

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Sasso Marconi*
Indirizzo *P.zza dei Martiri della Liberazione, 6 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Edificio / condominio

Descrizione *Scuola dell'Infanzia "P. Bertolini"*
Indirizzo *Via F.Albani, 3 - 40037 Borgonuovo (BO)*

Studio tecnico

Nome *AESS Modena*
Indirizzo *Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy*



Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 10.20.30 ed EC720 versione 5.19.49*
Data di redazione del documento *14/10/2020*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	1 - Materna esistente
5.1.1	<i>2017/2018</i>
5.1.2	<i>2018/2019</i>
5.1.3	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia
6.1.1	<i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola esistente</i>
6.1.2	<i>Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente</i>
6.1.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Sostituzione serramenti scuola vecchia
6.2.1	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.2	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.3	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.4	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.5	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.6	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.7	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.8	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.2.9	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente</i>
6.2.10	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Scenario 1 + Scenario 2
6.3.1	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.2	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.3	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.4	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.5	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.6	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.7	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.8	<i>Sostituzione serramenti - Materna esistente</i>
6.3.9	<i>Realizzazione cappotto esterno - Materna esistente</i>
6.3.10	<i>Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente</i>
6.3.11	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente</i>
6.3.12	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia
7.2	Sostituzione serramenti scuola vecchia
7.3	Scenario 1 + Scenario 2

1 PREMESSA

Per “diagnosi energetica” di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un’adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge (es. nuova installazione o ristrutturazione di impianti con potenza superiore o uguale a 100 kW_t, compreso il distacco dall’impianto centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore, ecc.).

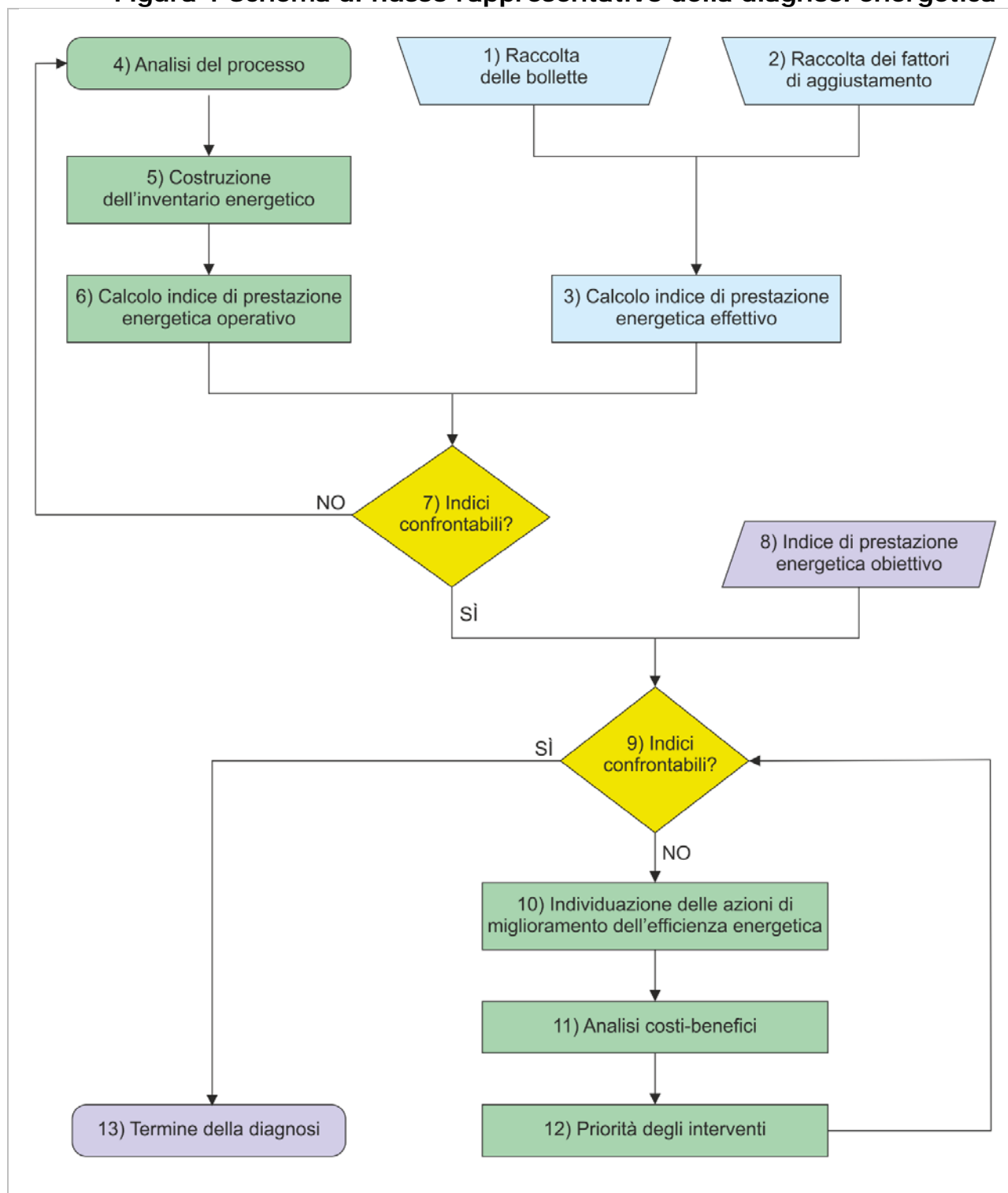
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Secondo chiarimenti forniti da CTI ed ENEA, la conformità della diagnosi alle predette normative è garanzia di rispetto dei requisiti richiesti dall’allegato 2 al DLgs 102/14. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

L’analisi energetica dell’edificio consiste nell’individuazione dei flussi di energia relativi al fabbricato (involucro edilizio) ed agli impianti (sistemi tecnologici dedicati ai differenti servizi). Presupposto di tale analisi è l’esecuzione di un accurato rilievo. Occorre però mettere in evidenza una profonda differenza, dal punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi. Se infatti lo scopo dei calcoli di certificazione è quello di definire indicatori di riferimento, volti a “contrassegnare” gli edifici ed a consentirne il confronto, l’obiettivo primario di una diagnosi è la costruzione di un modello di calcolo affidabile, finalizzato all’individuazione dei consumi effettivi ed alla modellazione delle possibili opere di efficientamento. Ne consegue che, in caso di certificazione, occorre attenersi a metodologie ben circoscritte nonché strettamente normate. In particolare, le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono ad oggi definite dai decreti attuativi della Legge 90/13, vale a dire i DM 26.06.15, secondo i quali il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più “libero”, il quale si discosta, ove necessario, da esse in virtù dell’obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall’adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all’utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell’APE, si fondano sull’adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell’edificio.

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La presente diagnosi energetica ha come oggetto un edificio così identificato:

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>Scuola dell'Infanzia "P. Bertolini"</i>
Comune	<i>Sasso Marconi</i>
Provincia	<i>Bologna</i>
CAP	<i>40037</i>
Indirizzo edificio	<i>Via F.Albani, 3 - 40037 Borgonuovo (BO)</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 ($GG_{DPR\ 412/93}$) [$^{\circ}Cg$]	<i>2339</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>2</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '50</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Fornitura di un Servizio Energia</i>
Riferimento	<i>DLgs 115/08, allegato 2 + DLgs 102/14</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'immobile è inserito in un contesto urbano.

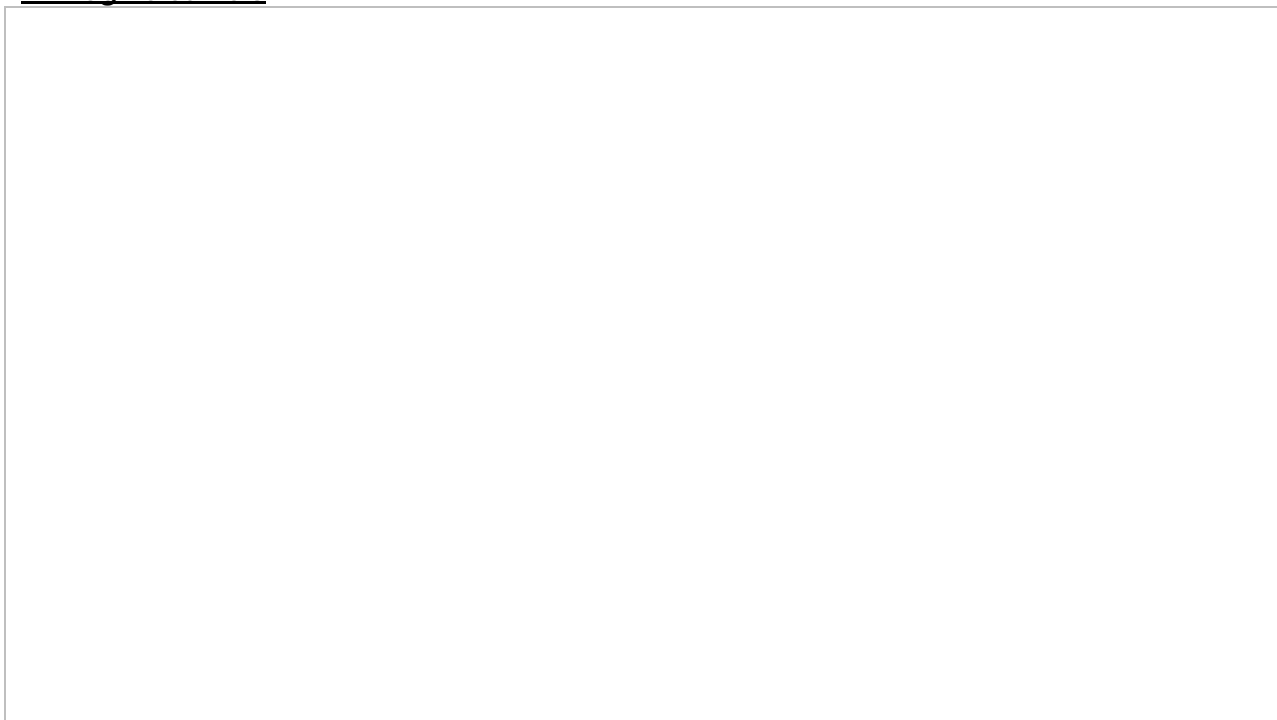
Si compone di due plessi indipendenti, uno più datato la cui costruzione risale agli anni '50 e uno più recente del 2007.

Entrambi sono composti di due piani fuori terra. Nella porzione più vecchia è presente un sottotetto ad altezza variabile, non praticabile e non riscaldato.

Nel 2014 è stato installato un impianto fotovoltaico per una potenza di picco complessiva pari a 19 kWp con servizio di Scambio sul Posto, collocato su entrambe le coperture.

Dai consumi forniti, non avendo rilevato due differenti forniture di gas, l'edificio più nuovo rientra nella modellazione della presente DE ma non è oggetto di valutazione di migliorie, si segnala comunque che all'interno di tale edificio ci è stato segnalato discomfort nel periodo invernale probabilmente causato da una non ottimale gestione degli impianti e si consiglia una verifica in merito.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	993,67	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	1150,33	m ²
Volume netto	V _{netto}	3593,34	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	4860,59	m ³
Fattore di forma	S/V	0,55	m ⁻¹

L'edificio è provvisto, nel suo stato di fatto, dei seguenti servizi energetici ed impianti:

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H _{idr})	Autonomo	-
Acqua calda sanitaria (W)	Autonomo	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Autonomo	-
Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	Autonomo	Separato
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Autonomo	-
Solare fotovoltaico (SF)	Autonomo	-

Le prestazioni energetiche dell'edificio sono, nello stato di fatto, così riassumibili:

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	EP _{gl,nren}	134,58	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		A1	
Spesa globale annua	S _{gl}	13022,32	€/anno

Sono stati individuate le seguenti possibili opere di risparmio energetico (raccomandazioni), articolate in differenti scenari. Ciascuno scenario si articola a sua volta in più interventi.

