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,6</b>	h



N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Ferro puro	3,00	80,000	-	7870	0,45	9999999
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	200,00	-	-	-	-	-
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00	0,540	-	1200	1,00	-
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	-	1800	1,00	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

**Descrizione della struttura: *Solaio su sottotetto***
**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>1,830</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>260</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-0,3</b>	°C
Permeanza	<b>40,000</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>348</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>330</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,897</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,490</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,0</b>	h



N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
2	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

**Descrizione della struttura: *Solaio su terrazzo***
**Codice: S2**

Trasmittanza termica	<b>1,675</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>310</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>435</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>417</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,607</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,363</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,5</b>	h



N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00	1,300	0,008	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1,000	0,010	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

**Descrizione della finestra: 100x156**
**Codice: W80**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,365</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

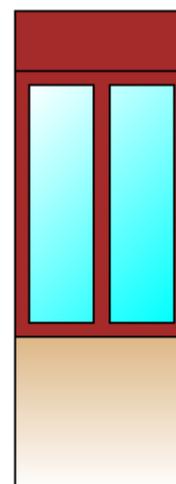
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>100,0</b>	cm
Altezza		<b>156,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,560</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,050</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,510</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,67</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>7,100</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,120</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>4,268</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M4</b>	<b>Cassonetto di Muro paramano esterno</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,691</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cas</sub>	<b>35,0</b> cm
Profondità	P <sub>cas</sub>	<b>22,0</b> cm
Area frontale		<b>0,35</b> m <sup>2</sup>

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M2</b>	<b>Sottofinestra di Muro esterno intonaco</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,755</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,0</b> cm
Area		<b>0,90</b> m <sup>2</sup>

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,12</b> m

**Descrizione della finestra: 112x136**

**Codice: W81**

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,274</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

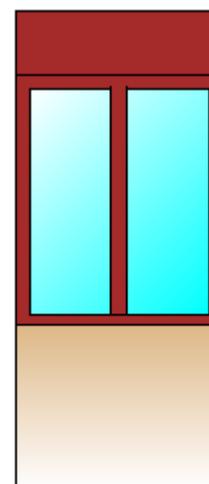
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>112,0</b>	cm
Altezza		<b>136,0</b>	cm



**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,523</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,082</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,441</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,71</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>6,680</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>4,960</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>



Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>4,081</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M4</b>	<b>Cassonetto di Muro paramano esterno</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,691</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cas</sub>	<b>35,0</b> cm
Profondità	P <sub>cas</sub>	<b>22,0</b> cm
Area frontale		<b>0,39</b> m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M2</b>	<b>Sottofinestra di Muro esterno intonaco</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,755</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,0</b> cm
Area		<b>1,01</b> m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>4,96</b> m

**Descrizione della finestra: 133x243 pf**
**Codice: W82**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,232</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

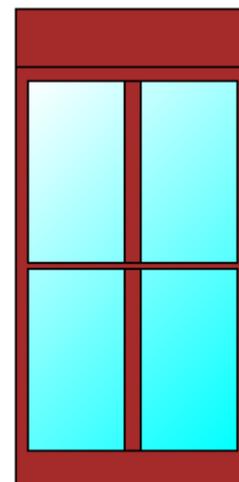
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>133,0</b>	cm
Altezza		<b>243,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>3,232</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>2,352</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,880</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,73</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>12,880</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>7,520</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>5,357</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M4</b>	<b>Cassonetto di Muro paramano esterno</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,691</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cas</sub>	<b>34,0</b> cm
Profondità	P <sub>cas</sub>	<b>21,0</b> cm
Area frontale		<b>0,45</b> m <sup>2</sup>

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	ψ	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>7,52</b> m

**Descrizione della finestra: 100x156**
**Codice: W83**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,365</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

