



Regione Piemonte

CITTA' DI RIVALTA DI TORINO

Città Metropolitana di Torino

**RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA SCUOLA PRIMARIA
EUROPA UNITA DELLA FRAZIONE TETTI FRANCESI.
ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE SISMICA ED
ANTINCENDIO-EFFICIENTAMENTO ENERGETICO ED
AMPLIAMENTO DI SPAZI DIDATTICI
CUP: B66C18000050006**

ELABORATO

03

REVISIONE

0

TITOLO

**DIAGNOSI ENERGETICA SCUOLA
PRIMARIA "EUROPA UNITA"**

PROPRIETA'

**COMUNE DI RIVALTA DI TORINO
C.F./P.IVA 01864440019**

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Arch. Giovanni Ruffinatto**

DATA

06/06/2018



Sommario

1	INTRODUZIONE	3
1.1	<i>Identificazione del progetto e del complesso edilizio</i>	3
1.2	<i>Metodo di analisi</i>	4
1.3	<i>Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto</i>	18
1.4	<i>Sintesi delle diagnosi:</i>	18
2	DATI DELL'EDIFICIO	21
2.1	<i>Informazioni sul sito</i>	21
2.2	<i>Costi storici per gas naturale.</i>	26
2.3	<i>Costi di gestione e manutenzione centrali termiche</i>	26
2.4	<i>Indicatori di performance energetici ed ambientali</i>	27
3	AUDIT DELL'EDIFICIO	30
3.1	<i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio</i>	30
3.2	<i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale</i>	48
4	DESCRIZIONE INTERVENTI E AZIONI DI MIGLIORAMENTO	50
4.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo</i>	50
4.2	<i>Descrizione dei singoli interventi migliorativi e analisi economica</i>	53
4.2.1	<i>Insuflaggio fiocchi di cellulosa nella cassavuota delle pareti esterne</i>	53
4.2.2	<i>Cappotto termico pareti esterne edificio con 14 cm di eps grigio</i>	55
4.2.3	<i>Coibentazione coperture inclinate esistenti con poliuretano espanso tra lamiere sigillate dello spessore di 8 cm.</i>	58
4.2.4	<i>Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U=1,3W/m^2k$.</i>	60
4.2.5	<i>Sostituzione generatore di calore</i>	60
5	INTERVENTO CONSIGLIATO	63

1 INTRODUZIONE

1.1 *Identificazione del progetto e del complesso edilizio*

L'obiettivo del presente documento è quello di riportare gli esiti delle diagnosi energetiche effettuate da Environment Park in partenariato con la Città Metropolitana di Torino ed il Comune di Rivalta di Torino nell'ambito del progetto Together 2020 sulla Scuola Elementare Tetti Francesi sita in via Fossano n.7.

L'attività di audit energetico prevede l'elaborazione dei dati reperiti, rilevati e monitorati per la costruzione di un modello di simulazione energetica reale ed attendibile. Tale modello viene successivamente validato attraverso il confronto tra fabbisogni energetici teorici e i consumi reali. Il modello ricalibrato permette di indagare con maggiore precisione le eventuali criticità del sistema edificio-impianto-gestore-utenza e potrà nelle azioni successive definire con maggiore attendibilità i tempi di ritorno degli interventi di riqualificazione energetica ipotizzati.

L'edificio è costituito da un unico corpo di fabbrica con uno sviluppo in pianta molto articolato che caratterizzato tre piani riscaldati (seminterrato, rialzato e primo). Ciascuno dei piani presenta altezze irregolari tra i vari locali spesso in comunicazione tra loro mediante numerose minirampe di scale interne. L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica localizzata in un locale interrato esterno allo sviluppo in pianta del fabbricato. L'edificio, al momento, viene utilizzato esclusivamente per svolgere attività scolastiche nelle ore diurne e nel primo pomeriggio, e non per attività serali supplementari. Il contesto urbanistico è tipico delle periferie italiane caratterizzato dalla presenza di edifici residenziali di varie dimensioni geometrie ed esposizioni collegati tra loro da percorsi viari veicolari e spazi verdi. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).



1.2 Metodo di analisi

Per diagnosi energetica edificio-impianto s'intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia ed all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche dell'edificio e degli impianti presenti. La diagnosi energetica prevede una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi del sistema edificio-impianto in condizioni standard di esercizio nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio. La finalità di una diagnosi energetica è quella di individuare modalità con cui ridurre il fabbisogno energetico e valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi, che vanno dalle azioni di retrofit a modelli di esercizio/gestione ottimizzati delle risorse energetiche.

(ENEA, Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario)

La metodologia adottata prevede la definizione dei fabbisogni energetici per la climatizzazione invernale attraverso una dettagliata attività di diagnosi energetica redatta secondo le norme tecniche di riferimento:

UNI/TR 11428 diagnosi energetiche – requisiti generali del servizio di diagnosi energetica;

UNI CEI EN 16247-1 Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali

UNI CEI EN 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 edifici

La diagnosi è inoltre conforme al livello II delle linee guida AICARR (L. Mazzarella, L. A. Piterà (2013), *Efficienza Energetica attraverso la Diagnosi ed il servizio Energia negli edifici linee guida AICARR*, ANANKE s.c. per conto di AGESI – ASSISTAL – ASSOPETROLI – ASSOENERGIA)

Tale diagnosi è stata condotta, a seguito dell'analisi dei documenti di progetto forniti dal Comune di Rivalta, dei sopralluoghi effettuati, dei rilievi realizzati direttamente sull'edificio in oggetto, delle caratteristiche fisiche e dimensionali dell'involucro termico e delle caratteristiche degli impianti per la climatizzazione invernale.

A seguito delle informazioni raccolte, si è potuto costruire un modello di calcolo secondo la norma UN-TS 11300 e definire i fabbisogni energetici dello stato di fatto. L'attività di audit energetico è stata realizzata seguendo le indicazioni del Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102 (con particolare riferimento all'allegato 2) e le norme UNI CEI EN 16247 1-2-3 riportanti indicazioni

specifiche sulla metodologia di audit e sulle caratteristiche contenutistiche dei documenti da produrre al fine di redigere la documentazione idonea all'attività in oggetto.

La costruzione del modello energetico è stata realizzata attraverso lo studio:

- dei consumi reali estrapolati dalle bollette energetiche (consumi termici);
- dei dati climatici reali forniti dalle stazioni meteorologiche ARPA più prossime agli edifici oggetto di audit ed aventi caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area in cui è situato l'edificio. È stato eseguito il calcolo dei Gradi Giorno Reali relativi alle stagioni termiche in esame coincidenti con le stagioni di cui è stato possibile reperire le bollette. I risultati ottenuti sono stati imputati sul software di calcolo nella sezione "Dati Climatici");
- delle temperature interne rilevate nei vari locali di pertinenza dei fabbricati;
- delle ore e dei giorni di utilizzo degli impianti termici.

Successivamente, all'imputazione dei dati reali, sono stati calcolati i dati di consumi di combustibile del modello energetico dell'edificio, per ciascuna stagione termica analizzata.

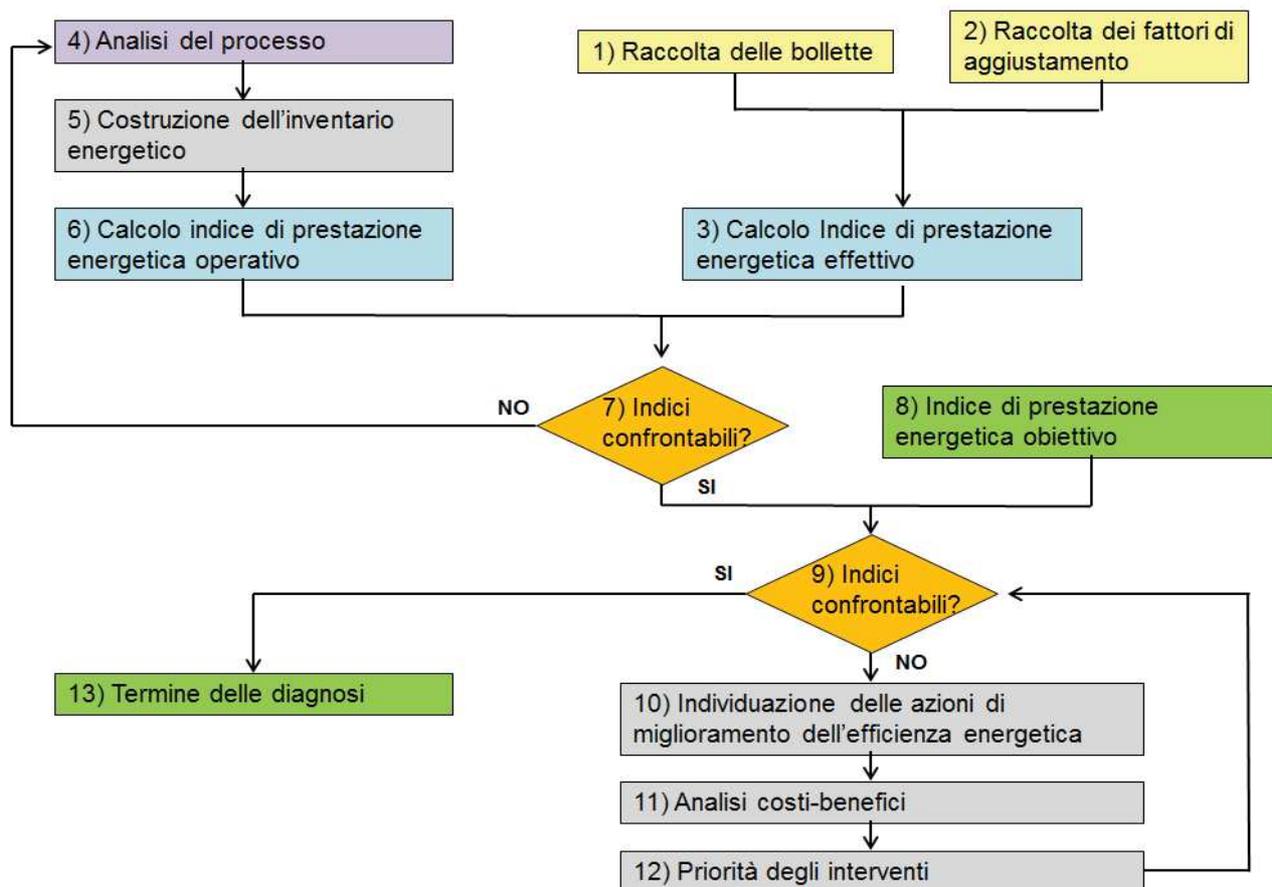
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

Gli audit energetici sono stati pertanto eseguiti seguendo le norme UNI attualmente in vigore di cui si riporta di seguito un elenco dettagliato.

NORMA	TITOLO
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI/TS 11300-1	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
UNI/TS 11300-4	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.
UNI 10339	Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN 15316-4-8	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 10211	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.
UNI EN ISO 10456	Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo

UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
UNI CEI EN 16247-1	Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali
UNI CEI EN 16247-2	Diagnosi energetiche – parte 2: edifici
UNI CEI EN 16247-3	Diagnosi energetiche – parte 3: processi
UNI CEI TR 11428	Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica
UNI CEI EN 16212	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

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



PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Fasi di lavoro, rilievo ed indagine

1) Raccolta delle bollette:

raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili.

2) Raccolta dei fattori di aggiustamento:

identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici. (orari di utilizzo, superfici, volumi, gradi giorno reali ecc.)

3)Calcolo dell'indice di prestazione energetica effettivo:

identificazione e calcolo dell'indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento

4)Analisi del processo:

raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi. Sono stati richiesti al committente tutti i documenti progettuali di archivio reperibili quali planimetrie, prospetti e sezioni, relazioni di progetto, relazioni ai sensi delle leggi sul risparmio energetico (L. 373/76 oppure L.10/91 e s.m.i.), progetti degli impianti termotecnici, libretti di centrale comprensivi di analisi di combustione (se applicabili); bollette dei consumi elettrici e termici, dati di telegestione degli impianti termici.

5)Costruzione dell'inventario energetico:

costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi. Sono stati svolti dei sopralluoghi finalizzati alla rilevazione in situ delle reali condizioni dell'involucro edilizio, degli impianti e delle modalità occupazionali, fruitive e gestionali. Nello specifico è stata verificata la consistenza strutturale e la tipologia dei tamponamenti, degli infissi e delle coperture, è stata ispezionata la centrale termica per l'acquisizione diretta dei dati di targa di tutti i componenti degli impianti termotecnici con i relativi sottosistemi.

6)Calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo:

riferito al calcolo energetico realizzato con la modellazione dell'edificio finalizzato all'ottenimento dei consumi termici ed elettrici da confrontare con i valori reali delle bollette energetiche.

7)Confronto tra l'indice di prestazione energetica effettivo ed operativo:

se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi con il 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.

8)Individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo:

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 valore di riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore d'intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da atti di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo.

9)Confrontabilità degli indici:

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) Individuazione delle azioni di miglioramento dell'efficienza energetica:

se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione energetica 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 consistano nel loro riallineamento

11) Analisi costi-benefici:

per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche

12) Priorità degli interventi:

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).

13) Termine della diagnosi: una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.

In occasione dei sopralluoghi le attività di reperimento/verifica dei dati sugli edifici sono state eseguite mediante un'accurata analisi strumentale non invasiva dell'involucro termico. Di seguito una breve descrizione della strumentazione utilizzata dal gruppo di lavoro.