Raccomandazioni

Raccomandazioni:					
Scenario	1	Descrizione scenario			
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola esistente				
2	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			59835,95		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		12915,92	9434,82	3481,10	27,00
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			17,2		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		134,58	92,97	41,61	30,90
Classe energetica		A1	A2		

Scenario	2	Descrizione scenario	Sostituzione serramenti scuola vecchia		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
2	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
3	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
4	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
5	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
6	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
7	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
8	Sostituzione serramenti - Materna esistente				
9	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			14560,95		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		12915,92	11502,51	1413,41	10,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			10,3		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		134,58	117,68	16,90	12,60
Classe energetica		A1	A1		

Scenario	3	Descrizione scenario	Scenario 1 + Scenario 2
Intervento	Descrizione intervento		
1	Sostituzione serramenti - Materna esistente		
2	Sostituzione serramenti - Materna esistente		

3	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
4	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
5	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
6	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
7	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
8	Sostituzione serramenti - Materna esistente								
9	Realizzazione cappotto esterno - Materna esistente								
10	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente								
11	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente								
Parametri di valutazione		Stato di fatto		Scenario		Δ		%	
Costo complessivo scenario(C) [€]				74396,90					
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		12915,92		8386,76		4529,16		35,10	
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]				16,4					
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		134,58		80,45		54,14		40,20	
Classe energetica		A1		A3					

Le opere di risparmio energetico verranno descritte, nel dettaglio, al capitolo "Raccomandazioni circa i possibili interventi".

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

La procedura di diagnosi energetica richiede una valutazione dell'edificio nel suo complesso, tenuto conto di tutti i servizi energetici ed impianti in esso presenti (progetto di linee guida CTI, punto 1).

Rilievo dell'edificio

Il rilievo delle caratteristiche dell'edificio è stato effettuato con riferimento sia alle strutture disperdenti esterne sia ai sottosistemi impiantistici.

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 10.20.30 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 5.19.49 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

L'analisi è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). Il calcolo dell'energia termica utile invernale ed estiva è stato condotto secondo il metodo mensile. La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). La modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere). Si riassumono, nel prospetto seguente, le principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3.

Prospetto 1 Principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3

Parametro	A1 / A2	A3
Dati climatici	Convenzionali	Convenzionali / reali
Fattori di ombreggiatura	Convenzionali	Convenzionali / analitici / forfettari
Apporti interni	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature interne	Convenzionali	Convenzionali / reali
Umidità relativa interna	Convenzionale	Convenzionale / reale
Ricambi d'aria	Convenzionali	Convenzionali / reali
Stagione di riscaldamento	Convenzionale	Convenzionale / reale / nota
Stagione di raffrescamento	Convenzionale	Reale / nota
Vicini	Presenti	Presenti / assenti
Regime di funzionamento impianto	Continuo	Continuo / intermittente
Fattore di contabilizzazione	Non considerato	Considerato / non considerato
Rendimento di emissione	Semplificato / analitico	Semplificato / analitico / misure
Rendimento di regolazione	Convenzionale	Convenzionale / corretto
Consumi di ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature reti di distribuzione ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Illuminazione	Ambienti interni	Ambienti interni ed esterni

Principali impostazioni di calcolo adottate (dati climatici, fabbricato, zone, locali ed impianti)

Nella valutazione degli scenari di efficientamento energetico, vengono utilizzati i dati climatici standard di cui alla norma UNI 10349:2016.

Gli edifici costituiscono due zone termiche differenti, modellate per locali inserendo gli elementi disperdenti.

Stagioni di calcolo

Energia invernale			
Stagione di riscaldamento		Convenzionale	
Dal	15 ottobre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})		183	
Energia estiva			
Stagione di raffrescamento		Reale	
Dal	20 marzo	Al	14 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		209	

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	f_{CO2} [kg/kWh _{t/el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

Nota: i fattori di conversione dell'energia consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi" (DM 26.06.15). I fattori di conversione dell'energia elettrica esportata sono definiti dalla UNI/TS 11300-5, in vigore dal 29.06.16 (fino a tale data, si adottano invece quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). Il costo dell'energia elettrica da rete è tratto dai prezzi correnti mentre i parametri relativi ai singoli combustibili verranno dettagliati, nel presente documento, in relazione a ciascun generatore.

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	9,423	0,82
Propano	Sm ³	24,636	0,82
Butano	Sm ³	32,021	0,82
Gasolio	kg	11,870	1,70
GPL	kg	12,778	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,833	0,15
Olio combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	5,50
Energia elettrica	kWh	-	0,25

Valori limite

I valori limite dei parametri energetici, da adottarsi come riferimento per la valutazione ed il giudizio sui valori calcolati, sono definiti, così come le classi energetiche, dai decreti attuativi della Legge 90/13 (i cosiddetti DM 26.06.15, afferenti, rispettivamente, ai requisiti minimi ed alle linee guida nazionali), in relazione allo specifico edificio ed attraverso i corrispondenti edifici di riferimento. Per "edificio di riferimento" si intende una sorta di edificio "gemello" di quello considerato, con il quale condivide determinate caratteristiche, caratterizzato, però, da valori predefiniti di taluni parametri (quali, secondo il caso, trasmittanze, efficienze impiantistiche, ecc.). I valori minimi della quota rinnovabile sono invece definiti dal DLgs n. 28/11 (allegato 3, comma 1). Si precisa che la classe energetica ed i valori limite indicati nel presente documento, da considerarsi quali un riferimento, si basano sul calcolo effettuato secondo la valutazione A3 quindi non coincideranno necessariamente con quelli calcolati, rispettivamente, ai fini dell'APE (valutazione A2) o del progetto (valutazione A1).

Simboli adottati

Nella presente relazione si adotteranno, per i parametri energetici ed i servizi, i seguenti simboli principali (in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300):

Legenda dei parametri energetici:			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
Legenda dei principali pedici:			
del	potenza o energia consegnata	em	emissione
p	energia primaria	reg	regolazione
out	uscita	du	distribuzione di utenza
in	ingresso	dp	distribuzione primaria
aux	ausiliari	gen	generazione
Legenda dei servizi:			
H _{idr}	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aerale)
H _{aer}	Riscaldamento aerale (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerale)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aerale (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

Si sintetizzano di seguito le caratteristiche geografiche della località ed i principali dati climatici adottati nel calcolo. Si precisa che per "gradi giorno" si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno "DPR 412/93" sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizione della zona climatica. I gradi giorno "calcolati" sono invece rappresentativi delle temperature esterne in corrispondenza della quali è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune	Sasso Marconi		
Provincia	Bologna		
Altitudine s.l.m.		128	m
Latitudine nord		44°23'	
Longitudine est		11°14'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ _e [°C]	0,9	5,0	9,2	13,2	17,3	21,8	24,4	21,2	18,9	15,2	8,9	3,4
n _{risc} [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	592	420	335	116	0	0	0	0	0	109	333	515
p [Pa]	523,7	508,6	672,6	951,8	1124,3	1380,9	1383,5	1415,9	1470,9	1309,0	881,9	629,0

Irradiazione solare giornaliera media mensile (H) [MJ/m²]

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,6	2,6	3,8	5,5	8,3	9,2	9,7	7,0	4,8	2,9	1,9	1,4
NE	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
E	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
SE	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
S	7,6	10,7	10,0	10,1	10,2	9,5	10,9	10,5	10,7	7,8	6,5	4,5
SO	6,0	9,0	9,6	11,2	12,2	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
O	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,2	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
NO	1,8	3,3	5,2	7,9	10,9	11,4	12,8	9,6	6,8	3,5	2,1	1,4
Orizzontale	4,5	8,0	11,1	15,8	20,2	20,6	23,6	18,5	14,0	7,6	4,8	3,1

Legenda:

θ _{H,int}	Temperatura interna invernale
θ _e	Temperatura esterna media mensile
n _{risc}	Giorni di riscaldamento
GG _{calc}	Gradi giorno calcolati
p	Pressione del vapore

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda, in caso di metodo mensile, su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto per ciascuna zona termica. In particolare, secondo quanto indicato dalla UNI/TS 11300-1 (punto 12), ai fini delle prestazioni termiche del fabbricato ($Q_{H/C,nd,rif}$), ovvero l'energia utile, si considera la sola ventilazione naturale o "di riferimento" mentre, ai fini delle prestazioni energetiche dell'edificio ($E_{H/C,p}$), ovvero l'energia primaria, si considera la ventilazione meccanica o "effettiva", ove presente. Il fabbisogno complessivo dell'edificio si ottiene poi come sommatoria dei fabbisogni delle singole zone.

Calcolo invernale

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per riscaldamento ($Q_{H,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 1):

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,r} + Q_{H,ve} - Q_{H,sol,op}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{H,int} + Q_{H,sol,w}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];

$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];

$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per raffrescamento ($Q_{C,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 2):

$$Q_{C,nd} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol,w}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,r} + Q_{C,ve} - Q_{C,sol,op}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];

$\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];

$Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato raffrontandone le rispettive trasmittanze medie ai corrispondenti limiti di legge ed esplicitandone le dispersioni (invernali ed estive). Per ciascuna struttura verrà inoltre evidenziata la rispettiva incidenza sulle dispersioni totali. I valori limite sono costituiti, come prescritto dal DM 26.06.15 (appendice A), dalle trasmittanze del cosiddetto "edificio di riferimento". Per edificio di riferimento si intende un edificio identico a quello reale, per geometria ed ubicazione, ma contraddistinto da valori prefissati di determinati parametri. Si riporta inoltre una breve descrizione dei componenti finestrati ed opachi.

Descrizione sintetica dei componenti opachi

(vs esterno scuola esistente) Muratura portante in mattoni forati. Intonacatura interna ed esterna. Componente involucro non coibentato.

(vs vespaio) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica.

(vs sottotetto) Solaio in latero-cemento, non pavimentato.

(vs esterno scuola recente) Muratura in c.a. con tamponamento in mattoni forati. Intonacatura interna ed esterna. Componente involucro coibentato con 12cm di EPS, secondo dati forniti da committenza.

(vs terreno) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica. Componente involucro coibentato.

(copertura) Solaio in latero-cemento, non pavimentato. Sono presenti una copertura a falda e una copertura piana. Entrambi i componenti involucro sono coibentati.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Telaio scuola esistente: metallo.

Vetro scuola esistente: prevalentemente vetro singolo, ma sono presenti infissi con vetrocamera.

Telaio scuola recente: PVC.