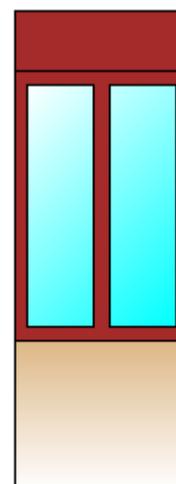
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>100,0</b>	cm
Altezza		<b>156,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,560</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,050</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,510</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,67</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>7,100</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,120</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>4,308</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M4</b>	<b>Cassonetto di Muro paramano esterno</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,691</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cas</sub>	<b>34,0</b> cm
Profondità	P <sub>cas</sub>	<b>21,0</b> cm
Area frontale		<b>0,34</b> m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M2</b>	<b>Sottofinestra di Muro esterno intonaco</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,755</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>86,0</b> cm
Area		<b>0,86</b> m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,12</b> m

**Descrizione della finestra: 135x156**
**Codice: W84**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,224</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

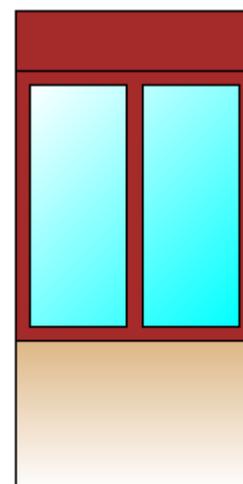
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza	<b>135,0</b>	cm
Altezza	<b>156,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>2,106</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,540</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,566</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,73</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>7,800</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,820</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>4,166</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M4</b>	<b>Cassonetto di Muro paramano esterno</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,691</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cas</sub>	<b>34,0</b> cm
Profondità	P <sub>cas</sub>	<b>21,0</b> cm
Area frontale		<b>0,46</b> m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M2</b>	<b>Sottofinestra di Muro esterno intonaco</b>
Trasmittanza termica	U	<b>1,755</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>86,0</b> cm
Area		<b>1,16</b> m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,82</b> m

**Descrizione della finestra: 100x229 pf**

**Codice: W100**

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>6,055</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

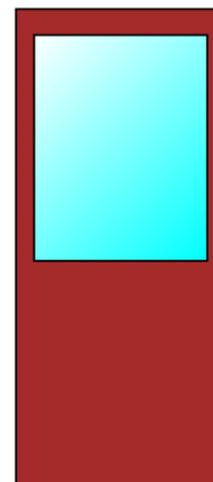
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>100,0</b>	cm
Altezza		<b>229,0</b>	cm



**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>2,290</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,891</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>1,399</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,39</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>3,810</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>6,580</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>



Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>6,662</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	$\psi$	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>6,58</b> m

**Descrizione della finestra: 100x152**
**Codice: W101**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,281</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

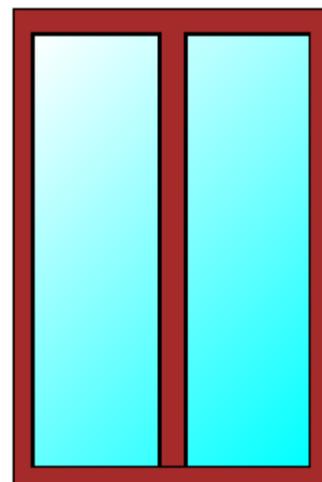
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>100,0</b>	cm
Altezza		<b>152,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,520</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,075</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,445</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,71</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>7,050</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,040</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>5,982</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	$\psi$	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,04</b> m

**Descrizione della finestra: 100x75 alto**

**Codice: W102**

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>
Trasmittanza termica	$U_w$ <b>5,253</b> W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$ <b>4,571</b> W/m <sup>2</sup> K



Dati per il calcolo degli apporti solari

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

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza	<b>100,0</b>	cm
Altezza	<b>75,0</b>	cm

**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>0,750</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,539</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,211</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,72</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>2,980</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>3,500</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>



Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>6,238</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	$\psi$	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>3,50</b> m