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p data-bbox="225 555 708 584">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="810 327 1445 562">Al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti si procede alla misura delle dimensioni dei locali e dei serramenti avvalendosi di una bindella metrica e un distanziometro laser.</p>
 <p data-bbox="389 815 544 844">Spessivetro</p>	<p data-bbox="810 658 1445 792">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="301 1263 632 1292">Termometro ad infrarossi</p>	<p data-bbox="810 1016 1445 1151">Al fine di rilevare le temperature di superficie degli elementi costruttivi opachi disperdenti degli edifici.</p>
 <p data-bbox="328 1619 603 1648">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="810 1346 1445 1626">Tale strumento viene 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 di targa.</p>
 <p data-bbox="288 1951 644 1980">Termocamera ad infrarossi</p>	<p data-bbox="810 1686 1445 1966">Tale strumento viene utilizzato per individuare le maggiori criticità in termini di dispersioni energetiche dell'involucro termico, evidenziando la presenza di porti termici in corrispondenza delle interconnessioni tra le strutture degli edifici.</p>

I sopralluoghi sono stati eseguiti con l'obiettivo di indagare il sistema edificio impianto, accedendo sia alla centrale termica all'interno della quale sono stati rilevati il generatore di calore, le pompe di distribuzione, le apparecchiature, sia nei locali riscaldati e non dell'edificio in oggetto al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafiche, costruttive e di utilizzo ritenute indispensabili a svolgere una corretta attività di diagnosi energetica.

IMMAGINI DEI SOPRALLUOGHI



L'organizzazione dei sopralluoghi comporta una serie di attività sul campo che riguardano il reperimento di una serie di informazioni utili a redigere la diagnosi. La norma UNI CEI EN 16247-2 fornisce indicazioni specifiche sui dati più importanti da recuperare e sulle parti di edificio da visitare al fine di completare in maniera esaustiva la raccolta delle informazioni utili alla diagnosi. Si riporta di seguito la scheda di sopralluogo utilizzata in occasione della fase di reperimento dei dati tecnici utili alla diagnosi sugli edifici in oggetto come previsto dalla UNI CEI EN 16247-2 allegato D2

     			
SCHEDA DI SOPRALLUOGO PER LA REALIZZAZIONE DEGLI AUDIT ENERGETICI DEGLI EDIFICI COME DA PRESCRIZIONI DELLA UNI CEI EN 16247-2 ALLEGATO D2			
DATI UTILI ALLA DIAGNOSI			
Caratteristiche dell'edificio			
comune			
indirizzo			
destinazione d'uso			
anno di costruzione			
Involucro edilizio			
Tipologie edilizie		caratteristiche	spessore
	pareti perimetrali		
	copertura		
	solaio su cantina		
	solaio su sottotetto		
	solaio su terreno		
	infissi		
definizione della struttura portante		caratteristiche	spessore
	muratura portante		
	struttura mista c.a. + muratura		
	altro		
individuare estensione ambienti non riscaldati rispetto alla superficie dell'edificio		presente	estensione
	cantina garage		
	sottotetto		
	vano scala		
tipologia costruttiva delle pareti perimetrali esterne		caratteristiche	spessore
	muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce		
	muratura di mattoni semipieni o tufo		
	parete a cassavuota con mattoni forati		
	pannello prefabbricato in cls		
	muratura in pietrame intonacata		
tipologia costruttiva della copertura dell'edificio		caratteristiche	spessore
	tetto in legno		
	tetto a falda in laterizio		
	soletta piana in laterocemento		
	altro		
tipologia costruttiva delle pareti verso vano scale		caratteristiche	spessore
	muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce		
	muratura di mattoni forati intonacati sulle due facce		
	parete a cassa vuota con mattoni forati		
	parete in calcestruzzo intonacata		

tipologia di solaio verso cantina o verso garage		caratteristiche	spessore
	soletta in laterocemento su cantina		
	solaio predalles		
	altro		
tipologia di solaio confinante con sottotetto		caratteristiche	spessore
	soletta in laterocemento		
	solaio prefabbricato in calcestruzzo tipo predalles		
	altro		
tipologia pavimento su terreno o su esterno		caratteristiche	spessore
	basamento in calcestruzzo su terreno		
	soletta in laterocemento su vespaio o pilotis		
	altro		
Involucro trasparente			
tipologie di serramenti presenti nell'edificio			
tipologia di vetro presente negli infissi		caratteristiche	spessore
	vetro singolo		
	vetro doppio		
tipologia di telaio presente negli infissi		caratteristiche	spessore
	telaio in legno		
	telaio in metallo		
	telaio in legno+metallo		
	telaio in PVC		
	Alluminio a taglio termico		
tipologia di cassonetto presente		caratteristiche	spessore
	alluminio		
	legno		
	non presente		
	isolato		
	non isolato		
Impianti			
Riscaldamento			
tipologie di impianti di riscaldamento presenti nell'edificio		n. unità servite	n. pompe
	centralizzato		
	autonomo		
	non presente		
tipo di impianto di generazione		marca/tipo	potenza
	caldaia		
	caldaia elettrica		
	termo stufa		
	stufa elettrica		
	pompa di calore a gas		
	pompa di calore elettrica		
	teleriscaldamento		
data di installazione del		anno	
luogo di installazione del generatore			
	esterno		
	interno		
se l'impianto di riscaldamento è una caldaia elettrica individuarne la tipologia			
	diretta		
	ad accumulo		



se l'impianto di riscaldamento è una termo-stufa individuarne la tipologia			
	a legna		
	a pellets		
se l'impianto è costituito da una pompa di calore elettrica individuarne la tipologia			
	acqua-acqua		
	aria-acqua		
	aria-aria		
terminali di erogazione			
	termoconvettori		
	radiatori		
	ventilconvettori		
	pannelli radianti		
sistema di distribuzione delle colonne montanti			
	a vista		
	nascoste		
sistema di regolazione			
	termostato a caldaia		
	sonda esterna		
	valvole termostatiche		
	valvole termostatiche + sonda esterna		
	termostato di zona		
	termostato di zona + sonda esterna		
individuare l'anno di realizzazione dell'impianto di distribuzione dell'edificio			
	prima del 1961		
	1961-1976		
	1977-1993		
	dopo il 1993		
individuare la modalità di distribuzione del calore			
	distribuzione orizzontale		
	montanti di distribuzione		
individuare la presenza delle pompe di distribuzione		numero	potenza el
Acqua calda sanitaria			
tipo è l'impianto per la produzione dell'acqua calda sanitaria		marca	potenza
	caldaia centralizzata		
	boiler a gas con fiamma permanente		
	boiler a gas con scintilla di accumulo		
	boiler elettrico ad accumulo		
	solare termico		
tipo è il combustibile della caldaia		marca	potenza
	metano		
	gasolio		
	carbone		
	GPL		
	legna		
	biomasse		
	rifiuti solidi urbani		
	altro		



tipo di combustibile del Boiler		marca	potenza
	metano		
	gasolio		
	GPL		
	elettrico		
eventuale presenza di pannelli solari-termici			
tipo di collettore			
	non vetrato		
	vetrato		
	ad evacuazione		
inclinazione dei collettori			
orientamento dei collettori			
superficie dei collettori			
Raffrescamento			
verificare la presenza di possibili apparecchiature utilizzate per il raffrescamento		n. moduli	potenza
Impianto elettrico			
l'energia elettrica fornita all'edificio è alimentata:			
	completamente dalle rete di distribuzione		
	in parte da un impianto fotovoltaico installato nell'edificio		
se la produzione di energia elettrica è alimentata da pannelli fotovoltaici indicare il tipo di pannello			
	silicio monocristallino		
	silicio policristallino		
	silicio amorfo		
indicare la potenza dell'impianto			
Illuminazione			
	numero corpi		
	numero moduli		
	potenza		
	ore di utilizzo settimanali		
	n. settimane di utilizzo		
	altre applicazioni		
NOTE			

Si riporta di seguito la scheda di sopralluogo utilizzata in occasione della fase di reperimento dei dati tecnici sugli edifici in oggetto con la checklist delle parti di edificio da visitare, come indicato dalla UNI CEI EN 16247-2 allegato D3

  <p>Cofinanziato dal programma "Energia intelligente-Europa" dell'Unione europea</p>    		
<p align="center">SCHEDA DI SOPRALLUOGO PER LA REALIZZAZIONE DEGLI AUDIT ENERGETICI DEGLI EDIFICI COME DA PRESCRIZIONI DELLA UNI CEI EN 16247-2 ALLEGATO D3</p>		
CHECKLIST DELLE PARTI DI EDIFICIO DA VISITARE		
Voce principale	Parti di edificio da visitare	Check
Involucro edilizio	pareti perimetrali	
	copertura	
	solaio su cantina	
	solaio su sottotetto	
	solaio su terreno	
	infissi	
Sistema di riscaldamento	centrale termica	
	pompe ed apparecchiature di distribuzione	
	altro	
Acqua calda sanitaria	locale impianti centralizzati	
	connessione dell'impianto alle zone dell'edificio	
	apparecchiature di distribuzione	
Impianti di ventilazione e raffrescamento	luogo in cui sono situate le apparecchiature impiantistiche	
	spazi climatizzati dall'impianto	
Impianti di illuminazione	quadri elettrici principali	
	spazi non comuni da visitare a campione	
	spazi comuni illuminati	
	eventuali aree esterne servite dall'impianto di illuminazione	
Elettrodomestici	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Apparecchiature da ufficio	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Eventuali altre apparecchiature	censimento delle apparecchiature installate negli spazi	
Sistemi di trasporto interno	ascensori	
	scale mobili	
	montacarichi	
Distribuzione dell'energia elettrica	quadri elettrici principali	
	potenze di distribuzione per ogni zona dell'edificio	
Eventuale presenza di altri impianti	altri impianti presenti nell'edificio	
NOTE		

1.3 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

NOME	FUNZIONE
Arch. Stefano Dotta	Area Manager /Settore Green Building – Environment Park
Arch. Sergio Ravera	Settore Green Building – Environment Park
Ing. Federico Gargiulo	Settore Green Building – Environment Park

1.4 Sintesi delle diagnosi:

- Consumi attuali e indicatori di performance

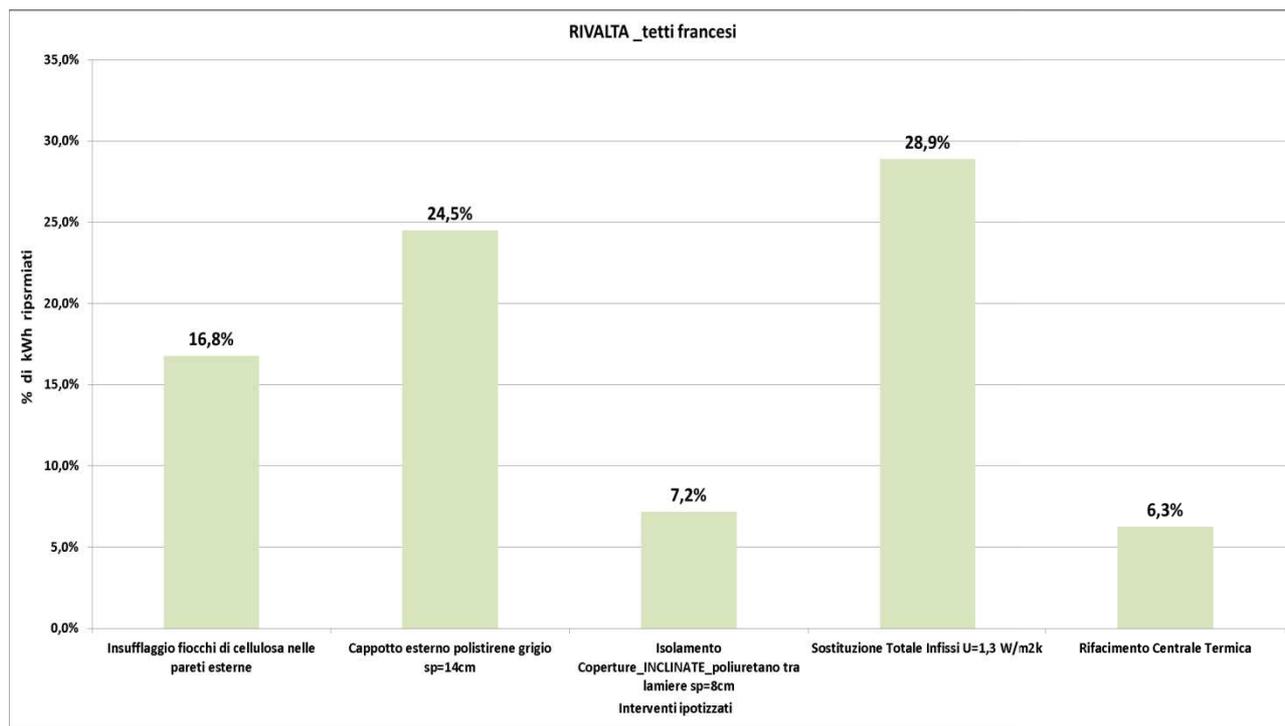
Si riportano di seguito i valori di consumo termico dell'edificio in oggetto nelle ultime stagioni termiche prese come riferimento per la costruzione del modello energetico.