Vetro scuola recente: Vetrocamera Basso-Emissivo

4.2.2 Dispersioni zona 1-Materna esistente

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna 1	1,109	515,89	33208,3	34,4	3956,4	77,5	4924,4	38,8
M10	U	Parete esterna 1 vs NR	1,029	111,91	3344,2	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				627,80	36552,5	37,8	3956,4	77,5	4924,4	38,8

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento su vespaio 1	0,436	304,41	7709,3	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	U	Pavimento vs NR	1,355	55,82	2196,2	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				360,23	9905,5	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	360,88	36162,0	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				360,88	36162,0	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	1F1	3,195	8,68	1610,3	1,7	185,3	3,6	1053,3	8,3
W2	T	1F2	4,161	0,63	152,2	0,2	13,5	0,3	27,8	0,2
W3	T	1F3	3,914	17,60	3999,8	4,1	305,5	6,0	2605,2	20,5
W4	T	1F4	3,906	12,40	2811,9	2,9	312,8	6,1	2108,6	16,6
W5	T	1F5	3,228	5,88	1102,1	1,1	77,9	1,5	403,5	3,2
W6	T	1F6	3,955	6,16	1414,5	1,5	78,2	1,5	450,2	3,6
W7	T	1F7	3,914	6,94	1577,2	1,6	169,1	3,3	1085,5	8,6
W8	T	1F8	4,128	0,48	115,1	0,1	9,0	0,2	19,5	0,2
Totale				58,77	12783,1	13,2	1151,2	22,5	7753,7	61,2

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,125	113,47	824,7	0,9
Z5	-	GF2 - Parete - Solaio controterra	0,030	192,14	313,4	0,3
Z6	-	IF2 - Parete - Solaio interpiano	0,005	204,99	55,5	0,1
Z7	-	R2 - Parete - Copertura	0,002	181,05	20,1	0,0
Totale				691,65	1213,7	1,3

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete esterna 1	1,109	515,89	7158,2	34,4	3571,3	77,5	7330,3	42,6
M10	U	Parete esterna 1 vs NR	1,029	111,91	720,9	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				627,80	7879,1	37,8	3571,3	77,5	7330,3	42,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento su vespaio 1	0,436	304,41	1661,8	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	U	Pavimento vs NR	1,355	55,82	473,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				360,23	2135,2	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	360,88	7794,9	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				360,88	7794,9	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	1F1	3,195	8,68	347,1	1,7	167,3	3,6	1635,6	9,5
W2	T	1F2	4,161	0,63	32,8	0,2	12,2	0,3	50,3	0,3
W3	T	1F3	3,914	17,60	862,2	4,1	275,8	6,0	2295,8	13,3
W4	T	1F4	3,906	12,40	606,1	2,9	282,3	6,1	3191,9	18,5
W5	T	1F5	3,228	5,88	237,6	1,1	70,3	1,5	727,5	4,2
W6	T	1F6	3,955	6,16	304,9	1,5	70,6	1,5	897,9	5,2
W7	T	1F7	3,914	6,94	340,0	1,6	152,6	3,3	1057,3	6,1
W8	T	1F8	4,128	0,48	24,8	0,1	8,1	0,2	33,2	0,2
Totale				58,77	2755,5	13,2	1039,2	22,5	9889,6	57,4

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,125	113,47	177,8	0,9
Z5	-	GF2 - Parete - Solaio controterra	0,030	192,14	67,6	0,3
Z6	-	IF2 - Parete - Solaio interpiano	0,005	204,99	12,0	0,1
Z7	-	R2 - Parete - Copertura	0,002	181,05	4,3	0,0
Totale				691,65	261,6	1,3

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
M1	T	Parete esterna 1	1,109	1,142	0,300	0,280
M10	U	Parete esterna 1 vs NR	1,029	1,039	0,600	0,560

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P1	G	Pavimento su vespaio 1	0,436	0,446	0,310	0,290
P4	U	Pavimento vs NR	1,355	1,357	0,620	0,580

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	U	Soffitto sottotetto	1,918	1,918	0,289	0,267

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U_w [W _t /m ² K]	$U_{w,limite}$ [W _t /m ² K]	U_g [W _t /m ² K]	
				2015	2021	
W1	T	1F1	3,195	1,900	1,400	2,805
W2	T	1F2	4,161	1,900	1,400	5,089
W3	T	1F3	3,914	1,900	1,400	5,089
W4	T	1F4	3,906	1,900	1,400	5,089
W5	T	1F5	3,228	1,900	1,400	2,805
W6	T	1F6	3,955	1,900	1,400	5,089
W7	T	1F7	3,914	1,900	1,400	5,089
W8	T	1F8	4,128	1,900	1,400	5,089

Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U_{media}	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U_w	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U_g	Trasmittanza solo vetro
S_{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L_{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
$Q_{H,tr}$	Dispersioni per trasmissione
$Q_{H,r}$	Dispersioni per extraflusso
$Q_{H,sol,o}$	Apporti solari attraverso i componenti opachi
p	
$Q_{H,sol,w}$	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:

T	Verso l'esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)
A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l'esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	91692	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	5108	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	31031	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	4924	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	7754	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	10151	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	110143	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	190,63	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	71,79	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	13496	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	4611	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	6689	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	7330	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	9890	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	6656	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	2807	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	4,86	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	10,70	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

Si dettagliano di seguito le caratteristiche degli impianti di riscaldamento idronico ed acqua calda sanitaria, che sono l'oggetto, nell'analisi condotta, delle principali opere di risparmio energetico. In particolare, per ciascun sottosistema impiantistico, si effettua una sintesi dei dati principali. Ogni sottosistema è fonte sia di perdite termiche (in parte recuperate) sia di fabbisogni elettrici (anch'essi in parte recuperati sotto forma di calore). Scopo del calcolo è giungere, per ciascun servizio, alla determinazione dell'energia, termica o elettrica, consegnata dai singoli vettori energetici (ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio), ossia, in altri termini, alla quantificazione dei consumi, di combustibile ed energia elettrica. L'energia consegnata ed esportata (surplus) da ciascun vettore vengono poi convertite, attraverso appositi fattori, in energia primaria. L'energia primaria complessiva (Q_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

$$Q_p = \sum_k (Q_{del,k} \times f_{p,del,k}) - (Q_{exp,k} \times f_{p,exp,k}) \quad [kWh_p]$$

dove:

$Q_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [$kWh_{t/el}$];

$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

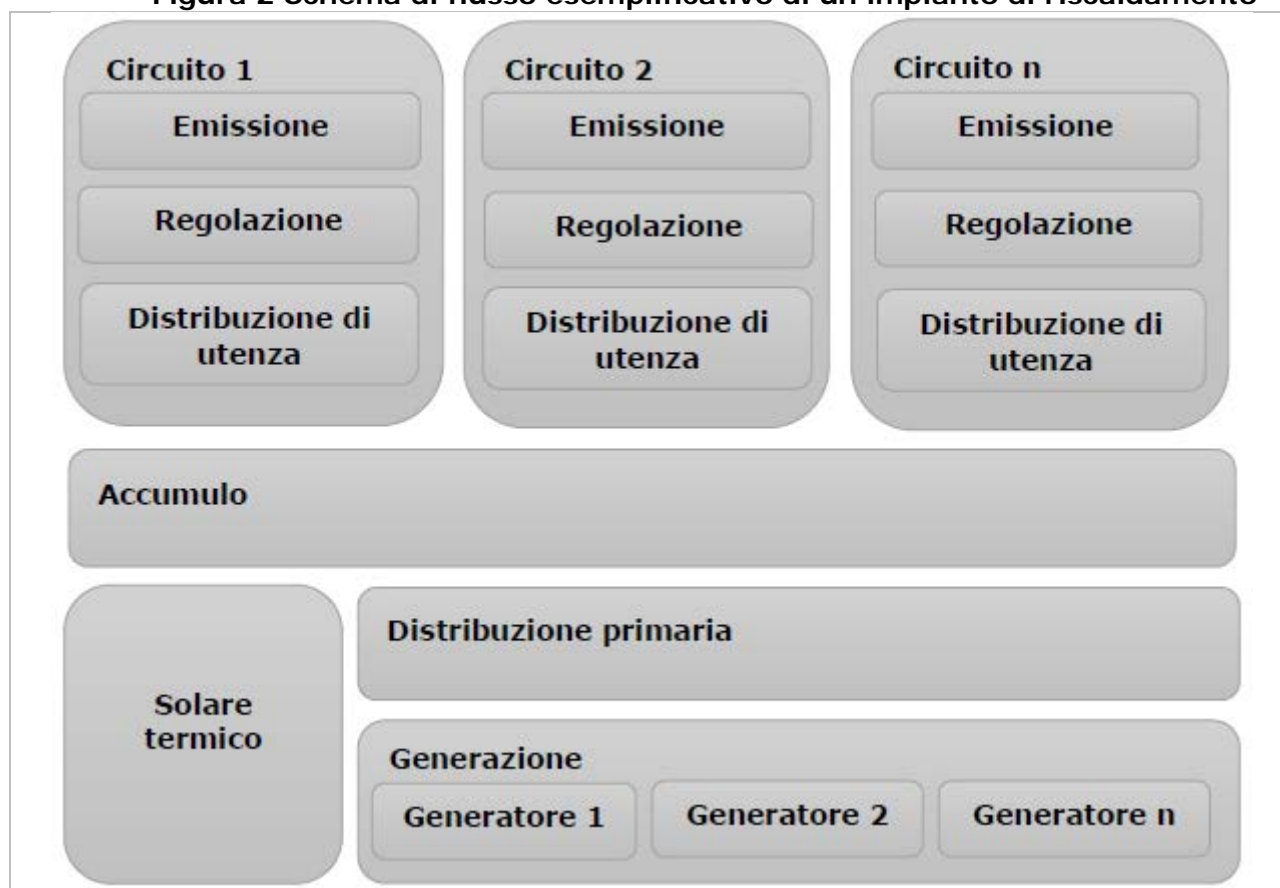
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = fattore di conversione dell'energia esportata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{el}].

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 2). In particolare, l'impianto può essere costituito da uno o più circuiti di utenza (gruppi di locali aventi caratteristiche uniformi), a loro volta alimentati da uno o più generatori. In presenza di un impianto solare termico, quest'ultimo concorre al soddisfacimento del fabbisogno in ingresso all'accumulo. La presenza di un impianto solare fotovoltaico, così come di eventuali cogeneratori, fornisce invece un contributo al soddisfacimento del fabbisogno elettrico, dovuto alla generazione ed agli ausiliari.

Figura 2 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

La produzione dell'acqua calda a servizio della climatizzazione invernale è di tipo autonomo per ogni edificio e viene assicurata da n.1 caldaia a combustione per ogni centrale termica, ognuna alimentata a metano. Le centrali termiche sono esterne e adiacente il muro perimetrale degli edifici scolastici.

L'emissione nella scuola esistente è assicurata da radiatori su parete esterna non coibentata. La regolazione è da centrale termica.

Per il plesso più recente l'emissione è assicurata sia da radiatori dotati di valvola termostatica che da pannelli radianti a soffitto collocati nella zona atrio di cui però è stata riferita scarsa efficacia dall'utenza.