**Descrizione della finestra: 50x75 alto**
**Codice: W103**
Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>Singolo</b>		
Classe di permeabilità	<b>Senza classificazione</b>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>5,514</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>4,571</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

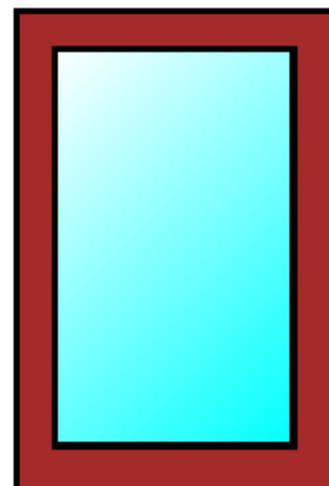
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,850</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

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

Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>50,0</b>	cm
Altezza		<b>75,0</b>	cm


**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>7,00</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,00</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>0,375</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>0,229</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,146</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,61</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>1,980</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>2,500</b>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>
Primo vetro	<b>3,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,003</b>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,086</b>


Legenda simboli

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

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>6,922</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z2</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	$\psi$	<b>0,211</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>2,50</b> m

## Dispersioni per componente

### Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

#### Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	T	Muro paramano esterno	1,243	-8,0	204,08	7916	21,0
M2	T	Sottofinestra di Muro esterno intonaco	1,908	-8,0	9,87	576	1,5
M3	T	Muro paramano esterno con pilastro	1,941	-8,0	27,41	1657	4,4
M4	T	Cassonetto di Muro paramano esterno	1,818	-8,0	8,50	479	1,3
P1	U	Pavimento su interrato	1,331	-5,1	134,10	4480	11,9
S1	U	Solaio su sottotetto	1,830	-0,3	91,71	3404	9,0
S2	T	Solaio su terrazzo	1,813	-8,0	30,13	1530	4,1
Totale:						<b>20041</b>	<b>53,2</b>