CONSUMI ATTUALI DA BOLLETTA TERMICI			
Stagione termica	Consumi di metano REALI (kWh)	Consumi di metano REALI Calcolati (Sm3)	GRADI GIORNO REALI
2012-2013	534.500	57.179	2.515
2011-2012	550.500	58.600	2.423
2010-2011	503.300	53.267	2.550
Consumo medio	529.433	56.348	2.496
Consumo medio normalizzato			

- Principali interventi migliorativi individuati

INTERVENTI MIGLIORATIVI	
Tipo di intervento	Riduzione del consumo in Sm3
Insufflaggio cassavuota con fiocchi di cellulosa	9.689
Cappotto muri esterni con polistirene grigio sp=14cm	14.147
Isolamento delle coperture inclinate con poliuretano tra lamiere sigillate sp=8cm	4.148
Sostituzione totale degli Infissi esistenti con altri aventi U=1,5 W/m2k	16.674
Rifacimento Centrale termica	3.616

19

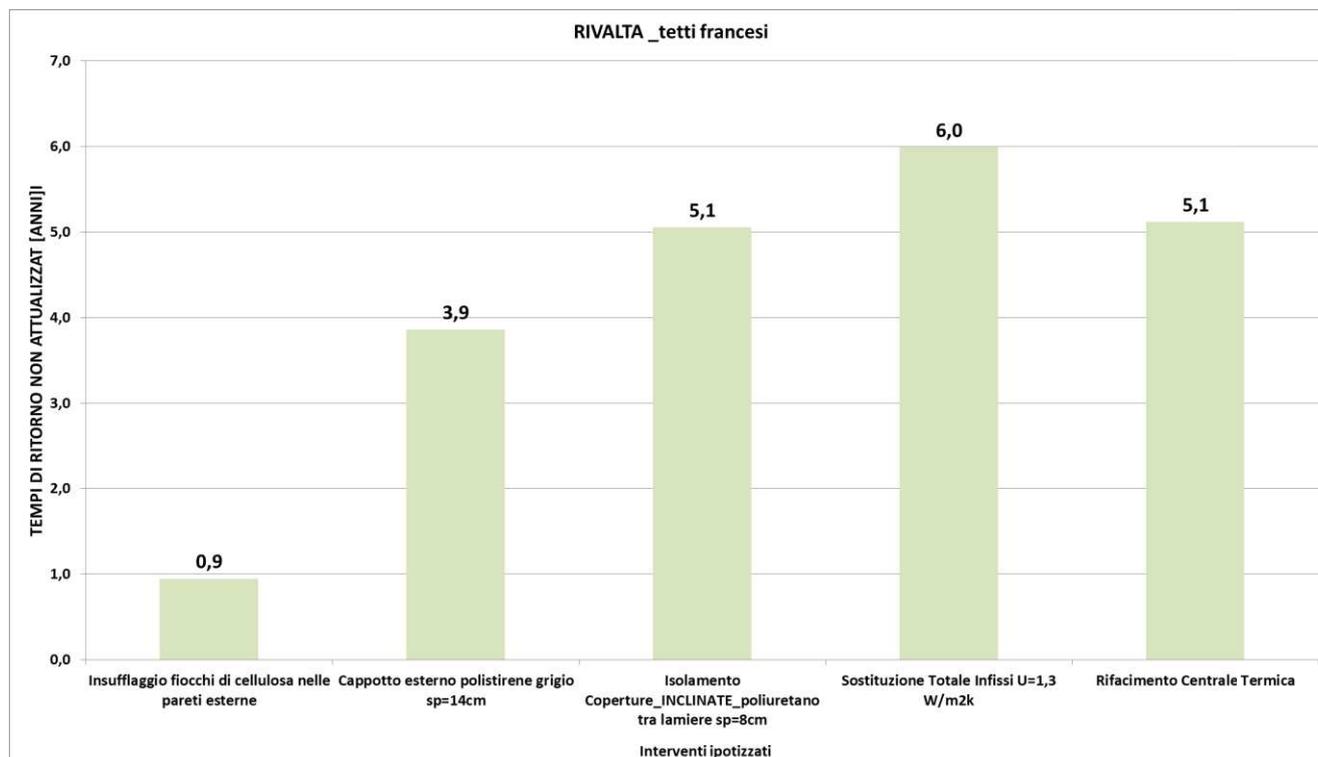


- Tabella riassuntiva: baseline, scenari interventi, investimento e tempo di ritorno

Nella tabella seguente sono riportati i tempi di ritorno non attualizzati per ogni intervento:

TABELLA RIASSUNTIVA SCENARI PROPOSTI	
Scenari intervento	Tempo di ritorno
Insufflaggio cassavuota con fiocchi di cellulosa	0,9
Cappotto muri esterni con polistirene grigio sp=14cm	3,9
Isolamento delle coperture inclinate con poliuretano tra lamiere sigillate sp=8cm	5,1
Sostituzione totale degli Infissi esistenti con altri aventi U=1,3 W/m2k	6,0
Rifacimento Centrale termica	5,1

Nell'istogramma seguente sono riportati i tempi di ritorno non attualizzati per ogni intervento utilizzando gli incentivi del conto termico:



2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 Informazioni sul sito

INFORMAZIONI GENERALI	
Comune	Rivalta di Torino
Nome edificio	Scuola Elementare Tetti Francesi
Indirizzo	Via Fossano n.7
Destinazione d'uso	E.7- edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Contesto urbano	Periferia
Anno di costruzione	Costruzione 1970
Descrizione generale	L'edificio è costituito da un unico corpo di fabbrica con uno sviluppo in pianta molto articolato caratterizzato tre piani riscaldati (seminterrato, rialzato e primo). Ciascuno dei piani presenta altezze irregolari tra i vari locali spesso in comunicazione tra loro mediante numerose rampe di scale interne. L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica localizzata in un locale interrato esterno allo sviluppo in pianta del fabbricato. L'edificio, al momento, viene utilizzato esclusivamente per svolgere attività scolastiche nelle ore diurne e nel primo pomeriggio, e non per attività serali supplementari. Il contesto urbanistico è tipico delle periferie italiane caratterizzato dalla presenza di edifici residenziali di varie dimensioni, geometrie ed esposizioni collegati tra loro da percorsi viari veicolari e spazi verdi.

Foto dell'edificio scolastico



Foto 1 Prospetto nord-ovest



Foto 2 prospetto nord-est



Foto 3 prospetto nord livello rialzato



Foto 4 interno del corridoio centrale del piano rialzato



Foto 5 particolare delle vetrate di accesso alla scuola



Foto 6 una delle numerose variazioni di altezza dei locali

SITO DELL'INTERVENTO

Zona climatica e GG	Zona climatica E – Gradi Giorno 2666 ai sensi della UNI 10349 -
Altitudine s.l.m.	294 m
Latitudine	45° 01'
Longitudine	7° 31'

Foto aerea



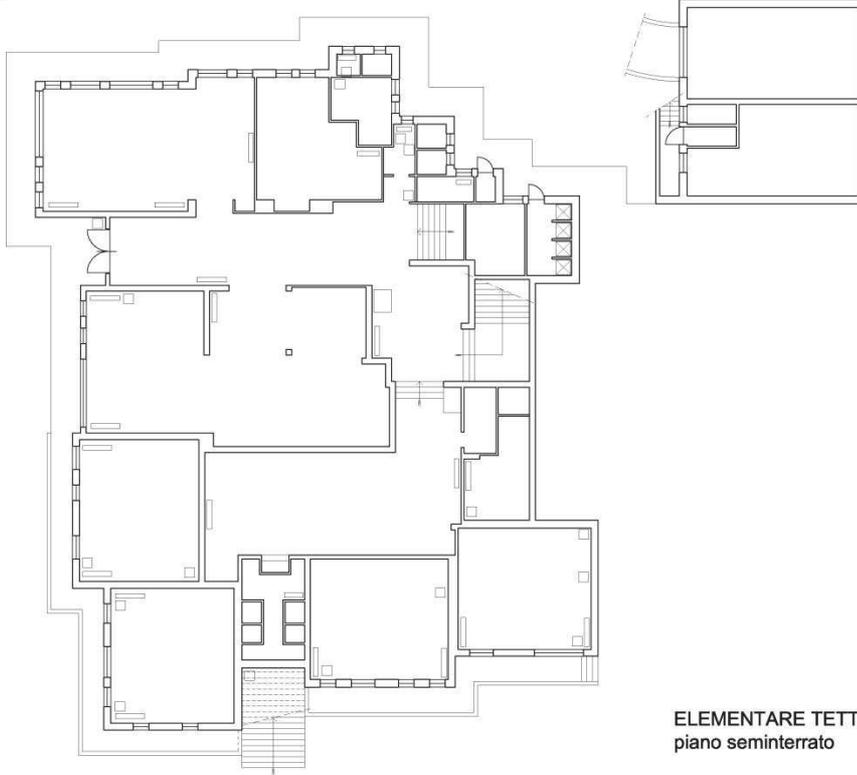
In rosso l'edificio scuola elementare Tetti Francesi

CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m ²]	Superficie disperdente involucro edilizio [m ²]	Volume lordo riscaldato [m ³]	Rapporto S/V [m ⁻¹]
3	2.565,70	4.975,86	10.831,37	0,46

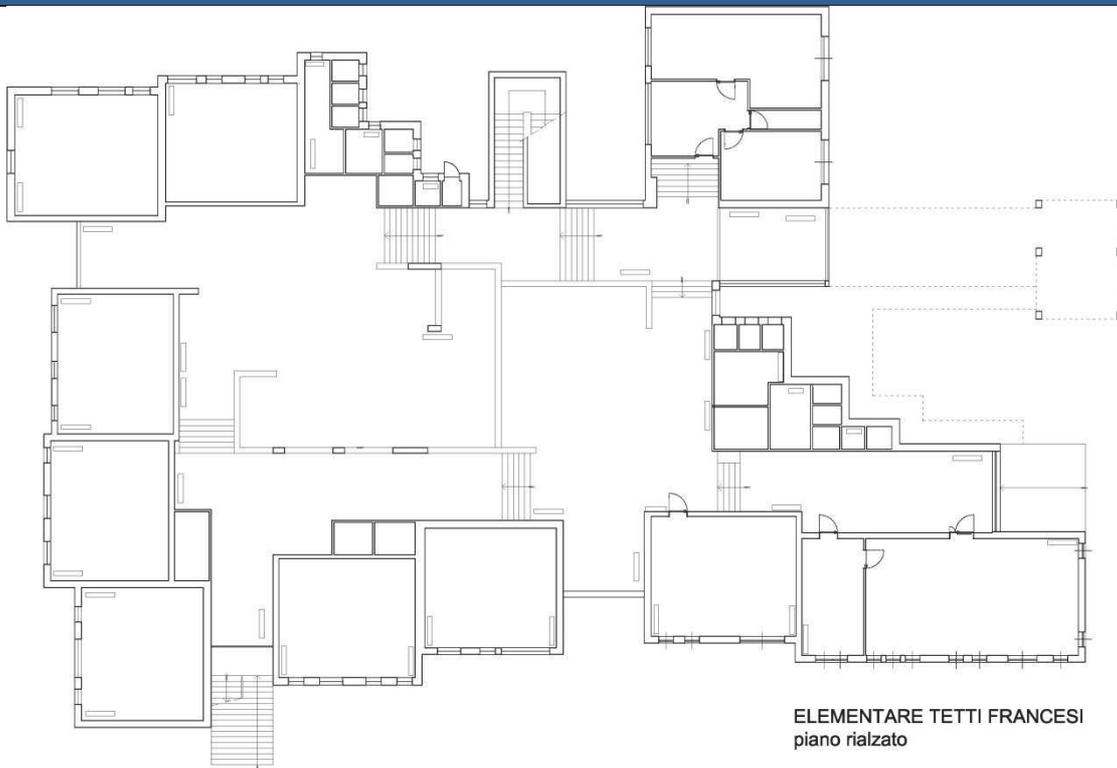
ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

PIANO SEMINTERRATO



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano seminterrato

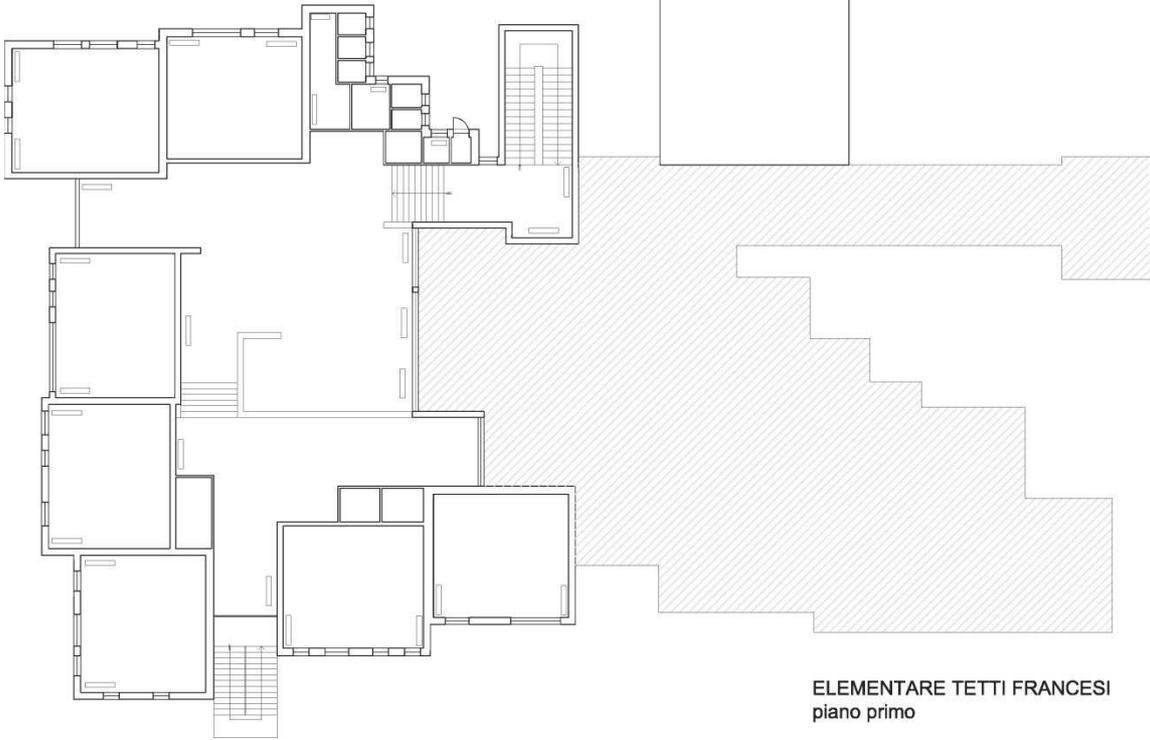
PIANO RIALZATO



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano rialzato



PIANO PRIMO



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano primo

2.2 Costi storici per gas naturale.

Per la stima dei costi sono stati utilizzati i seguenti dati forniti dal comune riguardanti la scuola.

ANNO	COSTO	CONSUMO REALE [kWh]	CONSUMO MODELLO [kWh]	CONSUMO MODELLO [Sm ³]	VARIAZIONE [%]	CONSUMO REALE CALCOLATO [Sm ³]	COSTO SPECIFICO [€/Sm ³]
2012/13	€ 71.119	534.500	544.177	58.233	1,8%	57.179	1,2438
2011/12	€ 69.239	550.500	509.120	54.503	-7,5%	58.600	1,1816
2010/11	€ 57.269	503.300	555.549	59.437	10,4%	53.267	1,0751
MEDIO	€ 65.876	529.433	536.282	57.391	6,6%	56.348	1,1691

Per ottenere un costo specifico del metano è stato utilizzato il modello del sistema edificio-impianto nel quale viene calcolato il rendimento dell'impianto di riscaldamento.