4.3.1.1 Impianto zona 1-Materna esistente

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento Scuola Primaria Fontana

Regime di funzionamento	Continuo			
Emissione				
Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)			
Rendimento	$\eta_{H,ldr,em}$		89,0	%
Ausiliari	$Q_{H,ldr,em,aux}$		0,0	kWh _{el}
Regolazione				
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)			
Caratteristiche	-			
Rendimento	$\eta_{H,ldr,reg}$		86,8	%
Distribuzione				
Metodo di calcolo	Semplificato			
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo			
Rendimento	$\eta_{H,ldr,du}$		96,4	%
Ausiliari	$Q_{H,ldr,du,aux}$		0,0	kWh _{el}
Temperatura media				
Tipologia di circuito	A temperatura fissa			

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	VISSMANN/VITOCROSSAL/CM2-82		
Potenza utile nominale	Φ_n	82,00	kW _t

Immagine



Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	95,6	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	0,0	%

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	779,1	kWh _{el}
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	35,0	kWh _{el}

Vettore energetico

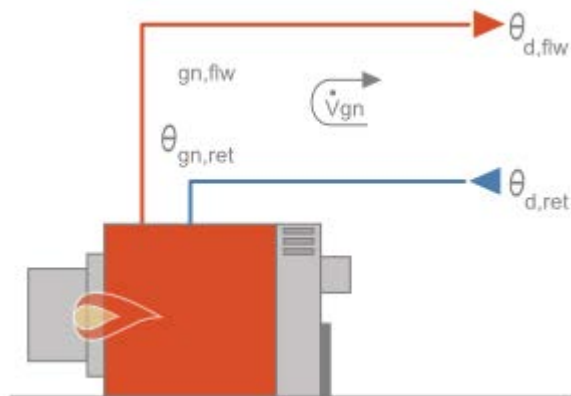
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Circuito in centrale

Tipologia di circuito	Collegamento diretto
-----------------------	----------------------



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	48,2	45,8	43,1	40,7	-	-	-	-	-	40,1	43,6	47,0

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	110143	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	110143	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	327	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	109815	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	109815	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	109815	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	54908	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	6786	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	61694	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rq,ls,nrh}$	9349	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rq,in}$	71043	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	2653	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	73696	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	73696	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	73696	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	73696	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	73696	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	73696	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	3417	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	77113	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	779	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	779	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	433	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	433	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	346	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	81643	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	596	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	82238	kWh _p

Riepilogo rendimenti

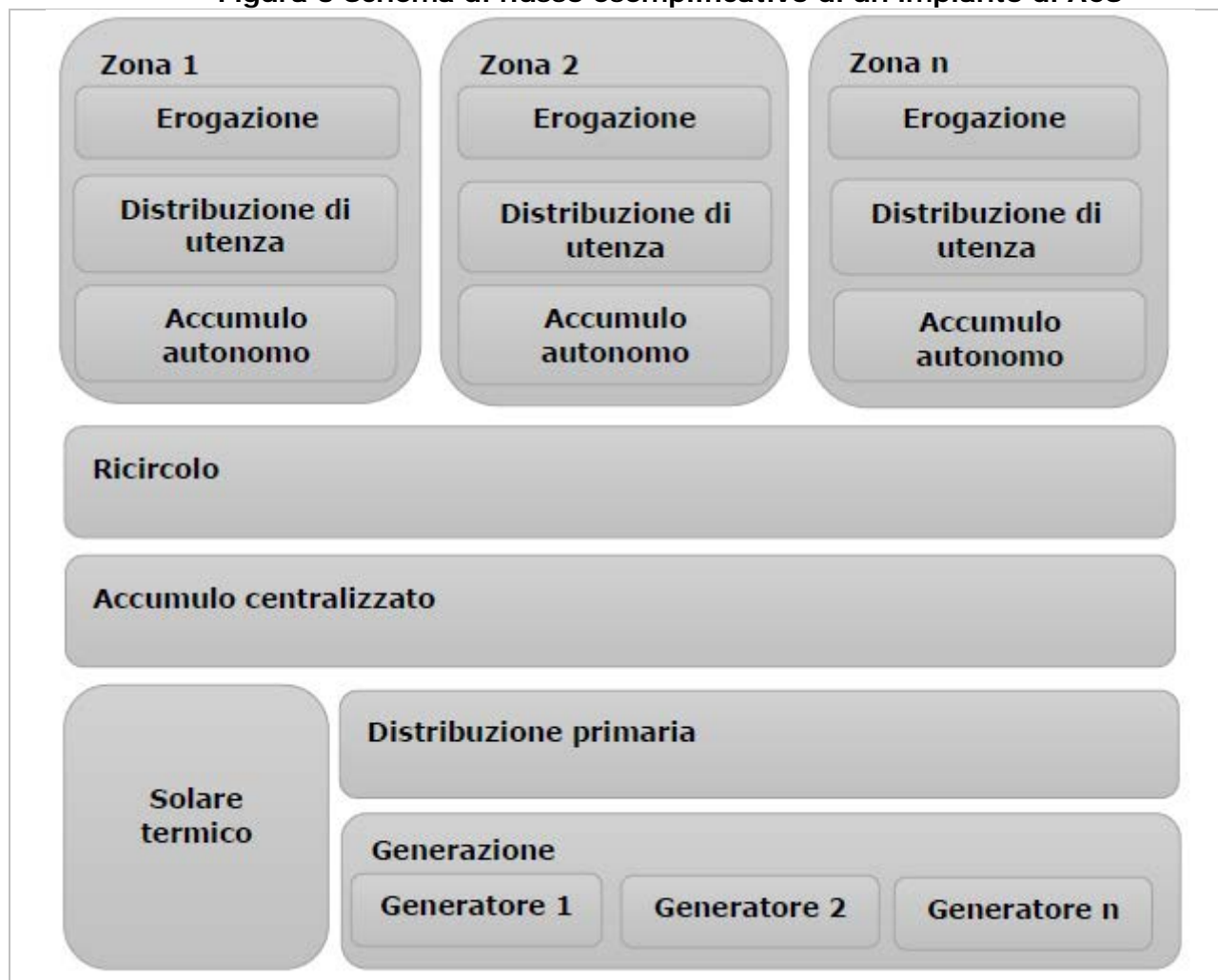
Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	86,8	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	96,4	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	95,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	89,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	88,9	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	134,9	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	133,9	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	0,0	%

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 3). In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogno, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione di ACS è di tipo combinato con il riscaldamento e di tipo autonomo per ogni edificio. Nella scuola più recente è installato un impianto solare termico a servizio della ACS.

4.3.2.1 Impianto zona 1-Materna esistente

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	9065	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	9065	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	9065	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	9065	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	9065	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	725	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	9790	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	9790	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	9790	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	9790	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	9790	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	9790	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	9790	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	9790	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	9790	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	-9790	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	0	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	35	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	35	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	20	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	20	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	15	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	29	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	27	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	56	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	0,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	14355,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	11567,1	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	31636,7	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	16233,8	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	0,0	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di ventilazione

Descrizione sintetica impianto di ventilazione

Non presente nel plesso esistente, presente nel plesso del 2007.

4.3.3.2 Impianto di riscaldamento aeraulico

Descrizione sintetica impianto di riscaldamento aeraulico

Non presente.

4.3.3.3 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Impianto prevalente a tubi fluorescenti.

4.3.3.4 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

Non presente nel plesso esistente, presente una piattaforma elevatrice con portata 300kg nel plesso più recente.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

Si riportano nel seguito i principali risultati del calcolo caratterizzanti lo stato di fatto. In particolare si riassumono i consumi, la spesa, gli indici di prestazione termica ed energetica, la classe energetica, i rendimenti ed altri parametri, quali quota rinnovabile ed emissioni.

4.4.1 Materna esistente

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Metano		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q _{del}	Q _{exp}	Q _{p,nren}	Q _{p,ren}	Q _{p,tot}	S	Em _{CO2}
	Co	UM	[kWh _{el}]	[kWh _{el}]	[kWh _p]	[kWh _p]	[kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	8184	Sm ³	77113	0	80969	0	80969	6710,67	16194
Acqua calda sanitaria (W)	0	Sm ³	0	0	0	0	0	0,00	0
Globale (GI)	8184	Sm³	77113	0	80969	0	80969	6710,67	16194

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Energia elettrica		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q _{del}	Q _{exp}	Q _{p,nren}	Q _{p,ren}	Q _{p,tot}	S	Em _{CO2}
	Co	UM	[kWh _{el}]	[kWh _{el}]	[kWh _p]	[kWh _p]	[kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	346	kWh	346	-	674	162	837	86,42	159
Acqua calda sanitaria (W)	15	kWh	15	-	29	7	36	3,67	7
Ventilazione (V)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,00	0
Illuminazione (L)	9095	kWh	9095	-	17735	4275	22009	2273,68	4184
Globale (GI)	9455	kWh	9455	-	18437	4444	22881	2363,77	4349

Servizio	Consumo ed energia consegnata		Solare fotovoltaico		Energia primaria			Spesa ed emissioni	
			Q _{del}	Q _{exp}	Q _{p,nren}	Q _{p,ren}	Q _{p,tot}	S	Em _{CO2}
	Co	UM	[kWh _{el}]	[kWh _{el}]	[kWh _p]	[kWh _p]	[kWh _p]	[€]	[kg]
Riscaldamento (H)	-	-	433	0	0	433	433	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	-	-	20	0	0	20	20	-	-
Ventilazione (V)	-	-	0	0	0	0	0	-	-
Illuminazione (L)	-	-	12546	0	0	12546	12546	-	-
Globale (GI)	-	-	13000	0	0	13000	13000	-	-

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	6797,08
Acqua calda sanitaria (W)	3,67
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	2273,68
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	9074,44

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	89,0
Regolazione (η_{reg})	86,8
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,4
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	88,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	134,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	133,9
Valore limite (η_{lim})	146,6

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	100,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	14355,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	11567,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	31636,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	16233,8
Valore limite (η_{lim})	56,7

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh_t]	EP_{nd} [kWh_t/m²]	EP_{nd,limite} [kWh_t/m²]
Riscaldamento (H)	110143	190,63	69,22
Raffrescamento (C)	2807	4,86	6,21

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q_{p,nren} [kWh_p]	Q_{p,ren} [kWh_p]	Q_{p,tot} [kWh_p]	EP_{nren} [kWh_p/m²]	EP_{ren} [kWh_p/m²]	EP_{tot} [kWh_p/m²]	EP_{tot,limite} [kWh_p/m²]
Riscaldamento (H)	81643	596	82238	141,30	1,03	142,33	-
Acqua calda sanitaria (W)	29	27	56	0,05	0,05	0,10	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	17735	16820	34555	30,69	29,11	59,81	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	99406	17443	116849	172,05	30,19	202,24	133,60

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classe energetica indicativa, avente valenza di riferimento ed obiettivo, valutata, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)	0,7	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	48,7	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,8	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	48,7	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	14,9	-	-	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	16352,71
Acqua calda sanitaria (W)	6,76
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	4183,57
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	20543,04

Legenda:

Co	Consumo
Em _{CO2}	Emissioni di CO ₂
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente.

Per questo edificio non sono stati forniti consumi storici di energia elettrica. Essendo però presente un impianto fotovoltaico di cui sono state fornite informazioni circa le quote di energia elettrica prodotta, immessa e prelevata, un parziale dato di consumo di energia elettrica totale è stato calcolato a partire dai dati disponibili.

Il confronto, effettuato su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto al seguente esito.