#### Dispersioni strutture trasparenti:

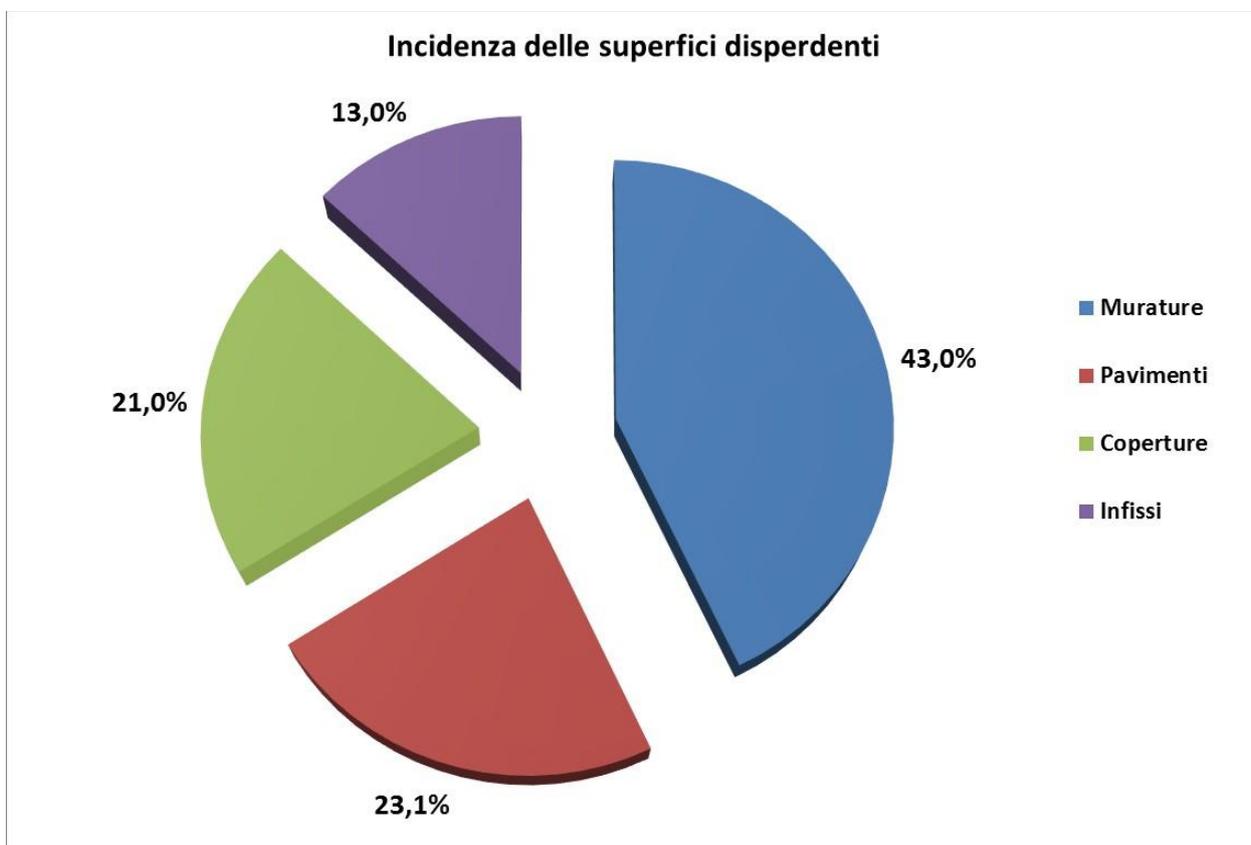
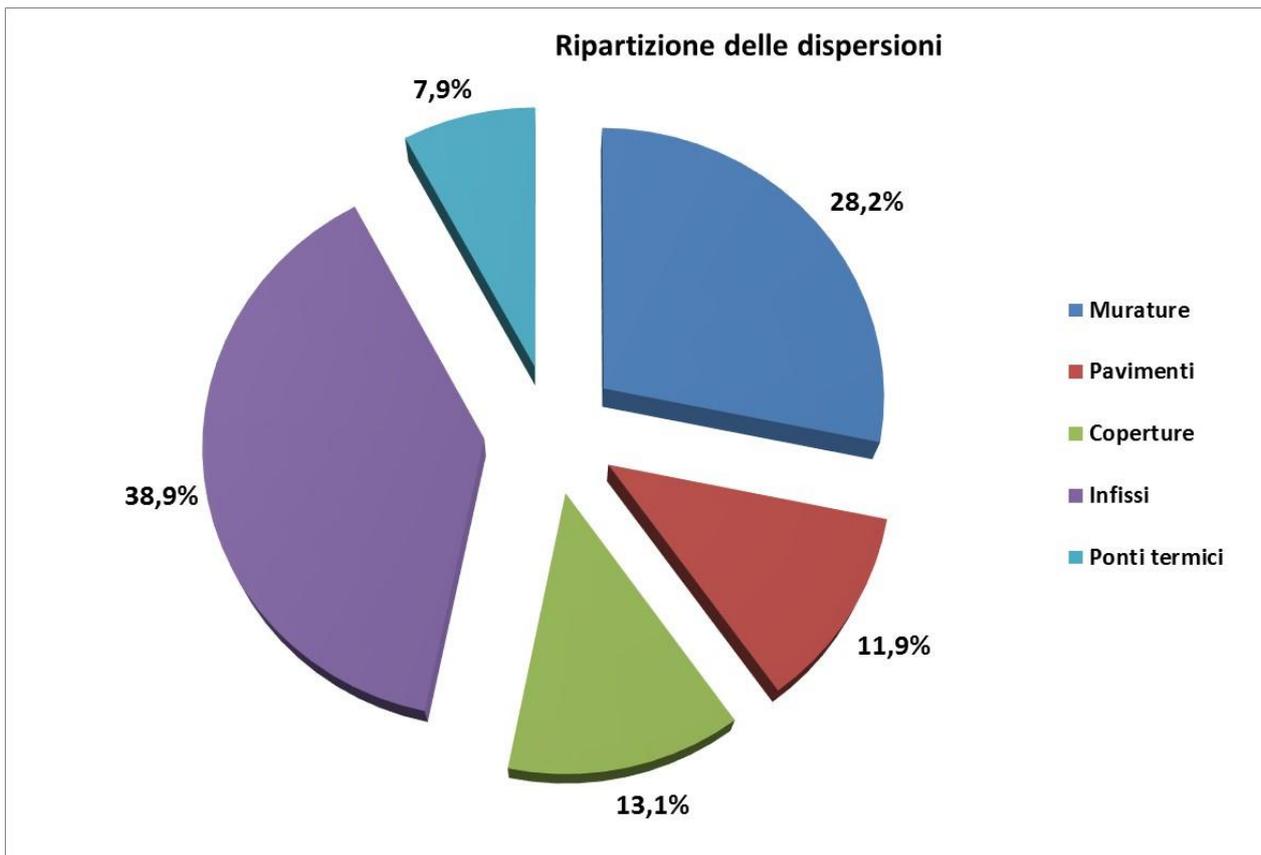
Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
W80	T	100x156	6,179	-8,0	1,73	360	1,0
W81	T	112x136	6,133	-8,0	0,79	164	0,4
W82	T	133x243 pf	6,112	-8,0	9,70	1908	5,1
W83	T	100x156	6,179	-8,0	10,92	2078	5,5
W84	T	135x156	6,108	-8,0	4,21	720	1,9
W100	T	100x229 pf	6,525	-8,0	18,32	3787	10,0
W101	T	100x152	6,137	-8,0	6,08	1110	2,9
W102	T	100x75 alto	6,123	-8,0	17,25	3227	8,6
W103	T	50x75 alto	6,254	-8,0	6,75	1323	3,5
Totale:						<b>14677</b>	<b>39,0</b>