Il "consumo reale calcolato [Sm³]" è stato calcolato con la seguente formula:

$$\text{CONSUMO REALE CALCOLATO [Sm}^3\text{]} = \text{CONSUMO MODELLO [Sm}^3\text{]} \times (1 - \text{VARIAZIONE}[\%])$$

26

Attraverso il consumo reale calcolato è stato possibile ottenere il costo specifico medio delle 3 stagioni termiche considerate, pertanto costo complessivo al netto dell'IVA di approvvigionamento del combustibile, utilizzato per le simulazioni, è pari a:

1,1690 €/Sm³

2.3 Costi di gestione e manutenzione centrali termiche

Attraverso i dati forniti dal comune è stato possibile ottenere il costo annuale al netto dell'IVA della gestione e manutenzione:

2.020 €/anno

2.4 Indicatori di performance energetici ed ambientali

Gli indicatori di performance individuati sono espressi rispetto ai consumi energetici reali con riferimento ai dati storici come media delle ultime 3 annualità, normalizzati rispetto alle condizioni climatiche e alle caratteristiche geometriche dell'edificio (gradi giorno e volume riscaldato). Per gli edifici scolastici in particolare si dovranno determinare i due seguenti indici, per la cui completa definizione si farà riferimento alle Linee Guida ENEA- FIRE "Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole" (scaricabili al link http://www.fire-italia.it/eell/scuole/guida_scuole.pdf).

L'indicatore introdotto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia primaria per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell'edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore Fe)
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore Fh)
- Gradi Giorno della Stagione di riscaldamento (ottenuto dai dati climatici, si veda il relativo paragrafo)
- Volume riscaldato

27

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Energia_primaria_nonrinnov} \cdot F_e \cdot F_h}{GG \cdot V_{risc}}$$

L'indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- superficie lorda ai piani dell'edificio AP
- fattore Fh relativo all'orario di occupazione, così come descritto nel paragrafo su IENE

La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{\text{Consumoenergiael} \cdot F_h}{A_p}$$

Di seguito si riportano degli estratti delle Linee Guida ENEA-FIRE per il calcolo degli indicatori

Fattori di normalizzazione F_e

Materne

S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,40	1,2
da 0,41 a 0,50	1,1
da 0,51 a 0,60	1,0
oltre 0,60	0,9

Elementari

S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,30	1,2
da 0,31 a 0,35	1,1
da 0,36 a 0,40	1,0
da 0,41 a 0,45	0,9
oltre 0,45	0,8

Fattori di normalizzazione F_h

Elementari – Medie
Secondarie Superiori

h/g	F_h
sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
oltre 11	0,8

Medie – Second. Superiori

S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,25	1,1
da 0,26 a 0,30	1,0
da 0,31 a 0,40	0,9
oltre 0,40	0,8

$F_e = \dots\dots\dots$

$F_h = \dots\dots\dots$

Per la scuola Tetti Francesi abbiamo i seguenti valori:

Rapporto S/V [m-1] = 0,46 → $F_e=0,8$

Hfunzionamento: 10

$F_h=0,9$

Vlordoriscaldato= 10831 m³

GGrealimedi= 2.496

Energia_primaria_nonrinnav = 560099 kWh

IENR = 16,6 [Wh/m³ X GG X anno]

La classe di merito della scuola in esame si individua sulla base delle seguenti tabelle presenti nella guida ENEA – FIRE:

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

$Wh_t / m^3 \times GG \times \text{anno}$

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

$kWh_e / m^2 \times \text{anno}$

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist.Tecn.Ind. e Ist.Prof.Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist.Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

3 AUDIT DELL'EDIFICIO

3.1 *Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio*

Il modello energetico dell'edificio preso in esame è stato suddiviso in n.14 zone climatiche di calcolo individuate su tre livelli riscaldati (piano seminterrato, piano rialzato e piano primo). L'edificio è costituito, da una struttura portante in pilastri di c.a e tamponamenti a cassavuota (non isolati) in laterizio. I muri esterni hanno mediamente spessori di 43 cm e risultano rivestiti esternamente con piastrelle di ceramica. L'involucro superiore è caratterizzato dalla presenza di solai disperdenti in latero-cemento in gran parte inclinati e protetti da strati impermeabilizzanti in guaina bituminosa. L'edificio è alimentato da n.2 caldaie tradizionali di P=310 kW. Di seguito vengono riportate le informazioni relative allo stato di fatto dell'edificio, reperite mediante analisi documentale e sopralluoghi in sito. Esse sono state utilizzate nel software di simulazione come dati di input al fine di definire il bilancio energetico attuale dell'edificio. Le stratigrafie dei componenti dell'involucro sono state ipotizzate sulla base dei dati reperiti durante: il rilievo geometrico, l'analisi documentale, e le forometrie effettuate sull'involucro edilizio. Non è stato possibile usare strumenti come la termocamera in quanto i rilievi sono avvenuti nella stagione estiva e non vi erano le condizioni climatiche idonee al suo corretto utilizzo.

IMMAGINI DELLE INDAGINI FOROMETRICHE DELL'INVOLUCRO TERMICO

Indagine forometrica della parete esterna di tamponamento perimetrale dell'edificio



Foto 7 immagine relativa alle forometrie



Foto 8 dettaglio del foro

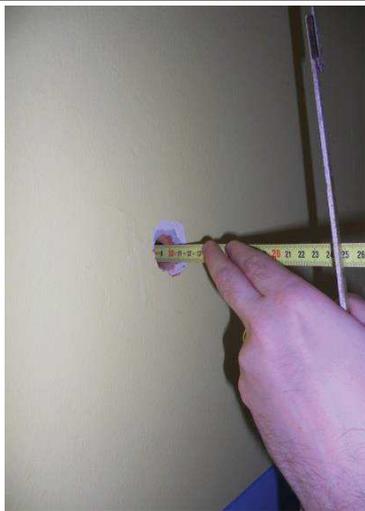


Foto 9 misurazione del primo corso di mattoni verso l'interno della stratigrafia

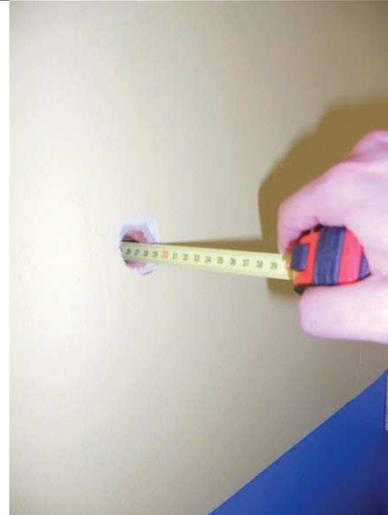


Foto 10 misurazione dello spessore della muratura comprensivo della cassavuota



Foto 11 immagine della forometria della parete di tamponamento realizzata dall'esterno



Foto 12 dettaglio della forometria dall'esterno della parete di tamponamento

IMMAGINI DELLE INDAGINI FOROMETRICHE DELL'INVOLUCRO TERMICO

Indagine forometrica della parete sottofinestra di tamponamento perimetrale dell'edificio



Foto 13 immagine relativa alle forometrie della parete sottofinestra

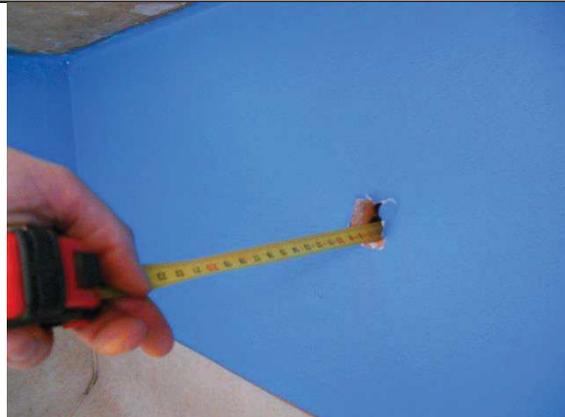


Foto 14 dettaglio del foro della parete sottofinestra del muro esterno

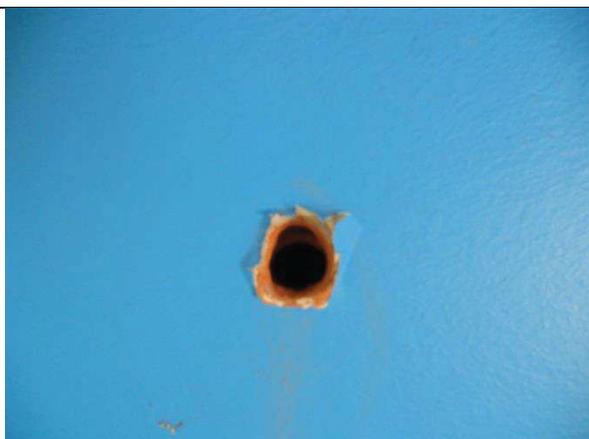


Foto 15 l'indagine rivela che la parete è piena e non presenta isolamento tra i due corsi di mattoni



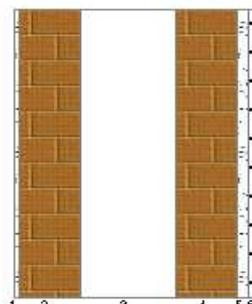
Foto 16 l'assenza di isolamento interno e lo spessore ridotto determina dei valori di trasmittanza termica elevati

Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

Descrizione della struttura: Muro esterno piastrelle

Codice: M1

Trasmittanza termica	1,200	W/m ² K
Spessore	430	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	364	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	310	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,450	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,375	-
Sfasamento onda termica	-9,0	h



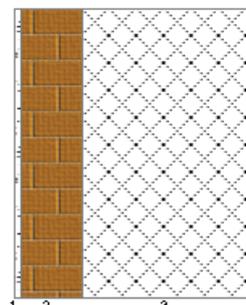
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00
6	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	25,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

33

Descrizione della struttura: Muro con Pilastro

Codice: M2

Trasmittanza termica	1,817	W/m ² K
Spessore	415	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	5,021	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	834	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	816	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,282	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,155	-
Sfasamento onda termica	-10,9	h



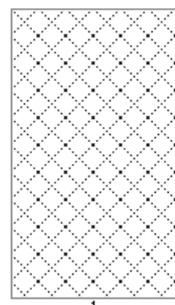
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00

2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	300,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro esterno ca

Codice: M3

Trasmittanza termica	2,890	W/m ² K
Spessore	300	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	5,128	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	690	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	690	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,772	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,267	-
Sfasamento onda termica	-8,0	h



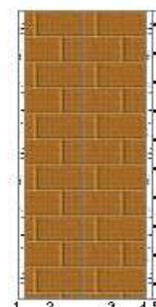
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	300,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

34

Descrizione della struttura: Sottofinestra di Muro esterno piastrelle

Codice: M4

Trasmittanza termica	1,554	W/m ² K
Spessore	255	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	346	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	310	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,692	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,445	-
Sfasamento onda termica	-7,7	h



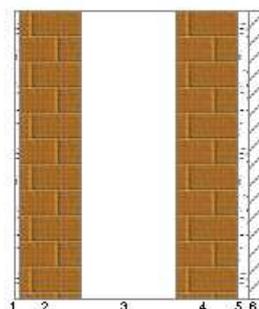
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00

3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
5	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	25,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro esterno rivestimento in pietra

Codice: M5

Trasmittanza termica	1,208	W/m ² K
Spessore	435	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	21,552	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	354	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	300	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,463	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,383	-
Sfasamento onda termica	-8,9	h



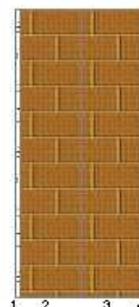
35

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00
6	Roccia naturale sedimentaria	30,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro su non riscaldato_filtro1

Codice: M8

Trasmittanza termica	1,495	W/m ² K
Spessore	230	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	7,6	°C
Permeanza	119,760	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	288	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	252	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,685	W/m ² K



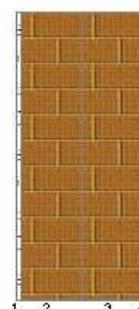
Fattore attenuazione **0,458** -
Sfasamento onda termica **-7,1** h

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro su non riscaldato_vespaio ISPEZ

Codice: M9

Trasmittanza termica **1,495** W/m²K
Spessore **230** mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **12,0** °C
Permeanza **119,760** 10⁻¹²kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci) **288** kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci) **252** kg/m²
Trasmittanza periodica **0,685** W/m²K
Fattore attenuazione **0,458** -
Sfasamento onda termica **-7,1** h



36

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

6	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	25,00	1,300	0,019	2300	0,84	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,086	-	-	-

Descrizione della struttura: Muro su non riscaldato_SCALA PRESIDENZA

Codice: M12

Trasmittanza termica **1,495** W/m²K
Spessore **230** mm



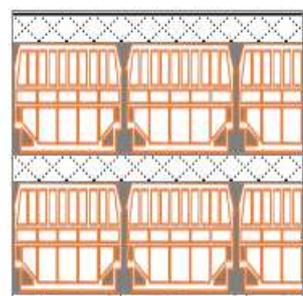
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-2,0	°C
Permeanza	119,760	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	288	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	252	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,685	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,458	-
Sfasamento onda termica	-7,1	h

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Codice: S1

Descrizione della struttura: Copertura_INCLINATA_P1

Trasmittanza termica	0,901	W/m ² K
Spessore	518	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,488	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	828	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	810	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,047	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,052	-
Sfasamento onda termica	-17,8	h

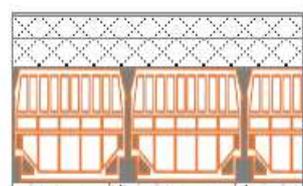


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	8,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
3	Soletta in laterizio	200,00
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
5	Soletta in laterizio	200,00
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: *Solaio su terrazzo custode*