5.1 1 - Materna esistente

5.1.1 2017/2018

5.1.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2324	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,041	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	7995	2,4
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	346	8629	-96,0
Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{NHC,calc}	CO _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	0	0	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	15	184	-91,8
Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	7995	2,4
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	360	8813	-95,9

Legenda dei simboli:

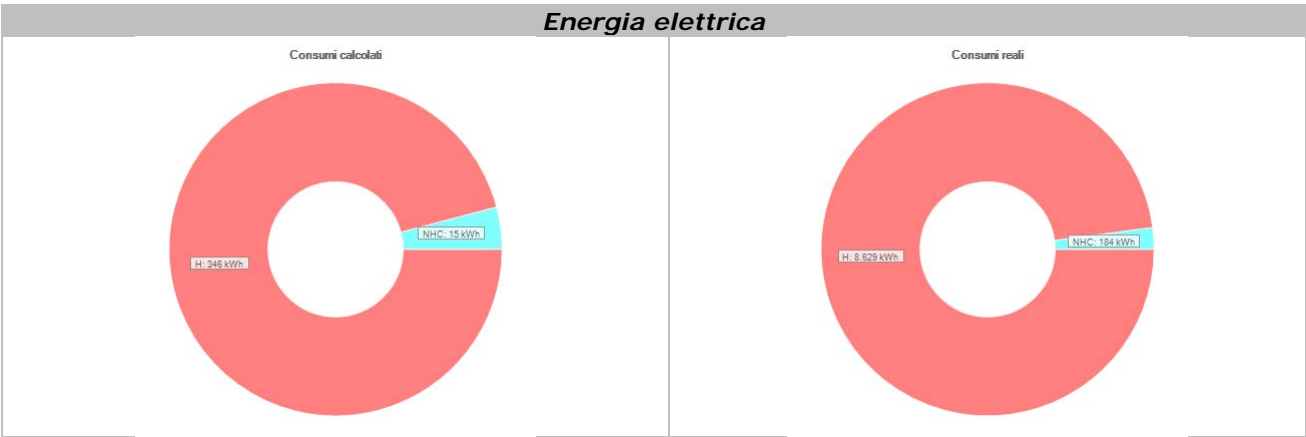
CO _{calc}	Consumo calcolato
CO _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

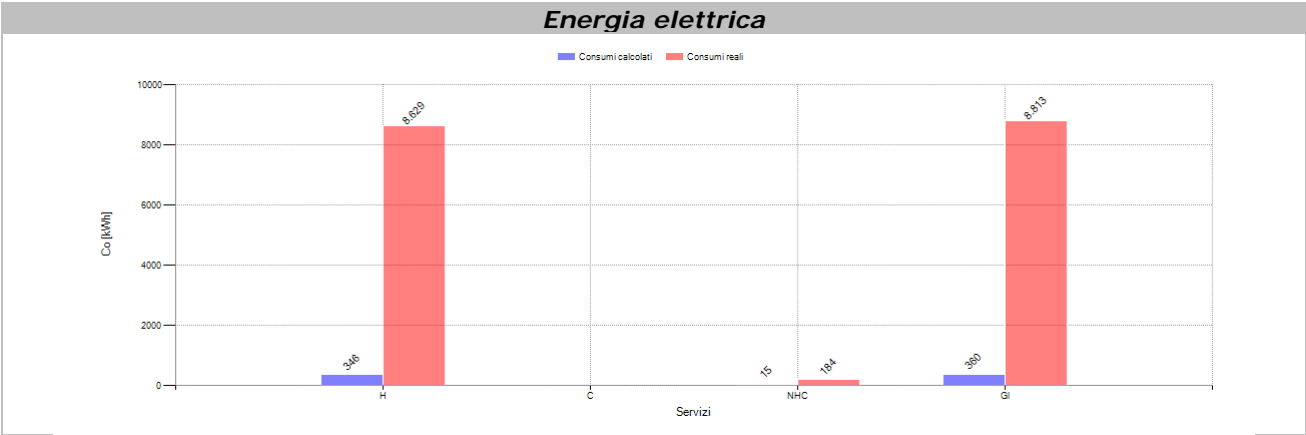
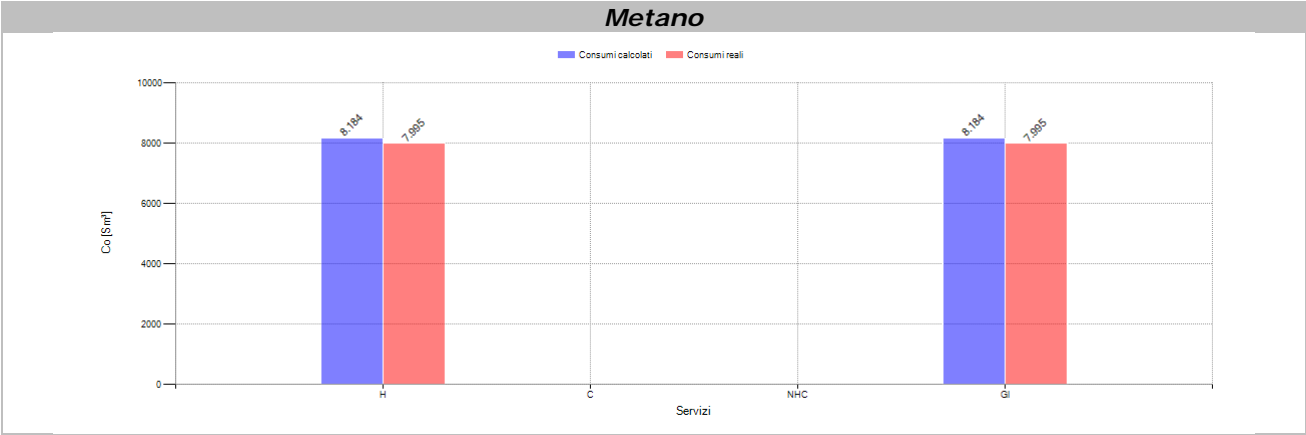
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio

Metano



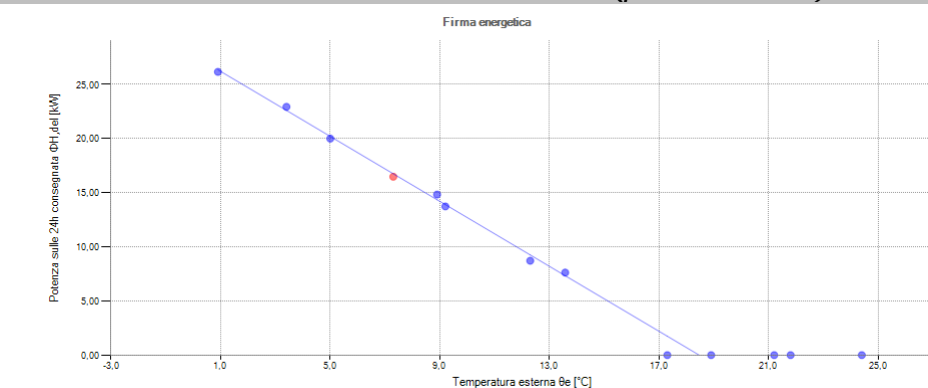
Confronto





5.1.1.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)





Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	2066	19463	26,16
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	1426	13441	20,00
marzo	H	31	31	-	9,2	335	1084	10217	13,73
aprile	H	30	15	-	12,3	116	333	3138	8,72
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	330	3110	7,62
novembre	H	30	30	-	8,9	333	1133	10677	14,83
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	1811	17066	22,94
TOTALE		365	183	-	-	2419	8184	77113	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	7680	72366	16,48
TOTALE		183	183	-	-	2324	7680	72366	-

Globale (potenza sulle 24 h)

Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

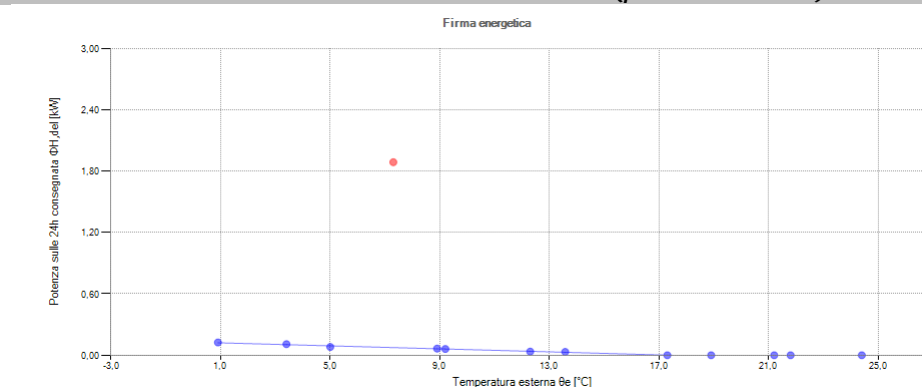
Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2066	19463	26,16
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1426	13441	20,00
marzo	H	31	31	0	9,2	335	1084	10217	13,73
aprile	H	30	15	0	12,3	116	333	3138	8,72
maggio	NH	31	0	16	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	12	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	330	3110	7,62
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1133	10677	14,83
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	1811	17066	22,94
TOTALE		365	183	120	-	2419	8184	77113	-



Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	7680	72366	16,48

TOTALE	183	183	0	-	2324	7680	72366	-
--------	-----	-----	---	---	------	------	-------	---

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

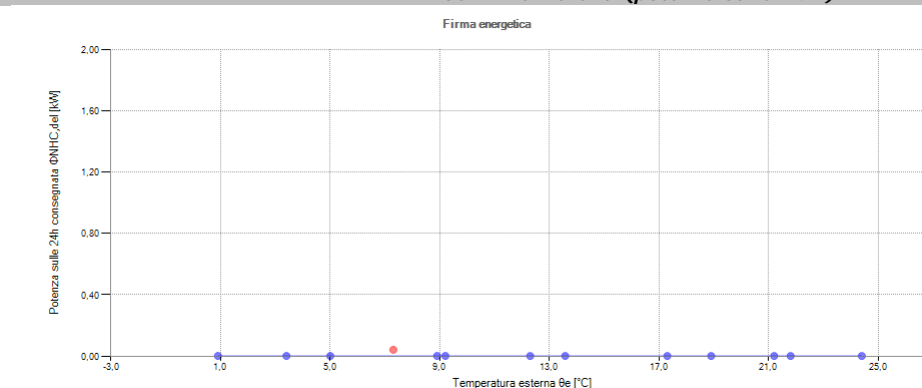




Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	93	93	0,12
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	54	54	0,08
marzo	H	31	31	-	9,2	335	46	46	0,06
aprile	H	30	15	-	12,3	116	13	13	0,04
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	13	13	0,03
novembre	H	30	30	-	8,9	333	46	46	0,06
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	81	81	0,11
TOTALE		365	183	-	-	2419	346	346	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	8289	8289	1,89
TOTALE		183	183	-	-	2324	8289	8289	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

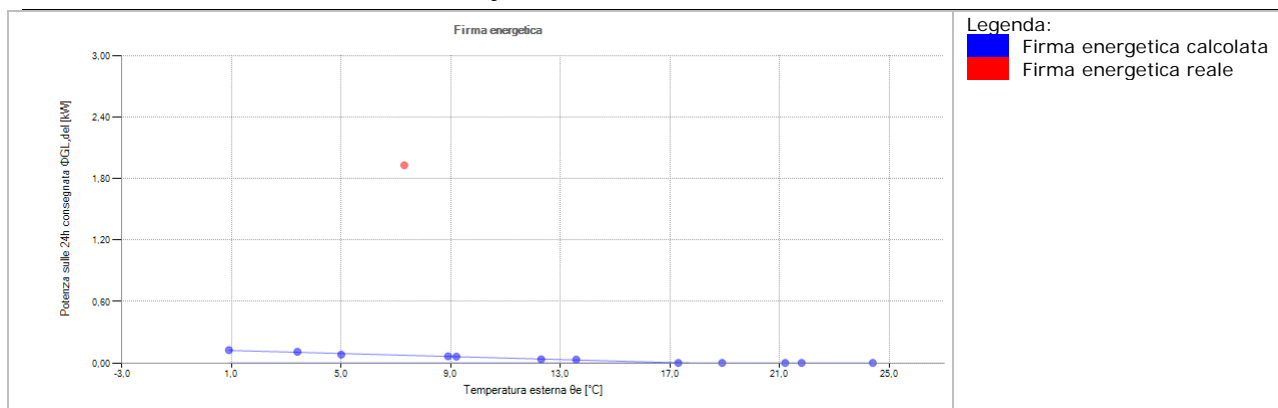


Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	1	0,00
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	1	0,00
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	1	0,00
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	1	0,00
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	1	0,00
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	1	0,00
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	1	0,00
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	1	0,00
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	1	0,00
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	1	0,00
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	1	0,00
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	1	0,00
TOTALE		365	-	-	-	-	15	15	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	184	184	0,04
TOTALE		183	-	-	-	-	184	184	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	31	0	0,9	592	94	94	0,13
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	28	0	5,0	420	55	55	0,08
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	31	0	9,2	335	47	47	0,06
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	15	0	12,3	116	14	14	0,04
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	0	16	17,3	0	1	1	0,00
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	0	30	21,8	0	1	1	0,00
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	0	31	24,4	0	1	1	0,00
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	0	31	21,2	0	1	1	0,00
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	0	12	18,9	0	1	1	0,00
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	17	0	13,6	109	15	15	0,03
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	30	0	8,9	333	48	48	0,07
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	31	0	3,4	515	82	82	0,11
TOTALE		365	183	120	-	2419	360	360	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
<i>1 - 2017/2018</i>	<i>H</i>	183	183	0	7,3	2324	8473	8473	1,93
TOTALE		183	183	0	-	2324	8473	8473	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni (del mese o periodo)
g _{risc}	Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
θ _e	Temperatura esterna media (del mese o periodo)
GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q _{del}	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ _{del}	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aerulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.1.2 2018/2019