#### Dispersioni dei ponti termici:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	Ψ [W/mK]	L <sub>Tot</sub> [m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,418	75,20	979	2,6
Z2	-	W - Parete - Telaio	0,211	276,61	1810	4,8
Z3	-	B - Parete - Balcone	0,274	20,40	174	0,5
Totale:					<b>2963</b>	<b>7,9</b>

#### Legenda simboli

- U Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
- Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico
- θ<sub>e</sub> Temperatura di esposizione dell'elemento
- S<sub>Tot</sub> Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
- L<sub>Tot</sub> Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
- Φ<sub>tr</sub> Potenza dispersa per trasmissione
- %Φ<sub>Tot</sub> Rapporto percentuale tra il Φ<sub>tr</sub> dell'elemento e il Φ<sub>tr</sub> totale dell'edificio



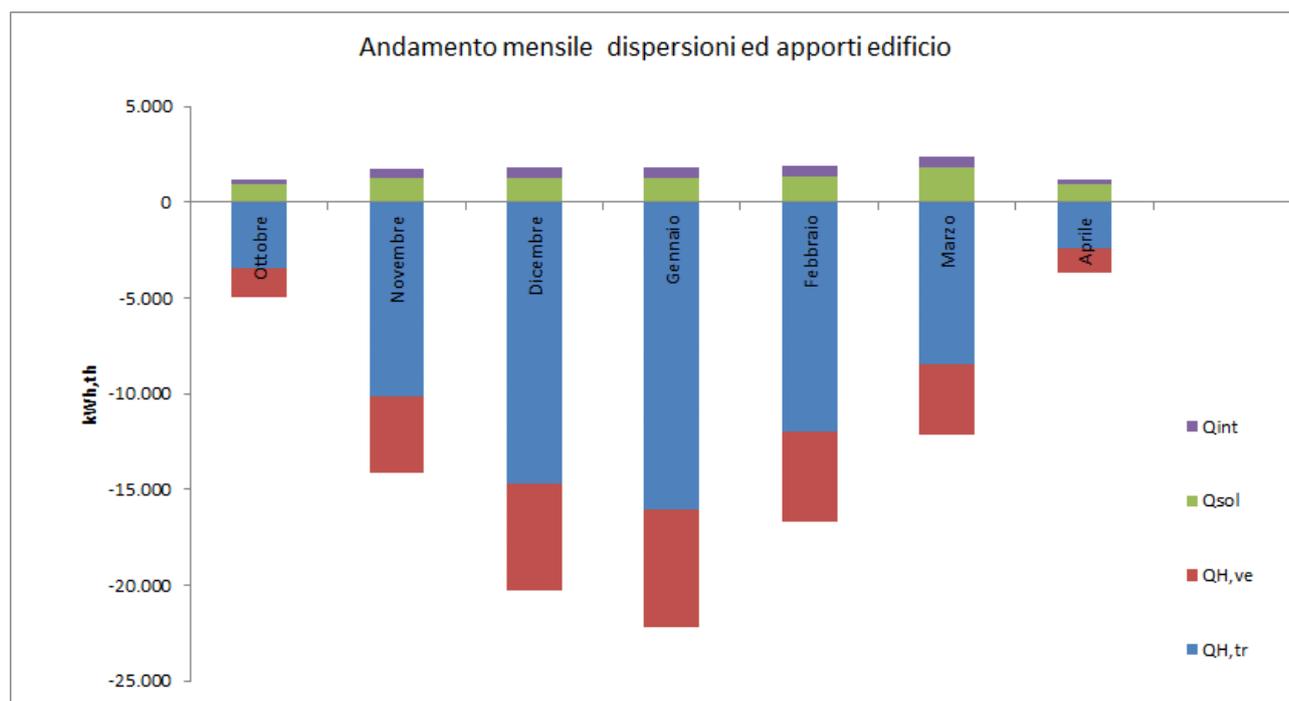
## Fabbisogno di energia utile

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh] <sub>t</sub>	$Q_{sol}$ [kWh]	$Q_{int}$ [kWh]	$Q_{gn}$ [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	3421	1517	5516	917	301	1218	4330
Novembre	10125	3972	15252	1237	531	1768	13497
Dicembre	14687	5598	21520	1297	549	1846	19681
Gennaio	16060	6095	23466	1250	549	1799	21673
Febbraio	11985	4719	17939	1378	496	1874	16076
Marzo	8442	3670	14106	1808	549	2357	11783
Aprile	2394	1251	4551	937	266	1203	3392
<b>Totali</b>	<b>67114</b>	<b>8414</b>	<b>26822</b>	<b>102349</b>	<b>8824</b>	<b>3241</b>	<b>12065</b>

### 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	<b>Radiatori su parete esterna non isolata (<math>U &gt; 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}</math>)</b>		
Temperatura di mandata di progetto	<b>70,0</b>	°C	
Rendimento di emissione	<b>92,0</b>	%	

### Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	<b>Per zona + climatica</b>		
Rendimento di regolazione	<b>96,0</b>	%	

### Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Tipo di impianto	<b>Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</b>		
Rendimento di distribuzione utenza	<b>90,6</b>	%	

### Caratteristiche sottosistema ACS:

Temperatura di erogazione	<b>40 °C</b>		
Fabbisogno giornaliero per posto	<b>1000 l/g posto</b>		
Numero di posti	<b>10</b>		

### Caratteristiche sottosistema di GENERAZIONE:

Nella centrale termica è presente 1 caldaia **NAVAL/PAR/PRSAR 250** con le seguenti caratteristiche

#### Dati generali:

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

Potenza nominale al focolare	$\Phi_{cn}$	<b>309,00</b>	kW
------------------------------	-------------	---------------	----