Codice: S2

Trasmittanza termica	1,397	W/m ² K
Spessore	305	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,782	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	488	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	470	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,354	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,253	-
Sfasamento onda termica	-10,2	h

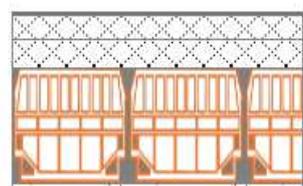


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	200,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: *Copertura_PIANA*

Codice: S3

Trasmittanza termica	1,364	W/m ² K
Spessore	308	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,493	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	492	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	474	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,325	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,238	-
Sfasamento onda termica	-10,4	h



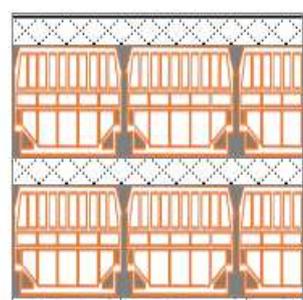
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	8,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00

4	Soletta in laterizio	200,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: Copertura_INCLINATA_PR

Codice: S4

Trasmittanza termica	0,901	W/m ² K
Spessore	518	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,488	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	828	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	810	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,047	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,052	-
Sfasamento onda termica	-17,8	h



39

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	8,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
3	Soletta in laterizio	200,00
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
5	Soletta in laterizio	200,00
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

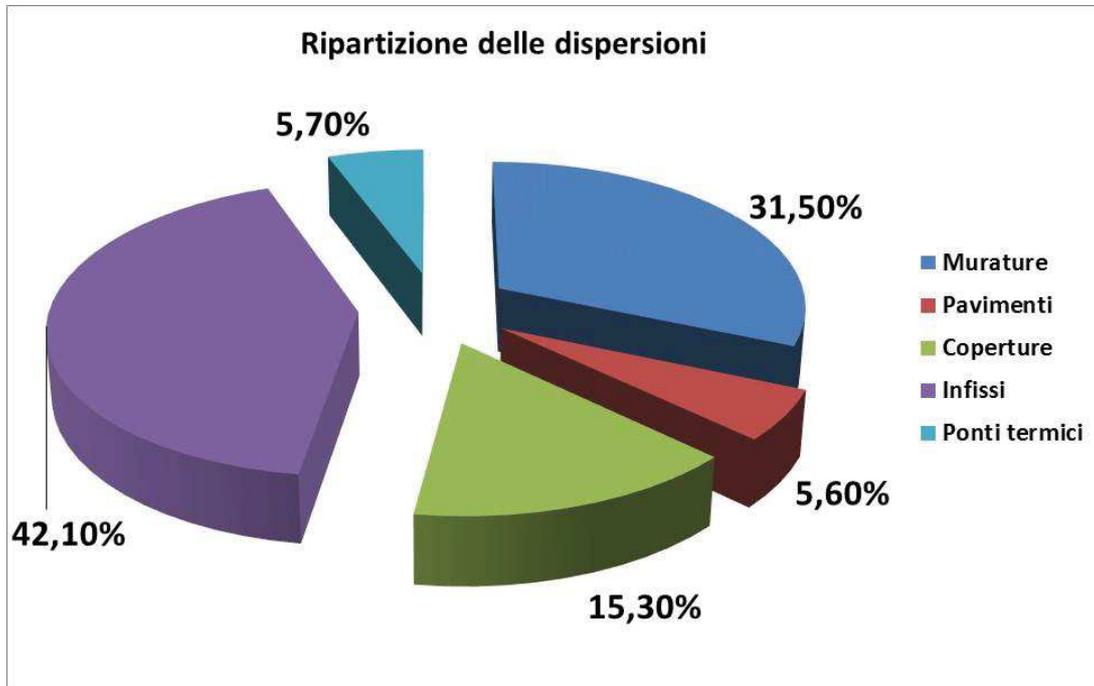
Si riportano di seguito i dettagli sui numerosi componenti disperdenti dell'involucro trasparente dell'edificio.

Cod	Tip o	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θe [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W1	T	F1_Ingresso_6mod_402x300	6,063	-8,0	24,12	4709	1,9
W2	T	F2_Laterale_9mod_546x300	6,078	-8,0	16,38	3345	1,4
W3	T	F3_Alta_173x382	6,161	-8,0	6,61	1311	0,5
W4	T	F4_In Alto_4mod_246x120	6,014	-8,0	8,86	1566	0,6
W5	T	F5_Presidenza_210x230	6,103	-8,0	14,49	2806	1,2
W6	T	F6_90x190	6,124	-8,0	39,33	7535	3,1
W7	T	F7_6mod_310x300	6,114	-8,0	9,30	1751	0,7
W8	T	F8_3mod_160x320	6,071	-8,0	5,12	914	0,4
W9	T	F9_3mod_215x300	6,020	-8,0	6,45	1142	0,5
W10	T	F10_90x185	6,193	-8,0	14,98	2844	1,2
W11	T	F11_80x230	6,139	-8,0	55,20	10707	4,4
W12	T	F12_80x190	6,151	-8,0	53,20	10420	4,3
W13	T	F13_155x190	6,157	-8,0	17,67	3376	1,4

W14	T	F14_3mod_230x233	6,093	-8,0	16,08	3154	1,3
W15	T	F15_6mod_400x320	6,010	-8,0	38,40	7324	3,0
W16	T	F16_5mod__246x120	6,037	-8,0	8,86	1721	0,7
W17	T	F17_1mod__50x120	6,195	-8,0	13,20	2638	1,1
W18	T	F18_120x220	6,192	-8,0	5,28	1098	0,5
W19	T	F19_120x185	6,156	-8,0	26,64	5185	2,1
W20	T	F20_5mod_336x320	6,297	-8,0	21,50	4360	1,8
W21	T	F9_3mod_190x185	6,129	-8,0	7,03	1297	0,5
W22	T	F22_155x230	6,143	-8,0	7,13	1318	0,5
W23	T	F23_190x225	6,160	-8,0	4,28	774	0,3
W24	T	F24_110x320	6,138	-8,0	7,04	1270	0,5
W25	T	F25_scala_126x260	6,149	-8,0	6,55	1269	0,5
W26	T	F26_scala_280x260	6,106	-8,0	14,56	2801	1,2
W27	T	F27_5mod_350x230	6,128	-8,0	8,05	1588	0,7
W28	T	F28_230x190	6,097	-8,0	4,37	783	0,3
W29	T	F29_1mod_65x110	6,165	-8,0	11,44	2370	1,0
W30	T	F30_1mod_65x125	6,150	-8,0	10,56	2092	0,9
W31	T	F31_1mod_65x155	6,129	-8,0	1,01	199	0,1
W32	T	F32_1mod_40x185	6,267	-8,0	0,74	149	0,1
W33	T	F33_5mod__335x230	6,119	-8,0	15,41	3036	1,2
W34	T	F34_Porta Sicurezza Vetrata__120x220_all	5,056	-8,0	2,64	411	0,2
W35	T	F35_Porta Sicurezza Vetrata__80x220_all	4,907	-8,0	1,76	266	0,1
W36	T	F36_3mod_260x190	6,075	-8,0	4,94	1008	0,4
W37	T	F37_95x185_all	4,923	-8,0	1,76	267	0,1
W38	T	F38_4mod__370x315	6,046	-8,0	11,65	2170	0,9
W39	T	F39_Porta Sicurezza _190x270_all	4,283	-8,0	5,13	646	0,3
W40	T	F40_95x150	6,245	-8,0	2,85	523	0,2

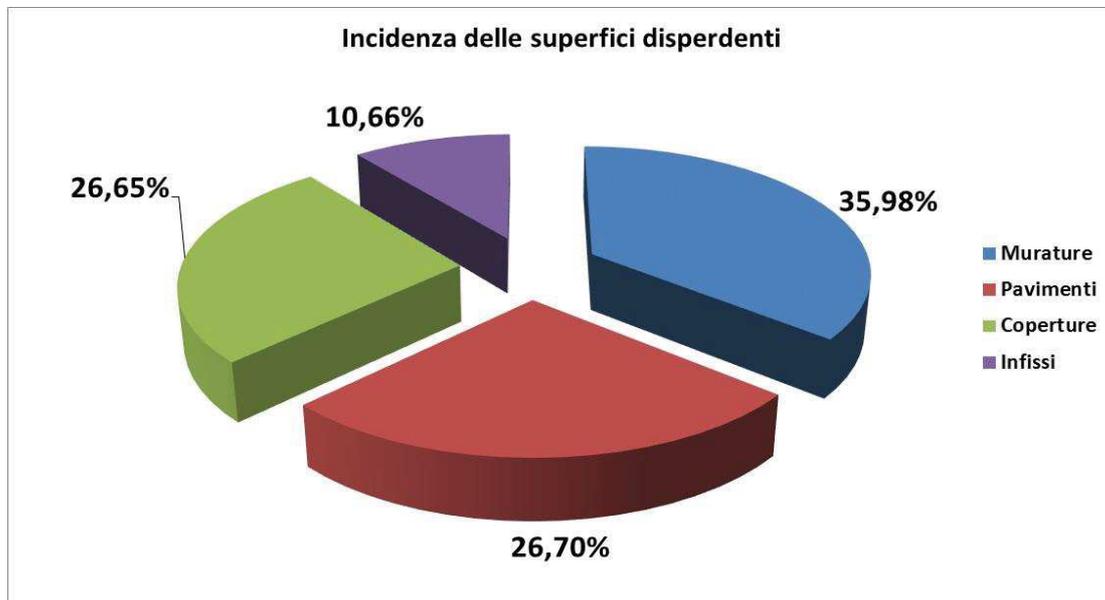
Come di può notare gli elementi trasparenti condizionano fortemente le dispersioni dell'edificio a causa delle caratteristiche prestazionali risalenti all'epoca di costruzione e a causa delle numerose superfici disperdenti dell'involucro termico.

A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia:



Incidenza dispersioni dei componenti involucro

41



Incidenza superfici dei componenti involucro

I grafici hanno lo scopo di individuare l'incidenza dei componenti sulla geometria dell'edificio e le maggiori dispersioni dei componenti sull'involucro riscaldato.

Obiettivo dei grafici è l'individuazione dei deficit energetici dei vari componenti al fine di ipotizzare gli interventi maggiormente efficaci di riqualificazione energetica.

Si riportano di seguito i dettagli sulle superfici disperdenti totali dell'involucro dell'edificio.

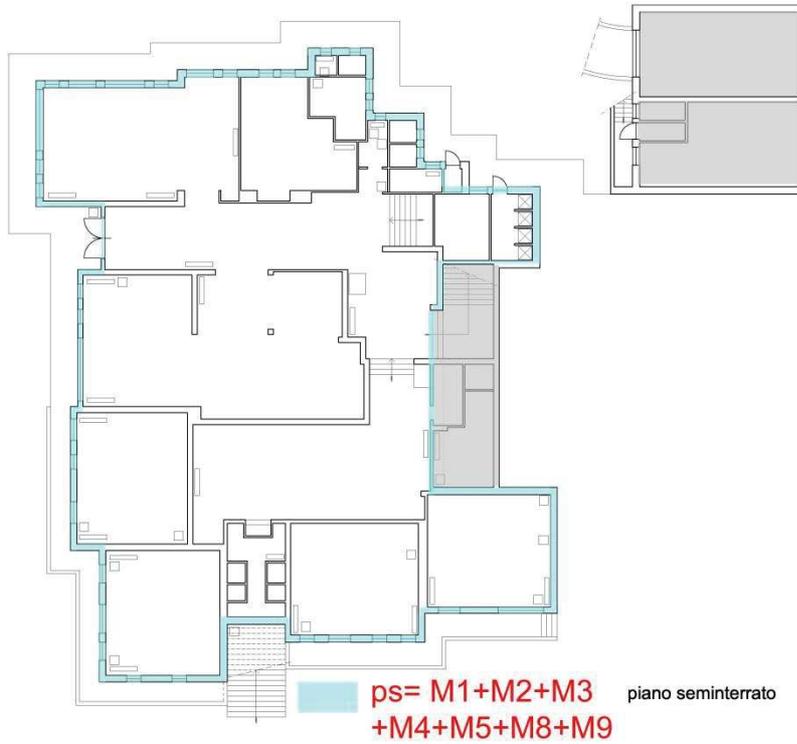
Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