5.1.2.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2050	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,180	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	8188	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	346	8465	-95,9

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	0	0	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	15	159	-90,6

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	8188	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	360	8624	-95,8

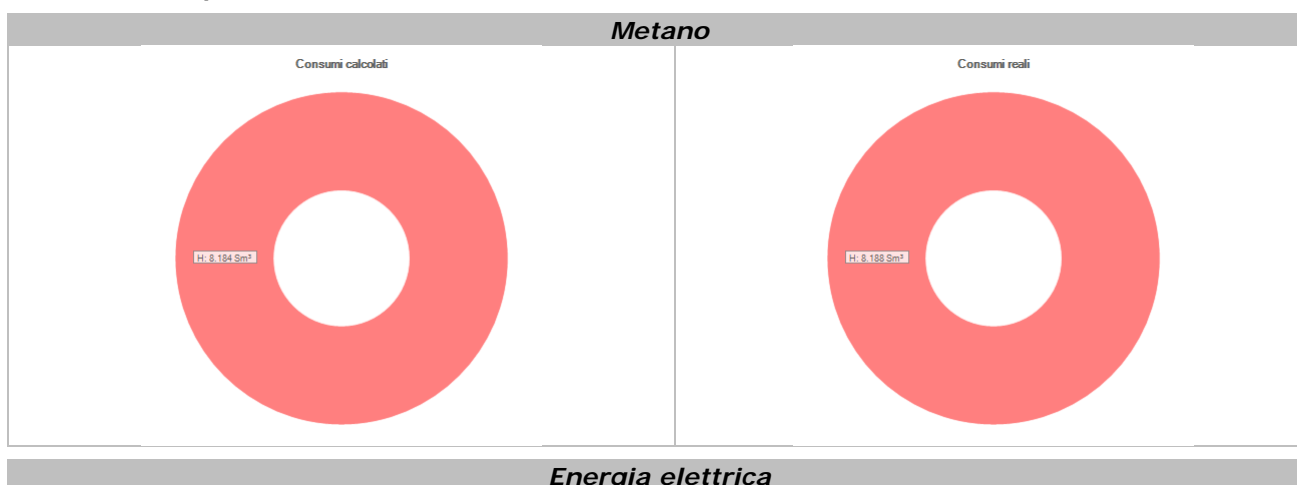
Legenda dei simboli:

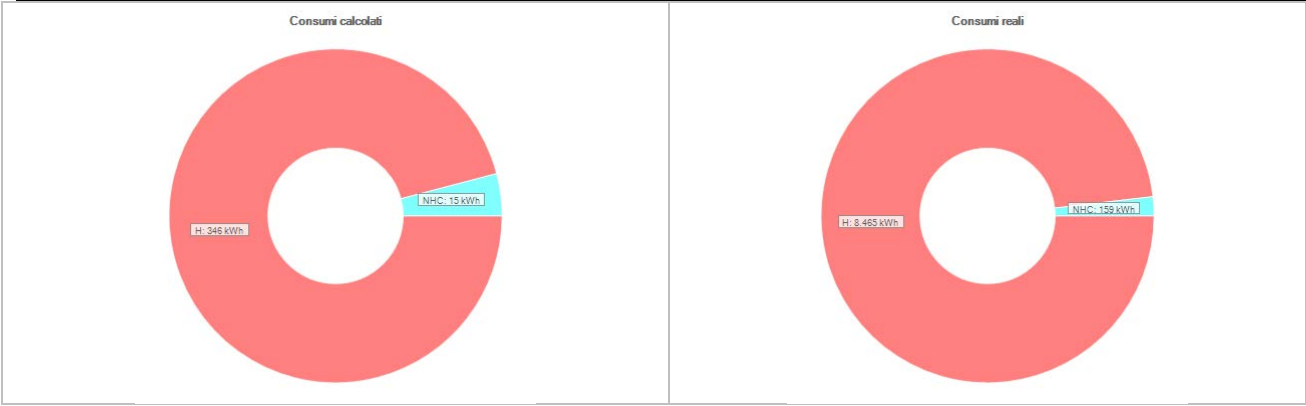
Co _{calc}	Consumo calcolato
Co _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

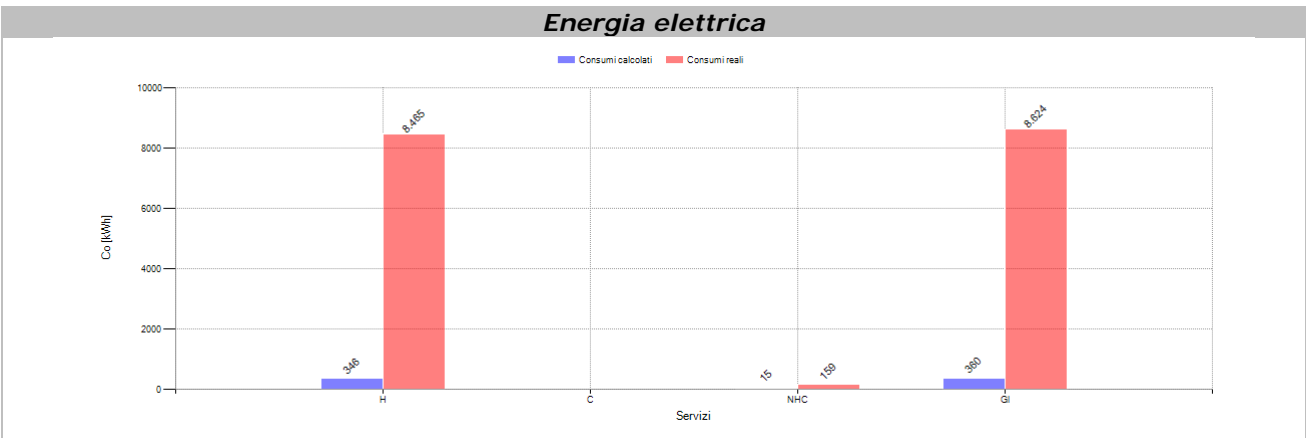
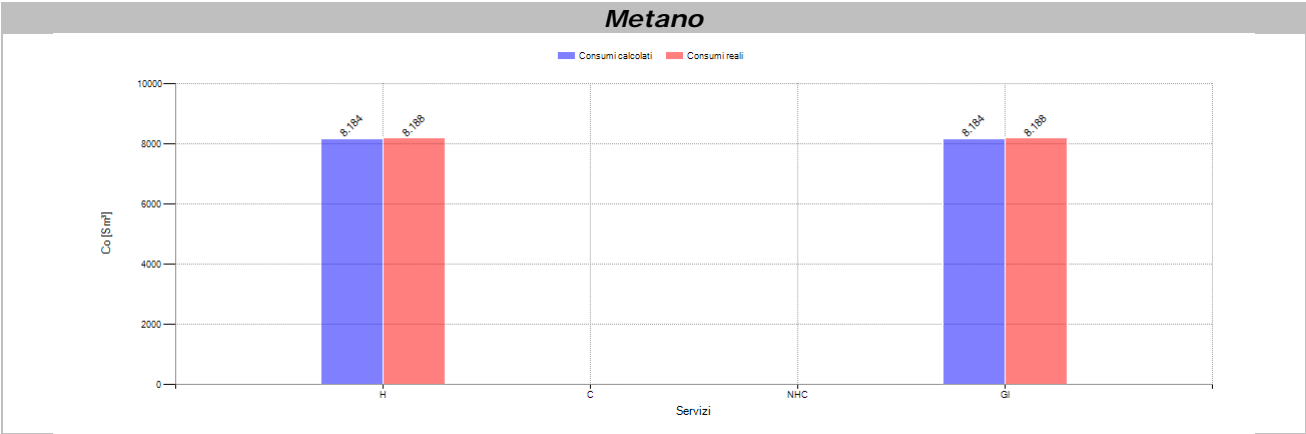
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio





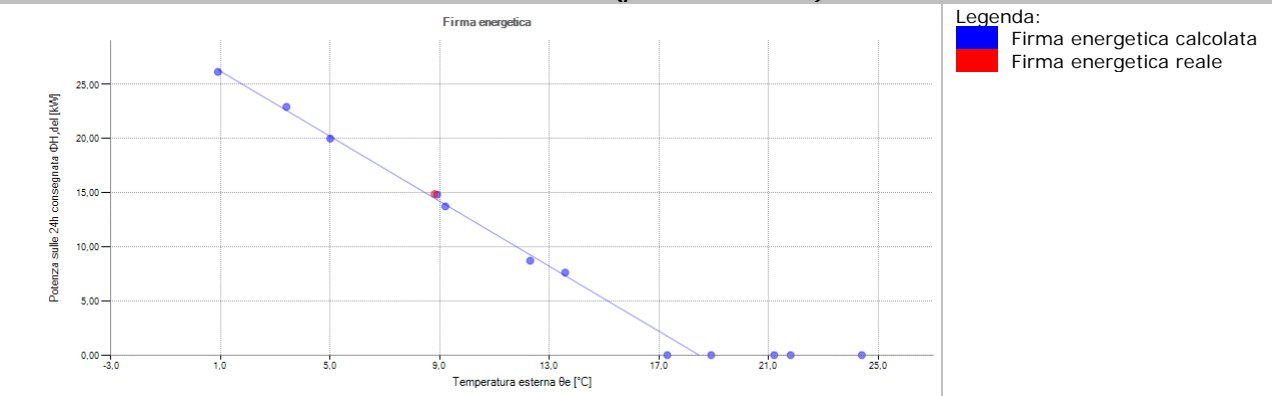
Confronto



5.1.2.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr

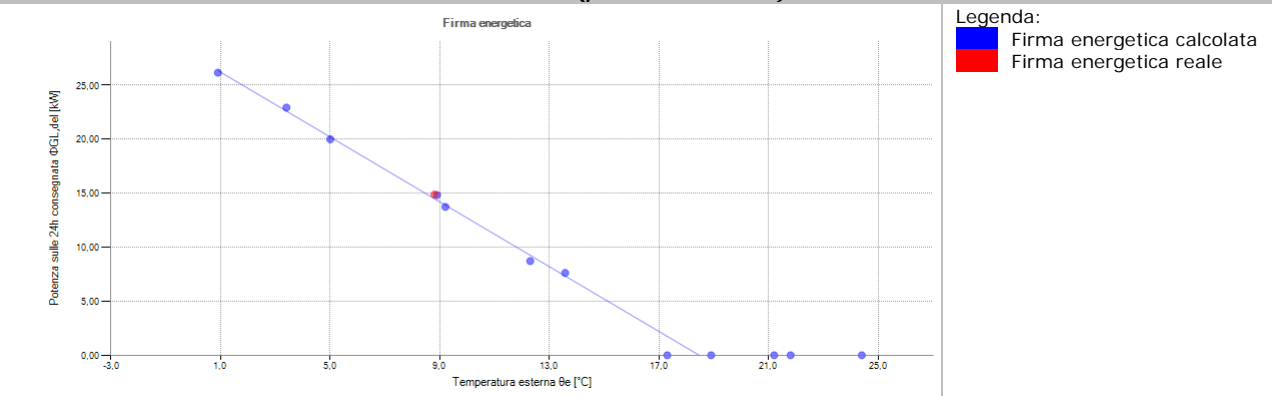
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	2066	19463	26,16
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	1426	13441	20,00
marzo	H	31	31	-	9,2	335	1084	10217	13,73
aprile	H	30	15	-	12,3	116	333	3138	8,72
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	330	3110	7,62
novembre	H	30	30	-	8,9	333	1133	10677	14,83
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	1811	17066	22,94
TOTALE		365	183	-	-	2419	8184	77113	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - 2018/2019	H	183	183	-	8,8	2050	6938	65375	14,88
TOTALE		183	183	-	-	2050	6938	65375	-