#### Caratteristiche:

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	<b>85,00</b>	%
-------------------------------------	----------------	--------------	---

#### Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	$W_{br}$	<b>705</b>	W
Fattore di recupero elettrico	$k_{br}$	<b>0,80</b>	-

#### Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	<b>Centrale termica</b>		
---------------------------	-------------------------	--	--

#### Vettore energetico:

Tipo	<b>Metano</b>		
Potere calorifico inferiore	$H_i$	<b>9,600</b>	kWh/Sm <sup>3</sup>

*Generatori*

<i>Generatori</i>
-------------------

*Rendimenti stagionali dell'impianto:*

<b>Descrizione</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Valore</b>	<b>u.m.</b>
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	<b>90,0</b>	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	<b>96,0</b>	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	<b>90,6</b>	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	<b>74,4</b>	%

### 5.3 Confronto tra Consumo Operativo e Consumo Effettivo

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

	Smc Consumo	GG
Dati 2012/13	21.614	2.348
Dati 2013/14	24.148	1.962
Dati 2014/15	23.020	2.007

Se ne determinano i seguenti consumi normalizzati:

	Smc norm.
Consumo effettivo 1 normalizzato	24.090
Consumo effettivo 2 normalizzato	32.210
Consumo effettivo 3 normalizzato	30.017

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

	Smc
Consumo effettivo	28.772

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

		kWh
Fabbisogno ambiente	$Q_{H,nd}$	90.431
Energia del combustibile risc.	$Q_{H,gn,in}$	268.113

	Sm <sup>3</sup>
Consumo operativo	27.928

Il modello risulta essere veritiero e ben tarato in quanto lo scostamento tra consumo effettivo e consumo operativo è pari al **2,9%**, perciò inferiore al range di accettabilità previsto, del 10%.

## 5.4 Indice di prestazione energetica

Considerando:

Consumo effettivo normalizzato	268.109	kWh
Volume riscaldato	765	m <sup>3</sup>
GG	2617	

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

Ep(i+w)	133,92	Wh/m <sup>3</sup> 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. Stazione di teleriscaldamento.

#### 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	27.928	Sm <sup>3</sup>
	$\eta_{H,gn}$ ante	0,834	
	$\eta_{H,gn}$ post	0,916	
	Consumo post	23.783	Sm <sup>3</sup>
	Risparmio	14,8%	
	Costo intervento	24.798,93	Euro
	Risparmio	2.819	Euro/anno
	PB	9	anni

### 6.1.2 Pompa di calore elettrica aria/acqua

Pompa di calore elettrica aria-acqua	Consumo ante	27.928	Sm <sup>3</sup>
	COP medio PdC	2,80	
	Consumo elettrico POST	54.401	kWh
	Risparmio	8.111	€
	Potenza nominale utile W7/45	525	kW
	Costo pompa di calore	115.566	€
	PB	14	ANNI

### 6.1.3 Integrazione con impianto solare termico

Integrazione con impianto solare termico orientamento SUD-OVEST	Consumo ante termico lordo	27.928	Sm <sup>3</sup>
	Superficie solare th.	50	m <sup>2</sup>
	Consumo post	25.245	Sm <sup>3</sup>
	Costo unitario	750	€/m <sup>2</sup>
	Risparmio	1824	€
	Costo intervento	37500	€
	PB	21	ANNI

### 6.1.4 Connessione alla rete di Teleriscaldamento

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

## 6.2 Conclusioni

Di seguito la sintesi degli interventi proposti:

Interventi	Investimento	Risparmio			PB
	€	%	Smc	€/anno	anni
Generatore di calore a condensazione + termo-valvole	24.799	14,8	4.145	2.819	9
Pompa di calore elettrica aria-acqua	115.566	-	-	8.111	14
Integrazione con impianto solare termico orientamento OVEST	37.500	10	2.683	1.824	21