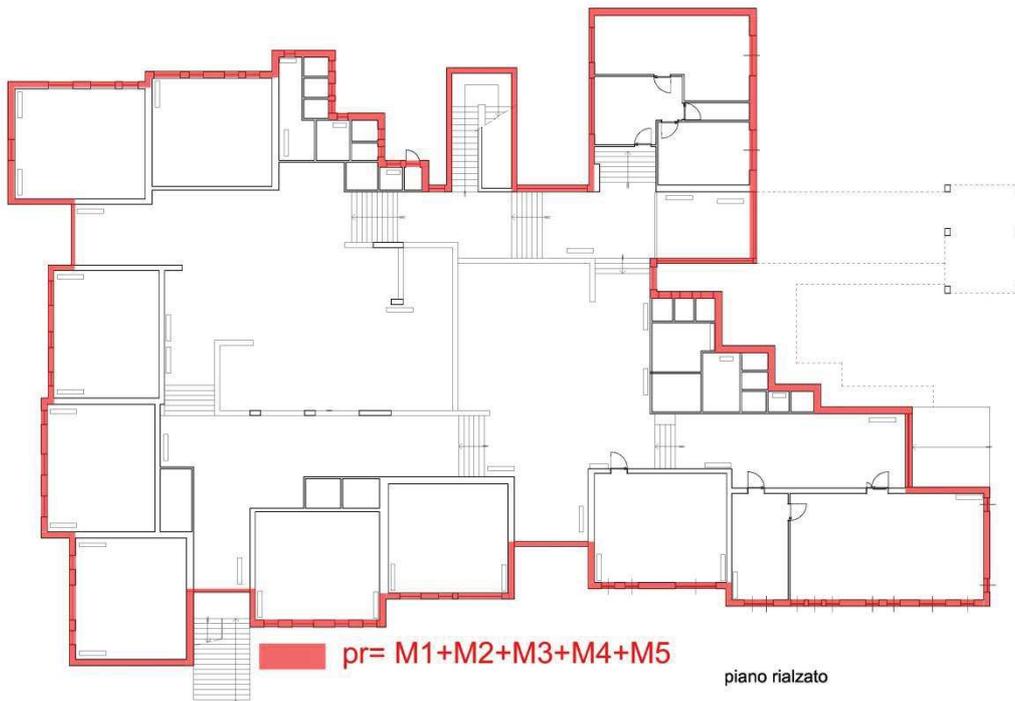
Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M1	T	Muro esterno piastrelle	1,269	-8,0	1197,87	48042	19,8
M2	T	Muro con Pilastro	1,981	-8,0	245,90	15312	6,3
M4	T	Sottofinestra di Muro esterno piastrelle	1,672	-8,0	117,82	6195	2,6
M5	T	Muro esterno rivestimento in pietra	1,279	-8,0	106,32	4293	1,8
M8	U	Muro su non riscaldato_filtro1	1,495	7,6	10,85	201	0,1
M9	U	Muro su non riscaldato_vespaio ISPEZ	1,495	12,0	77,53	927	0,4
M12	U	Muro su non riscaldato_SCALA PRESIDENZA	1,495	-2,0	34,20	1127	0,5
P1	G	Pavimento su terreno	0,253	-8,0	795,73	5639	2,3
P2	U	Pavimento su vespaio_NON ISPEZIONABILE	1,193	11,2	239,05	2518	1,0
P3	T	Pavimento delle Scale	1,450	-8,0	28,32	1150	0,5
P4	U	Pavimento su box	1,179	-3,1	99,79	2711	1,1
P5	U	Pavimento su vespaio_ISPEZIONABILE	1,193	12,0	165,77	1581	0,7
S1	T	Copertura_INCLINATA_P1	0,940	-8,0	750,77	19754	8,1
S2	T	Solaio su terrazzo custode	1,492	-8,0	21,00	877	0,4
S3	T	Copertura_PIANA	1,454	-8,0	145,67	5931	2,4
S4	T	Copertura_INCLINATA_PR	0,940	-8,0	408,71	10754	4,4



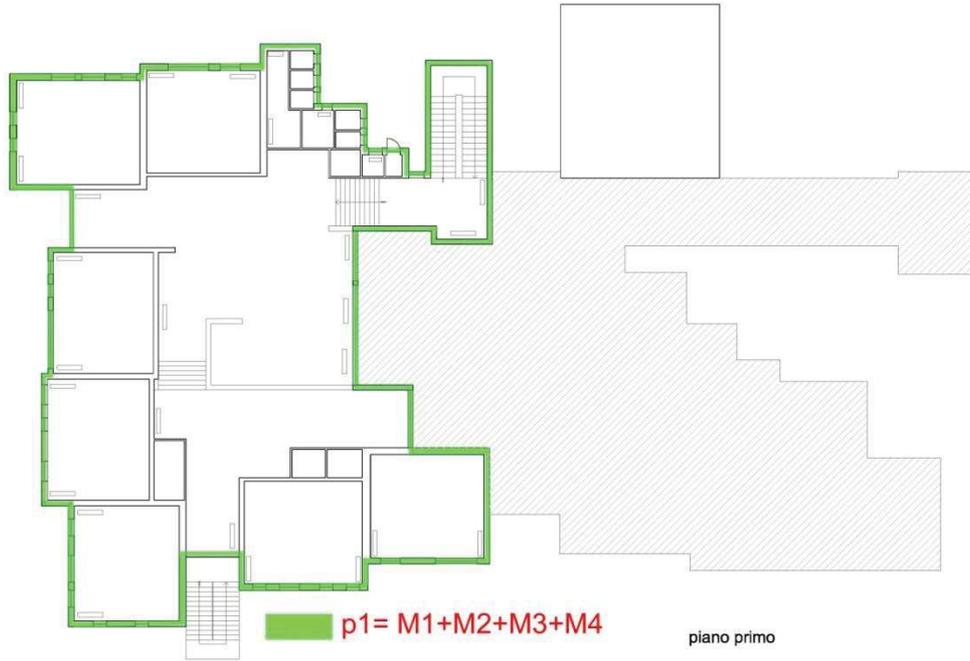
PIANO SEMINTERRATO



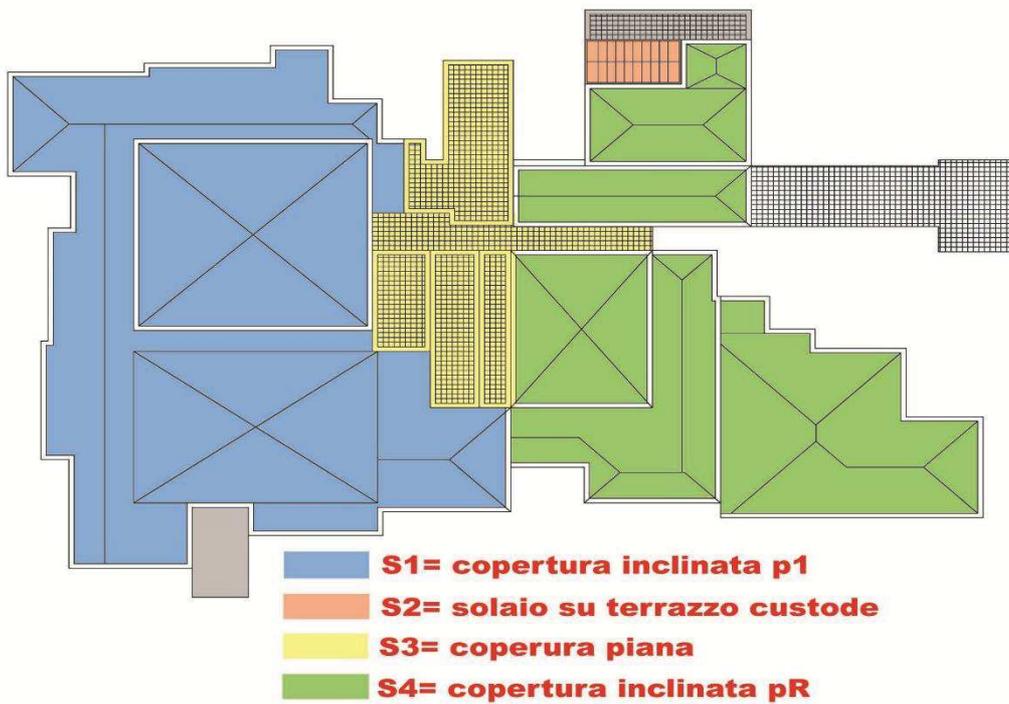
PIANO RIALZATO



PIANO PRIMO



PIANO COPERTURE



Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni delle n.14 zone termiche dell'edificio in oggetto; tali dati risultano utili a comprendere su quali parti di edificio può convenire intervenire compatibilmente con le caratteristiche delle strutture esistenti e con la fattibilità tecnica degli interventi.

Dispersioni totali:

Coefficiente di sicurezza adottato

1,00 -

Nr.	Descrizione zona termica	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Filtro_PS	7700	7700
2	Aule_-1.75_PS	48385	48385
3	Mensa_-1.15_PS	95518	95518
4	Ingresso_0,00_PR	21012	21012
5	Uffici_0,00_PR	31506	31506
6	Presidenza_+1,05_PR	16350	16350
7	Segreteria_+0,60_PR	25405	25405
8	Laboratori_+1,50_PR	88386	88386
9	Aule_+2,55_PR	59830	59830
10	Filtro_+1,05_PR	10403	10403
11	Filtro_0,00_P1	46027	46027
12	Aule_+1,50_P1	64089	64089
13	Aule_+0,45_P1	54521	54521
14	Custode_P1	11736	11736
Totale		580867	580867