Globale (potenza sulle 24 h)



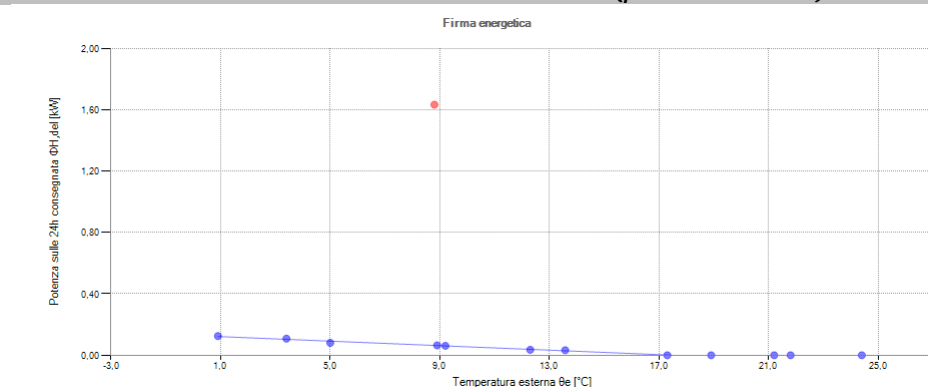
Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2066	19463	26,16
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1426	13441	20,00
marzo	H	31	31	0	9,2	335	1084	10217	13,73
aprile	H	30	15	0	12,3	116	333	3138	8,72
maggio	NH	31	0	16	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	12	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	330	3110	7,62
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1133	10677	14,83
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	1811	17066	22,94
TOTALE		365	183	120	-	2419	8184	77113	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - 2018/2019	H	183	183	0	8,8	2050	6938	65375	14,88

TOTALE	183	183	0	-	2050	6938	65375	-
--------	-----	-----	---	---	------	------	-------	---

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

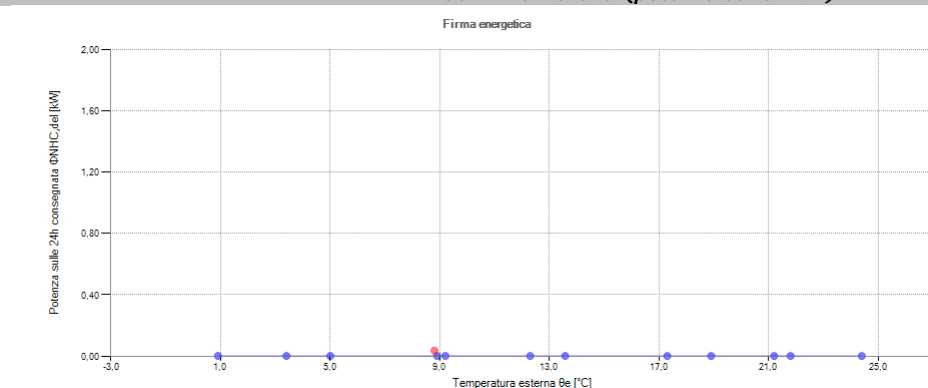


Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	93	93	0,12
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	54	54	0,08
marzo	H	31	31	-	9,2	335	46	46	0,06
aprile	H	30	15	-	12,3	116	13	13	0,04
maggio	NH	31	0	-	17,3	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	21,8	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,4	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,2	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	13,6	109	13	13	0,03
novembre	H	30	30	-	8,9	333	46	46	0,06
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	81	81	0,11
TOTALE		365	183	-	-	2419	346	346	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - 2018/2019	H	183	183	-	8,8	2050	7173	7173	1,63
TOTALE		183	183	-	-	2050	7173	7173	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

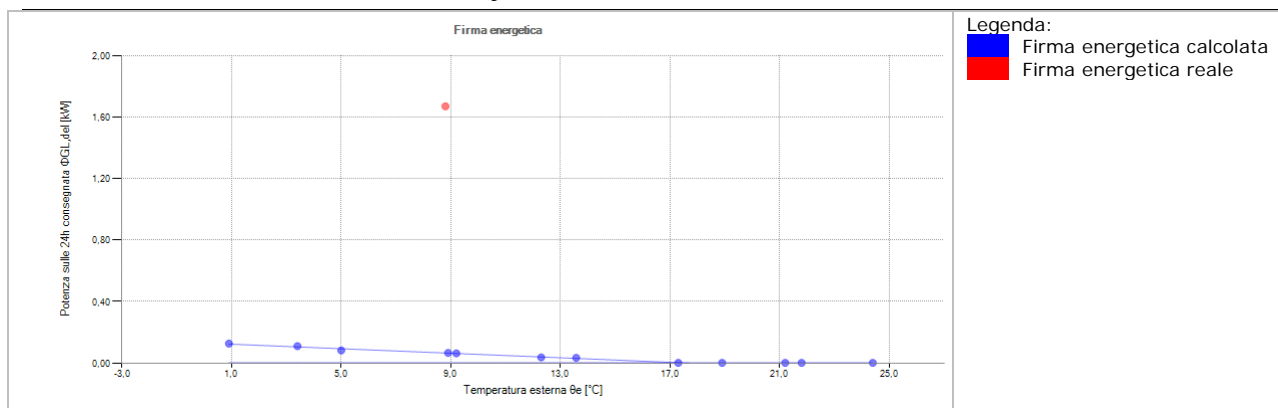


Legenda:
 Firma energetica calcolata
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	1	0,00
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	1	0,00
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	1	0,00
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	1	0,00
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	1	0,00
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	1	0,00
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	1	0,00
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	1	0,00
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	1	0,00
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	1	0,00
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	1	0,00
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	1	0,00
TOTALE		365	-	-	-	-	15	15	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cq]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - 2018/2019	H	183	-	-	8,8	-	159	159	0,04
TOTALE		183	-	-	-	-	159	159	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	94	94	0,13
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	55	55	0,08
marzo	H	31	31	0	9,2	335	47	47	0,06
aprile	H	30	15	0	12,3	116	14	14	0,04
maggio	NH	31	0	16	17,3	0	1	1	0,00
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1	1	0,00
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1	1	0,00
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1	1	0,00
settembre	NH	30	0	12	18,9	0	1	1	0,00
ottobre	H	31	17	0	13,6	109	15	15	0,03
novembre	H	30	30	0	8,9	333	48	48	0,07
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	82	82	0,11
TOTALE		365	183	120	-	2419	360	360	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - 2018/2019	H	183	183	0	8,8	2050	7332	7332	1,67
TOTALE		183	183	0	-	2050	7332	7332	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni (del mese o periodo)
g _{risc}	Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
θ _e	Temperatura esterna media (del mese o periodo)
GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q _{del}	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ _{del}	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aerulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.1.3 Stagione media

5.1.3.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2187	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	1,106	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	8085	1,2
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	346	8552	-96,0

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	0	0	0,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	15	172	-91,3

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	8184	8085	1,2
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	360	8724	-95,9

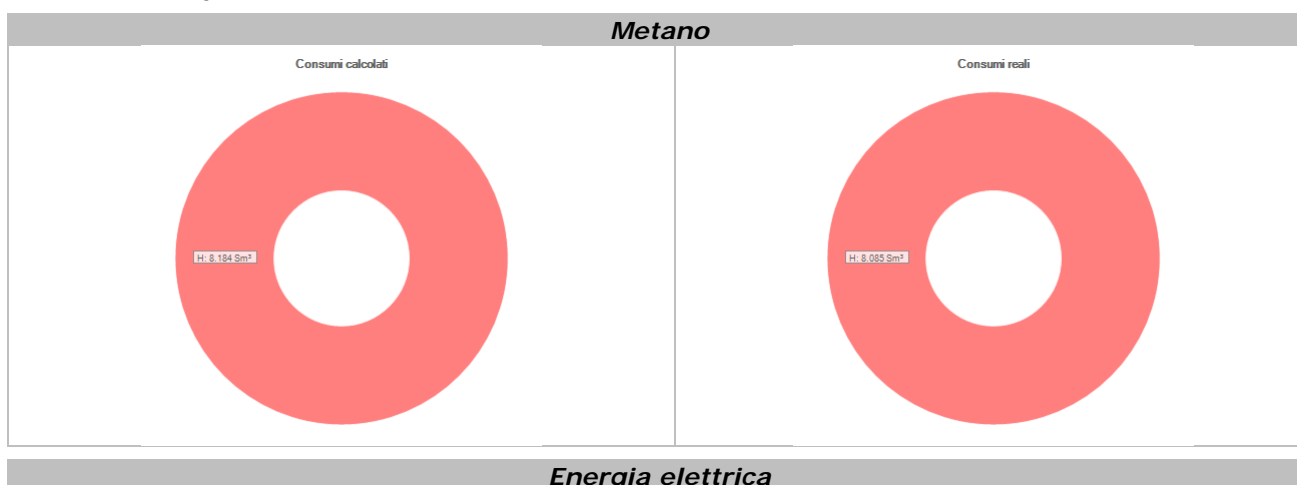
Legenda dei simboli:

Co _{calc}	Consumo calcolato
Co _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