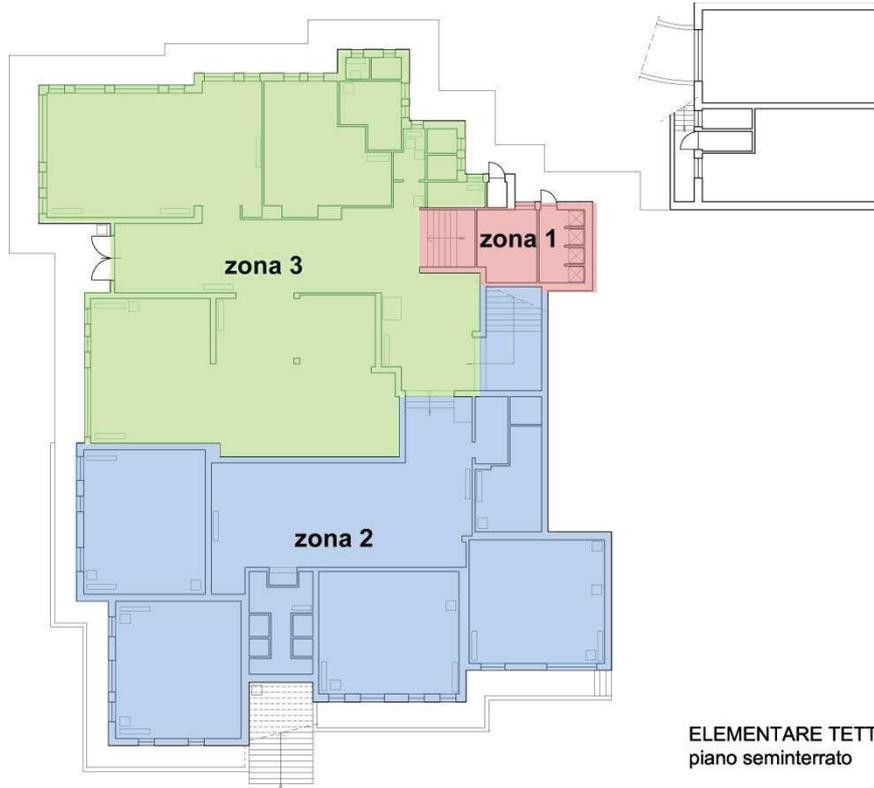
45

Legenda simboli

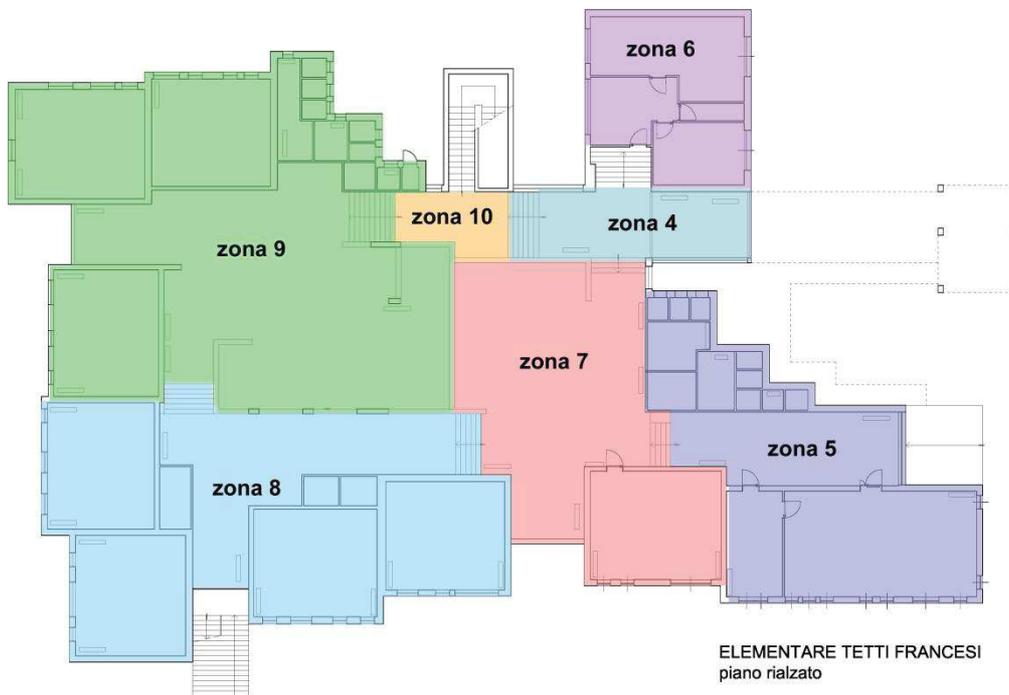
Φ_{hl} Potenza totale dispersa

$\Phi_{hl,sic}$ Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

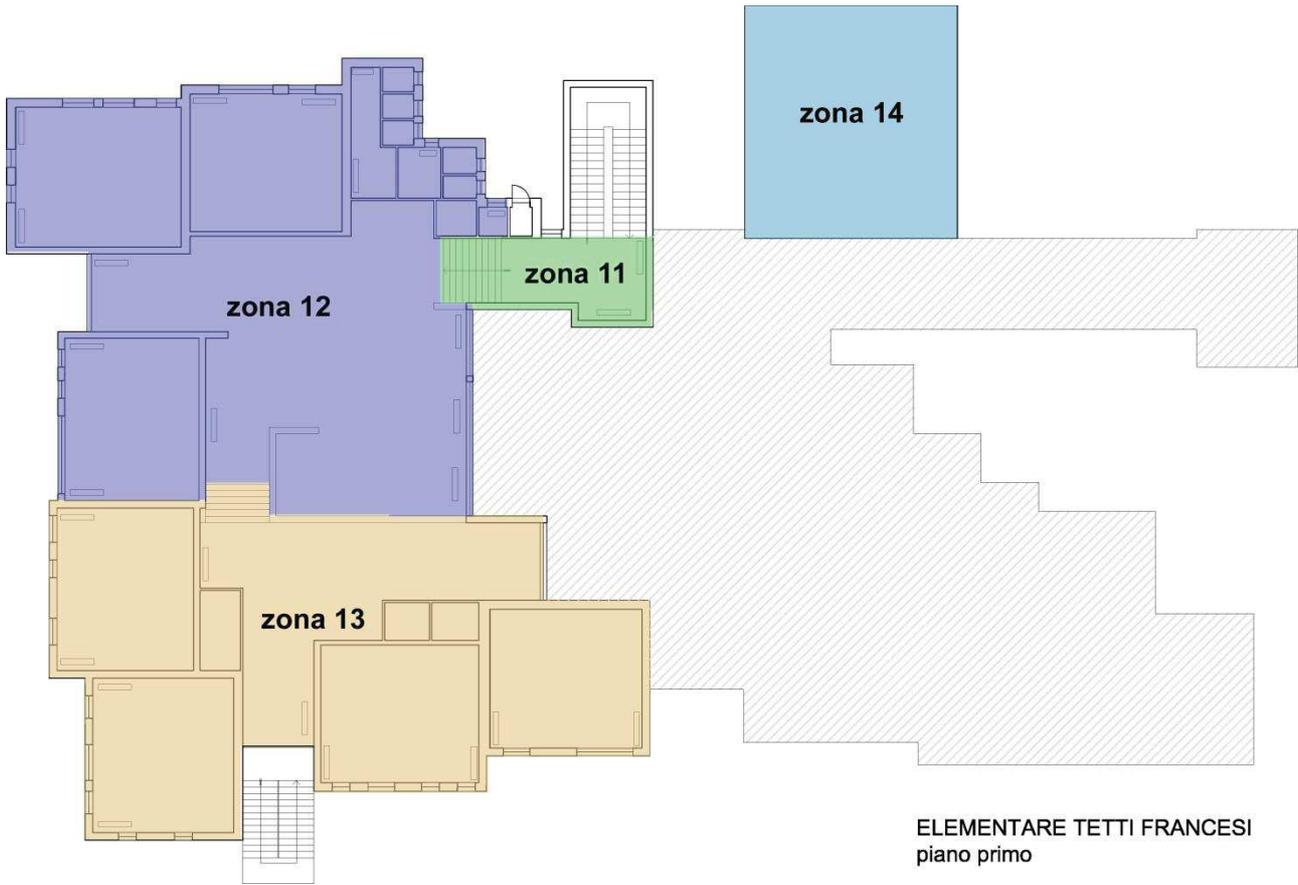
Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito le immagini dei tre livelli riscaldati e delle zone termiche così come sono state considerate nell'ambito della modellazione energetica.



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano seminterrato



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano rialzato



ELEMENTARE TETTI FRANCESI
piano primo

3.2 Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale

Foto della centrale termica | **Caldaia per riscaldamento**



n. 2 Caldaie SANTANDREA/SAR/250

Foto della centrale termica | **Pompe di distribuzione**



Pompe di distribuzione

La centrale termica è composta da 2 caldaie **SANTANDREA/SAR/250**
Elenco sistemi di generazione in centrale termica:

CALDAIA	Tipo di generatore	Metodo di calcolo	Servizio energetico
1	Caldaia tradizionale SANTANDREA/SAR/250	<i>Analitico</i>	RISCALDAMENTO
2	Caldaia tradizionale SANTANDREA/SAR/250	<i>Analitico</i>	RISCALDAMENTO

Modalità di funzionamento dell'impianto:

Funzionamento con attenuazione

Giorni a settimana di funzionamento con attenuazione	5 giorni
Ore giornaliere di attenuazione	14,0 ore
Temperatura interna minima regolata	16,0 °C

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico

Marca/Serie/Modello **SANTANDREA/SAR/250**

Potenza nominale al focolare Φ_{cn} **310,00** kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	6,00 %
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	1,00 %
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	1,00 %
Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	93,50 %

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	370 W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80 -

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Centrale termica
Fattore di riduzione delle perdite	$k_{gn,env}$ 0,30 -

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico

Marca/Serie/Modello **SANTANDREA/SAR/250**

Potenza nominale al focolare Φ_{cn} **310,00** kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	6,00 %
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	1,00 %
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	1,00 %

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	93,50	%
<i>Fabbisogni elettrici:</i>			
Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	650	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-
<i>Ambiente di installazione:</i>			
Ambiente di installazione	Centrale termica		
Fattore di riduzione delle perdite	$k_{gn,env}$	0,30	-

Servizio riscaldamento

Edificio : Rivalta Tetti Francesi

Impianto idronico

Fabbisogno di energia primaria annuale	Q_{pH}	577051	kWh/anno
Consumo annuo di Metano		57704	Nm ³

4 DESCRIZIONE INTERVENTI E AZIONI DI MIGLIORAMENTO

4.1 Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

Il modello di simulazione deve essere in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed i fabbisogni calcolati.

La valutazione è effettuata sulla base dei dati reali raccolti: condizioni effettive di utilizzo, dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito, modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto.

È stata seguita la UNI 16212 che descrive la procedura top-down per il calcolo dei risparmi energetici derivanti da interventi di efficienza energetica.

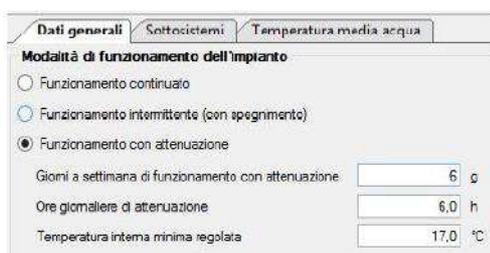
Attraverso il modello matematico creato si determina il consumo teorico di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda del fabbricato. Il passaggio successivo consiste in un processo bottom-up volto a validare il modello attraverso una procedura inversa che, a partire dal confronto tra consumi reali e teorici, verifichi la correttezza dei dati di input e permetta eventuali aggiustamenti tali da rendere i due consumi congruenti. Qualora gli scostamenti siano al

di sotto del 10% per tutte le annate esaminate, si può concludere che il modello simula correttamente il comportamento dell'edificio ed è quindi da ritenere validato ai fini delle analisi successive. I dati climatici utilizzati per la costruzione del modello reale sono i dati meteo riportanti le temperature medie mensili stagionali rilevate dalle stazioni ARPA più prossime all'edificio in oggetto ed aventi caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area in cui è situato l'edificio. Il modello di calcolo viene costruito per tre stagioni termiche successive al fine di confrontare i risultati di consumo simulati dal modello con i dati storici ricavati dalle bollette. Si riporta di seguito un estratto-tipo con i dettagli dei dati climatici annuali forniti dalle stazioni ARPA poi imputati sul software di calcolo energetico al fine di costruire il modello di calcolo reale.

STAZIONE ARPA RIVOLI LA PEROSA							
STAGIONE	GEN	FEB	MAR	APR	OTT	NOV	DIC
2012/13	3,3	2,6	6,6	12,5	13,5	8,6	2,5
2011/12	2,9	0,4	12	11,6	13,2	7,2	4,4
2010/11	1,6	4,9	8,3	15,5	11,2	7	0,5
MEDIA	2,1	2,7	8,6	13,2	12,8	7,7	2,4

All'interno del modello energetico si interviene inoltre con la "correzione" delle temperature interne reali di ciascuna delle zone climatiche che si sono misurate in occasione dei sopralluoghi o che vengono fornite attraverso i dati di telegestione. Le temperature reali interne vengono impostate sul modello al fine di evitare di eseguire il calcolo standard dell'edificio che come da UNI/TS 11300 verrebbe realizzato con una temperatura standard da norma di 20°C. Si interviene inoltre impostando sia le ore, sia i giorni reali di accensione dell'impianto di riscaldamento in funzione dell'occupazione effettiva dell'edificio come da schermata esemplificativa riportata di seguito.

51



I dati reali inseriti nel software utilizzato per eseguire la diagnosi energetica contribuiscono alla definizione di un calcolo dei consumi di combustibile che si avvicinano ai valori di consumo reale riportati nelle bollette energetiche.

Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo delle bollette energetiche per almeno tre stagioni termiche, si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di in 10%. Nel caso in cui l'esito di tale verifica risulti positivo si considera "validato" il modello energetico costruito seguendo la metodologia ed i passaggi già precedentemente descritti.

VALIDAZIONE DEL MODELLO			
Stagione termica	Consumi di metano REALI (kWh)	Consumi di metano CALCOLATI (kWh)	Scostamento (%)
2012-2013	534.500	544.177	1,8%
2011-2012	550.500	509.120	-7,5%
2010-2011	503.300	555.549	10,4%
Consumo medio	529.433	536.282	 6,6%

Al fine di realizzare un'analisi tecnico-economica dei potenziali interventi di efficientamento energetico dell'involucro e degli impianti è stata costruita la "baseline". Tale baseline viene impostata applicando le temperature medie mensili delle 3 stagioni prese in considerazione, ottenendo un modello con dei consumi medi riferiti alle 3 stagioni.

Le fasi successive dell'audit prevedranno il calcolo degli investimenti e dei tempi di ritorno degli interventi di miglioramento ipotizzati e applicati al modello denominato baseline.

Ai fini della realizzazione dell'analisi tecnico-economica dell'edificio, i valori di consumo termico della baseline del modello energetico, sono stati considerati espressi in Sm³ di metano.

4.2 Descrizione dei singoli interventi migliorativi e analisi economica

Le strategie e le soluzioni ipotizzate per la riqualificazione energetica del fabbricato sono da considerarsi come un insieme di operazioni in grado di ottimizzare il "sistema edificio-impianto" i cui risultati consentiranno di:

- Ridurre le dispersioni termiche per trasmissione dell'involucro edilizio
- Migliorare l'efficienza globale dell'impianto per la climatizzazione invernale

Le ipotesi d'intervento ipotizzate riguardano:

- Insuflaggio fiocchi di cellulosa nella cassavuota delle pareti esterne
- Cappotto muri esterni con polistirene grigio sp=14cm
- Isolamento delle coperture inclinate con poliuretano tra lamiere sigillate sp=8cm
- Sostituzione totale degli Infissi esistenti con altri aventi $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Rifacimento CT con sostituzione generatore di calore esistente

Di seguito vengono riportati gli interventi previsti e i relativi costi.

La scelta degli interventi è stata valutata in base ad un'analisi costi/benefici, prediligendo quindi soluzioni che con costi minori possano apportare benefici in termini di risparmio energetico.

53

4.2.1 Insuflaggio fiocchi di cellulosa nella cassavuota delle pareti esterne

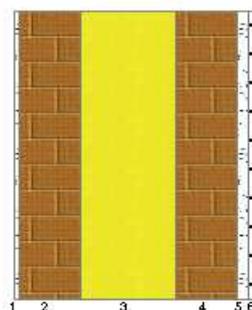
Si ipotizza di coibentare le pareti esterne dell'edificio attraverso la posa di isolante termico in fiocchi di cellulosa all'interno dell'intercapedine muraria mediante insuflaggio. Lo spessore dell'isolante ipotizzato è stato determinato sulla base della dimensione della cassa vuota rilevata attraverso indagine forometrica.

Di seguito viene riportata la stratigrafia della parete successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: Muro esterno piastrelle_INSUFFLAGGIO

Codice: M1

Trasmittanza termica	0,200	W/m ² K
Spessore	430	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	372	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	318	kg/m ²



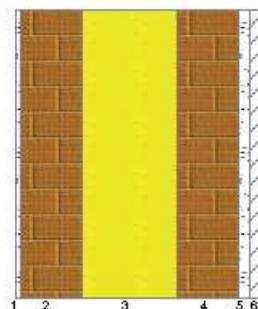
Trasmittanza periodica	0,035	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,173	-
Sfasamento onda termica	-14,9	h

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00
6	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	25,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro esterno rivestimento in pietra_INSUFFLAGGIO

Codice: M5

Trasmittanza termica	0,200	W/m ² K
Spessore	435	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	21,198	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	362	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	308	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,036	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,178	-
Sfasamento onda termica	-14,8	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00
6	Roccia naturale sedimentaria	30,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Costi relativi all'intervento

I costi relativi alla coibentazione delle pareti esterne dell'edificio sono stati valutati attraverso la definizione di un prezzo unitario che comprendesse al suo interno tre differenti voci: la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Insuflaggio fiocchi di cellulosa nella cassavuota delle pareti esterne					
n°	intervento	u.m.	quantità	prezzo unitario	totale
1	Insuflaggio fiocchi di cellulosa nella cassavuota delle pareti esterne	M ³	216	100	21.550*

(*) Importo complessivo delle opere sono da intendersi inclusi degli oneri per la sicurezza, ed escluse le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è comunque da ritenersi indicativo e dovrà essere analizzato in una successiva fase di progetto attraverso un computo metrico estimativo

4.2.2 Cappotto termico pareti esterne edificio con 14 cm di eps grigio

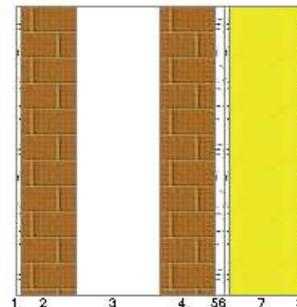
Si ipotizza di coibentare le pareti esterne dell'edificio attraverso la realizzazione di un cappotto termico costituito da pannelli in eps grigio dello spessore di 14 cm. Lo spessore dell'isolante ipotizzato è stato determinato sulla base di una analisi che ha permesso di individuare lo spessore ottimale in termini di energia primaria risparmiata e minor tempo di ritorno.

Di seguito viene riportata la stratigrafia della parete successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: Muro esterno piastrelle_CAPPOTTO

Codice: M1

Trasmittanza termica	0,195	W/m ² K
Spessore	565	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	30,395	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	335	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	255	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,021	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,105	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h

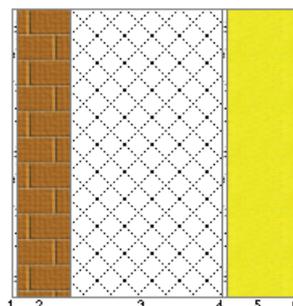


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00
6	Intonaco plastico per cappotto	10,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro con Pilastro_CAPPOTTO

Codice: M2

Trasmittanza termica	0,206	W/m ² K
Spessore	575	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	4,481	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	863	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	819	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,008	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,037	-
Sfasamento onda termica	-13,1	h



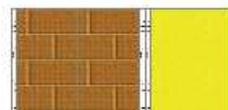
56

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	300,00
4	Intonaco plastico per cappotto	10,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Sottofinestra di Muro esterno piastrelle_CAPPOTTO

Codice: M4

Trasmittanza termica	0,203	W/m ² K
Spessore	390	mm



Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	30,912	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	317	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	255	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,034	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,168	-
Sfasamento onda termica	-10,1	h

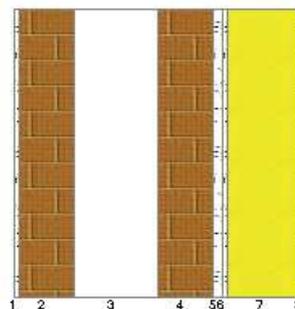
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
5	Intonaco plastico per cappotto	10,00
6	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
7	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

57

Descrizione della struttura: Muro esterno rivestimento in pietra_CAPPOTTO

Codice: M5

Trasmittanza termica	0,195	W/m ² K
Spessore	565	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	30,395	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	335	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	255	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,021	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,105	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	165,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	105,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	20,00

6	Intonaco plastico per cappotto	10,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Costi relativi all'intervento

I costi relativi alla coibentazione delle pareti esterne dell'edificio sono stati valutati attraverso la definizione di un prezzo unitario che comprendesse al suo interno tre differenti voci: la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Cappotto termico pareti esterne edificio con 14 cm di eps grigio					
n°	intervento	u.m.	quantità	prezzo unitario	totale
1	Cappotto termico pareti esterne edificio con 14 cm di eps grigio	m ²	1670	77	127.700*

(*) Importo complessivo delle opere sono da intendersi inclusi degli oneri per la sicurezza, ed escluse le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è comunque da ritenersi indicativo e dovrà essere analizzato in una successiva fase di progetto attraverso un computo metrico estimativo

(**) Il costo unitario relativo alla realizzazione del cappotto è comprensivo della rimozione del rivestimento di facciata.

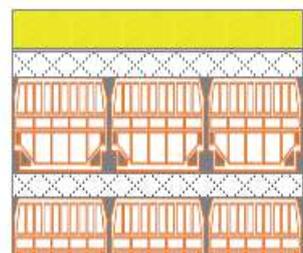
4.2.3 Coibentazione coperture inclinate esistenti con poliuretano espanso tra lamiera sigillate dello spessore di 8 cm.

Si ipotizza di realizzare un isolamento della copertura esistente mediante l'impiego di poliuretano espanso tra lamiera. Di seguito vengono riportate le stratigrafie delle pareti successive all'intervento e i risultati ottenuti.

Descrizione della struttura: Copertura_INCLINATA_P1_ISOLANTE POLIUR/LAMIERE

Codice: S1

Trasmittanza termica	0,196	W/m ² K
Spessore	598	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,475	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale	831	kg/m ²



(con intonaci)

Massa superficiale (senza intonaci) **813** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,002** W/m²K

Fattore attenuazione **0,011** -

Sfasamento onda termica **-20,2** h

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	*Poliuretano espanso tra lamiera sigillate	80,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	8,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	200,00
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
6	Soletta in laterizio	200,00
7	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: Copertura_INCLINATA_PR_ISOLANTE POLIUR/LAMIERE

Codice: S4

59

Trasmittanza termica **0,196** W/m²K

Spessore **598** mm

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

Permeanza **0,475** 10⁻¹²kg/sm²Pa

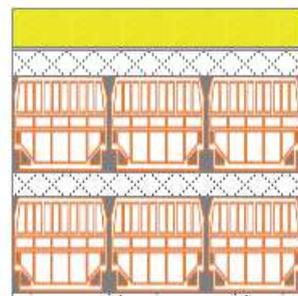
Massa superficiale (con intonaci) **831** kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) **813** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,002** W/m²K

Fattore attenuazione **0,011** -

Sfasamento onda termica **-20,2** h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	*Poliuretano espanso tra lamiera sigillate	80,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	8,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	200,00
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
6	Soletta in laterizio	200,00
7	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Costi relativi all'intervento

I costi relativi alla coibentazione sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Fornitura e posa dei materiali e dei componenti necessari alla realizzazione delle opere di isolamento termico					
n°	materiale	u.m.	quantità	prezzo unitario	totale
1	Poliuretano espanso tra lamiere sigillate	m ³	1.160	42,27	49.000 €*

(*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto.

4.2.4 Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U=1,3W/m^2k$.

Si ipotizza di realizzare una sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi $U=1,3W/m^2K$.

Costi relativi all'intervento

I costi relativi ai serramenti sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

60

Fornitura e posa dei materiali e dei componenti necessari alla realizzazione delle opere di isolamento termico					
n°	materiale	u.m.	quantità	prezzo unitario	totale
1	Infissi $U=1,3W/m^2k$.	m ³	531	440	234.000 €*

(*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto.

4.2.5 Sostituzione generatore di calore

A seguito di un'attenta analisi del fabbisogno e delle potenze richieste nel corso della stagione di riscaldamento, si è ipotizzata l'installazione di 1 generatore da 600 kW, in grado di sostituire le caldaie esistenti. Di seguito le caratteristiche della caldaia inserita nel modello:

Elenco sistemi di generazione in centrale termica:

Priorità	Tipo di generatore	Metodo di calcolo
1	Caldaia a condensazione	Analitico

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento		
Tipo di generatore	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca/Serie/Modello	RIELLO/TAU N - TAU PREMIX/TAU 600		
Potenza nominale al focolare	Φ_{cn}	600,00	kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	0,30	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	0,10	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	0,70	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	107,50	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	108,00	%
ΔT temperatura di ritorno/fumi	$\Delta\theta_{w,fl}$	20,0	°C
Tenore di ossigeno dei fumi	$O_{2,fl,dry}$	6,00	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	970	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-
Potenza elettrica pompe circolazione	W_{af}	1300	W
Fattore di recupero elettrico	k_{af}	0,80	-

Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare	$\Phi_{cn,min}$	180,00	kW
Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on,min}$	0,30	%
Potenza elettrica bruciatore	$W_{br,min}$	39	W
ΔT temperatura di ritorno/fumi	$\Delta\theta_{w,fl,min}$	5,0	°C
Tenore di ossigeno dei fumi	$O_{2,fl,dry,min}$	15,00	%

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**

RISULTATI DI CALCOLO STAGIONALI

Servizio riscaldamento

Edificio : **Rivalta Tetti Francesi**

Impianto idronico

Fabbisogno di energia primaria annuale	Q_{pH}	546854	kWh/anno
Rendimento di generazione medio annuale	$\eta_{H,gn}$	99,0	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	88,4	%
Consumo annuo di Metano		54088	Nm ³
Consumo annuo di Energia elettrica		4239	kWhe

Costi relativi all'intervento

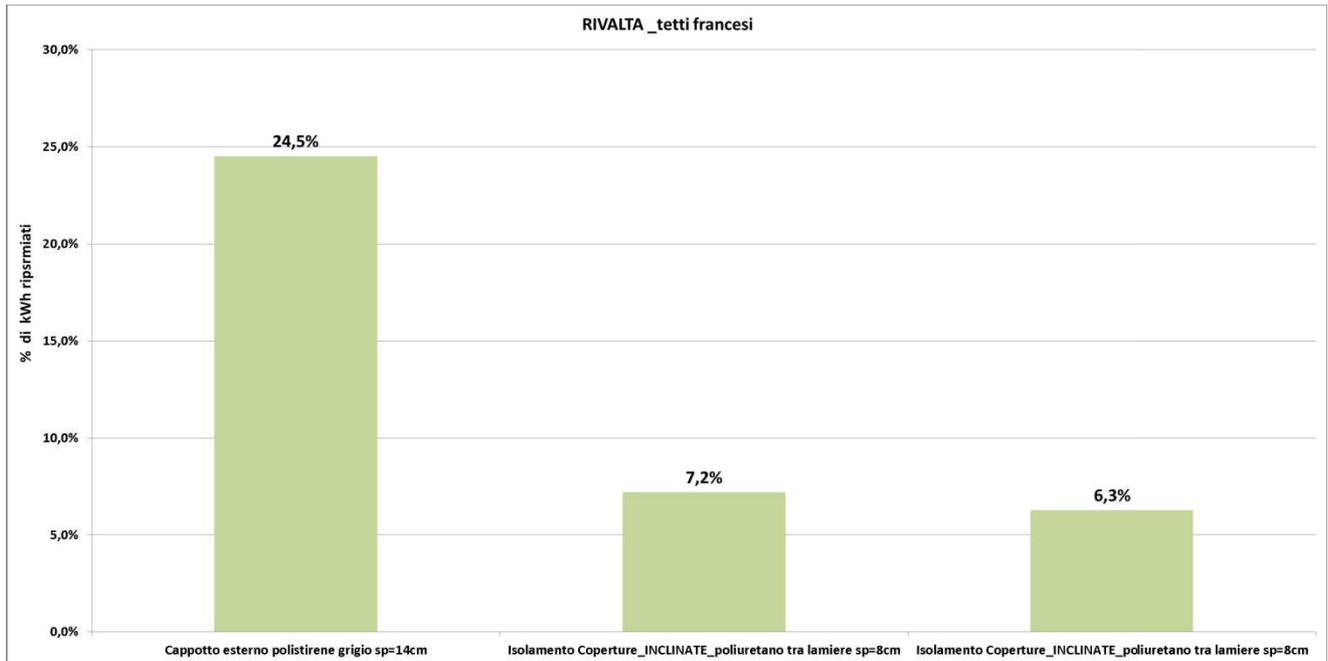
I costi relativi alla sostituzione del generatore sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Fornitura e posa dei materiali e dei componenti necessari alla realizzazione delle opere di rifacimento dell'impianto				
n°	materiale	quantità	prezzo unitario	totale
1	SOSTITUZIONE GENERATORE	1	43.300	43.300 €*

(*) Importo complessivo delle opere esclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a. , tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto.

5 INTERVENTO CONSIGLIATO

Dall'analisi condotta si è potuto valutare la riduzione dei consumi di metano dell'edificio a seguito di ogni singolo intervento proposto e dell'intervento complessivo.



63

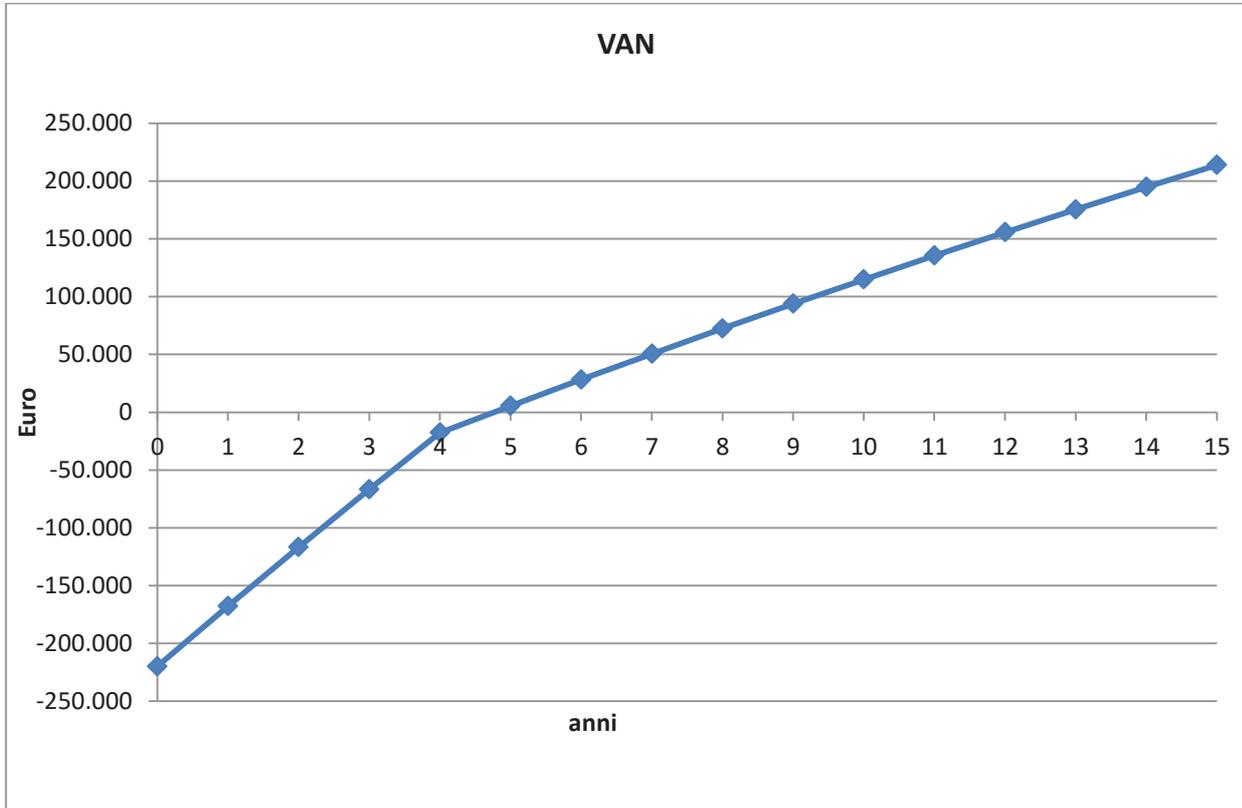
Evoluzione dei risparmi di metano in relazione alle singole ipotesi di progetto

Dalle analisi economiche, condotte sui singoli interventi, l'intervento complessivo consigliato è così composto:

- Cappotto esterno
- Isolamento coperture
- Sostituzione caldaia

Con gli interventi sopraesposti otteniamo un risparmio annuo di circa **25.600 €**, considerando gli attuali costi del combustibile, a fronte di un investimento complessivo stimato di circa **220.000 €**.

Si riportano ora i risultati ottenuti per il calcolo del Valore attuale Netto (VAN) e del Tasso Interno di Rendimento (TIR) considerando un'attualizzazione del 2% e l'accesso agli incentivi del conto termico.



Con le ipotesi indicate precedentemente otteniamo:

VAN al 15° anno di circa **214.000 €**

TIR circa del **16%**