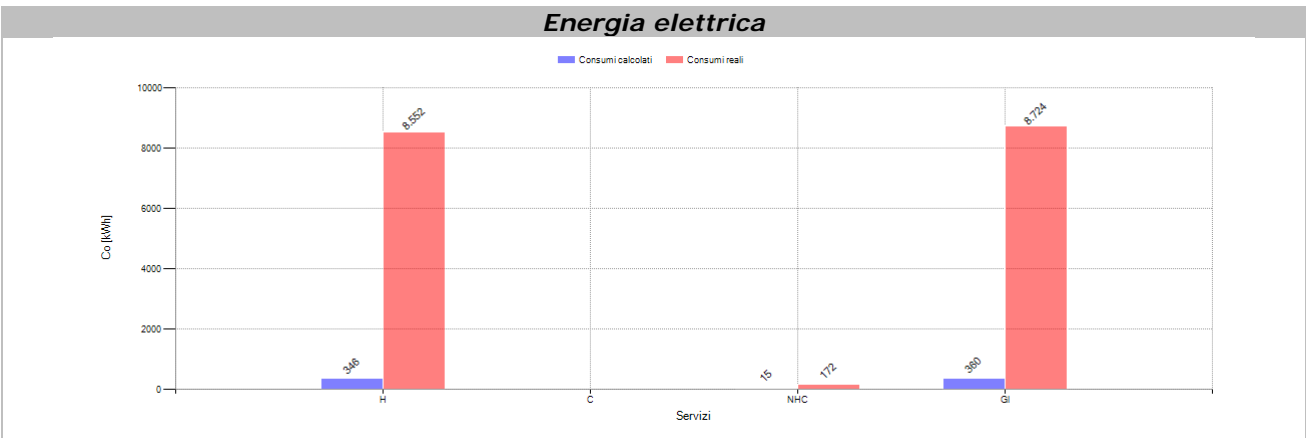
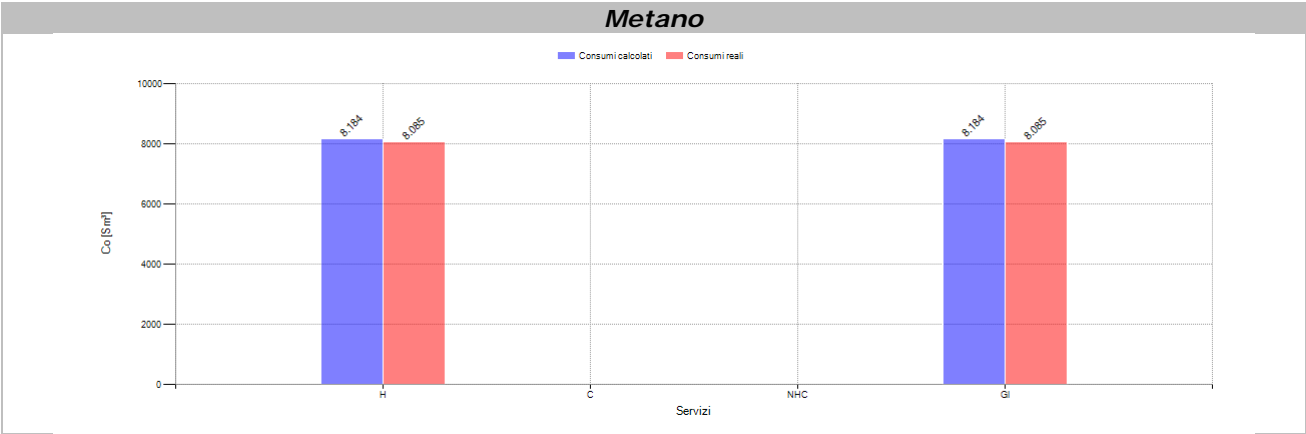
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

Suddivisione per servizio





Confronto



6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

Gli interventi di riqualificazione energetica possono essere, in generale, distinti in differenti categorie principali (prospetto 2) da considerarsi in ordine logico di priorità. In particolare, gli interventi relativi alla termoregolazione ed alla contabilizzazione dovrebbero essere anteposti a tutti gli altri in quanto tali da predisporre l'edificio ad accogliere le ulteriori opere.

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

Categoria di intervento	Tipologia	Beneficio
Interventi sul fabbricato	Cappotto interno, cappotto esterno, insufflaggio, isolamento coperture orizzontali, isolamento cassonetti, sostituzione serramenti, sostituzione solo vetro	Riduzione trasmittanze termiche (W_t/m^2K)
Interventi sui circuiti di utenza	Sostituzione dei terminali di emissione, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di sistemi di contabilizzazione	Aumento dei rendimenti di emissione o regolazione, riduzione della temperatura media dell'impianto, riduzione del fabbisogno in ingresso alla regolazione (fattore di contabilizzazione)
Interventi sul sottosistema di generazione ed adozione di fonti rinnovabili	Installazione di collettori solari	Riduzione del fabbisogno in uscita dalla generazione ($Q_{gen,out}$)
	Sostituzione del generatore con generatori multipli o sistemi più efficienti	Miglioramento del rendimento di generazione ed incremento della quota rinnovabile
	Installazione di moduli fotovoltaici	Riduzione del prelievo di energia elettrica dalla rete

Nel caso considerato si sono simulati i seguenti scenari di risparmio energetico, ciascuno articolato in più interventi (i singoli scenari ed interventi sono descritti nel dettaglio nei capitoli successivi):

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia	59835,95	3481,10	17,2	41,61	A2
2	Sostituzione serramenti scuola vecchia	14560,95	1413,41	10,3	16,90	A1
3	Scenario 1 + Scenario 2	74396,90	4529,16	16,4	54,14	A3

Legenda:

C	Costo stimato
ΔS_{gl}	Risparmio economico (variazione spesa globale annua)
t_r	Tempo di ritorno semplice
$\Delta EP_{gl,nren}$	Risparmio energetico (variazione indice di prestazione energetica globale non rinnovabile)

6.1 Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia		
Costo stimato	C	59835,95	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3481,10	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	17,2	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	41,61	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	A2		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola esistente
2	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente

6.1.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola esistente

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno - Scuola esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna 1		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	515.89	m²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	300,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,109	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,142	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m³		
Conduttività	λ	0,028	W _t /mK
Spessore	s	120,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	430,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,192	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p _{is}	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U _{fin,eff}	0,192	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,220	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

6.1.2 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1
Descrizione	Soffitto sottotetto
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati
Superficie di calcolo	S_{calc} 360,88 m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S_{tot}	230,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,918	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,918	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di vetro 75 kg/m³		
Conduttività	λ	0,037	W _t /mK
Spessore	s	125,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S_{tot}	355,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,256	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,257	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

6.1.3 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.1.3.1 Materna esistente

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	4081	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Globale	8184	4081	-50,1

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	165	-52,4
Acqua calda sanitaria (W)	15	14	-2,3
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	8886	-2,3
Globale	9455	9065	-4,1

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6797,08	3387,74	50,2
Acqua calda sanitaria (W)	3,67	3,59	2,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2273,68	2221,41	2,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	9074,44	5612,74	38,1

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	59835,95
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	3481,10
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	17,2

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	91,0	2,2
Regolazione (η_{reg})	86,8	80,4	-7,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,4	96,4	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,6	95,3	-0,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	89,1	-0,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	88,9	88,7	-0,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	134,9	127,8	-5,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	133,9	126,9	-5,3
Valore limite (η_{lim})	146,6	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	0,0	0,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	14355,0	14355,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	11567,1	11567,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	31636,7	32377,1	2,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	16233,8	16373,7	0,9
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	190,63	90,03	-52,8	69,22
Raffrescamento (C)	4,86	6,91	42,2	6,21

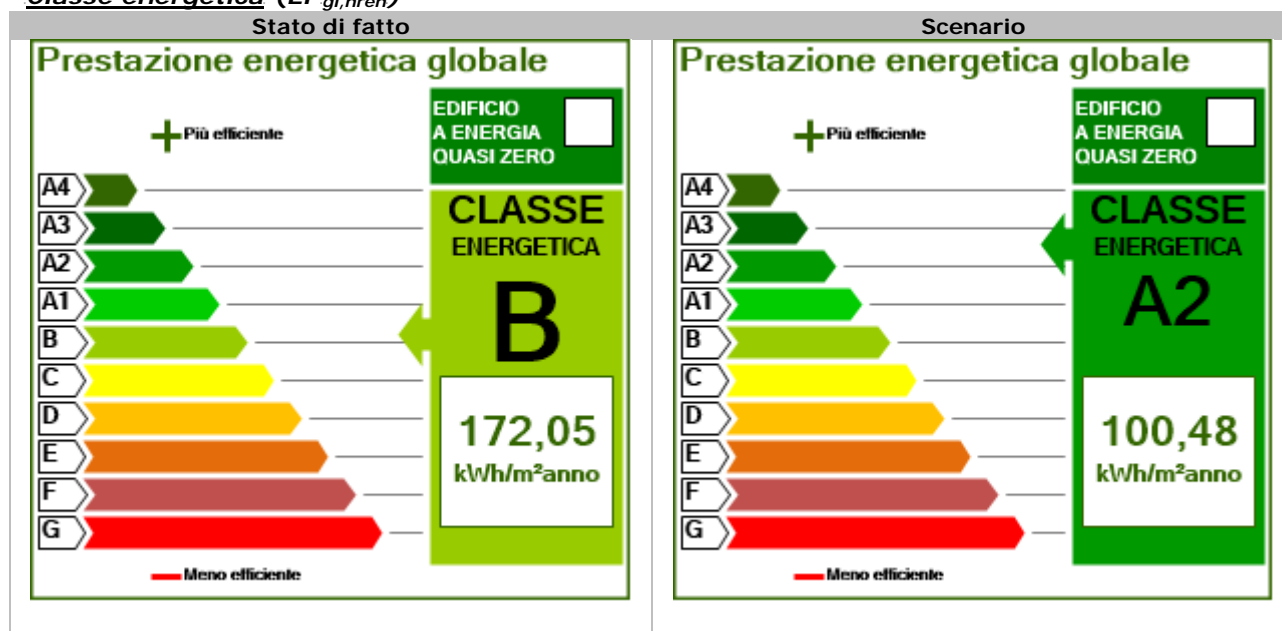
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	141,30	70,44	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	-2,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	30,69	29,99	-2,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	172,05	100,48	-41,6

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1,03	0,52	-49,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	0,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	29,11	29,30	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	30,19	29,87	-1,1

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	142,33	70,96	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,10	-0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	59,81	59,29	-0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	202,24	130,35	-35,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	133,60	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,7	0,7	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	48,7	49,4	1,4	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,8	0,8	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	48,7	49,4	1,4	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	14,9	22,9	53,6	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:

- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16352,71	8151,47	-50,2
Acqua calda sanitaria (W)	6,76	6,60	-2,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4183,57	4087,39	-2,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	20543,04	12245,47	-40,4

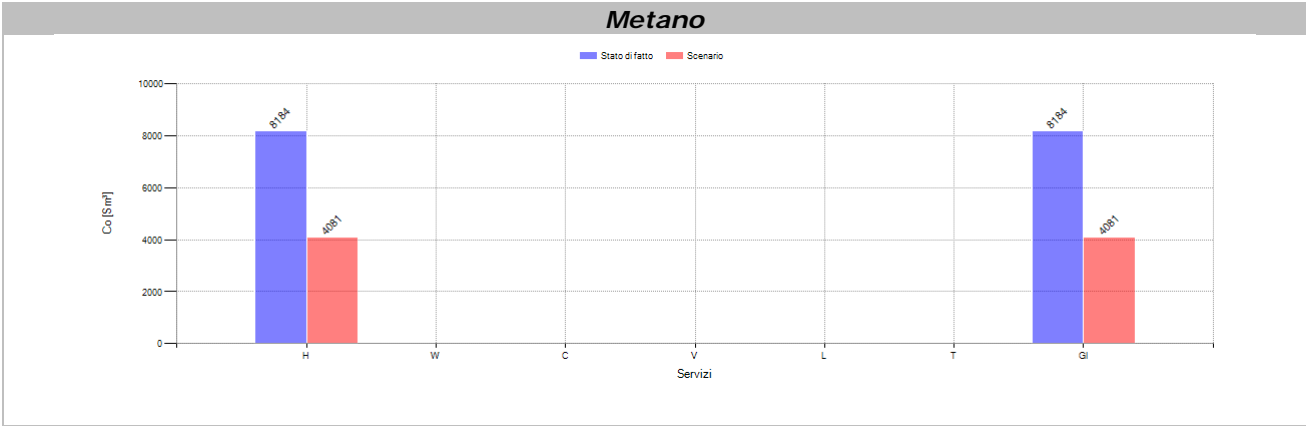
Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP_{nd}	Indice di prestazione termica
EP_{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP_{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP_{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

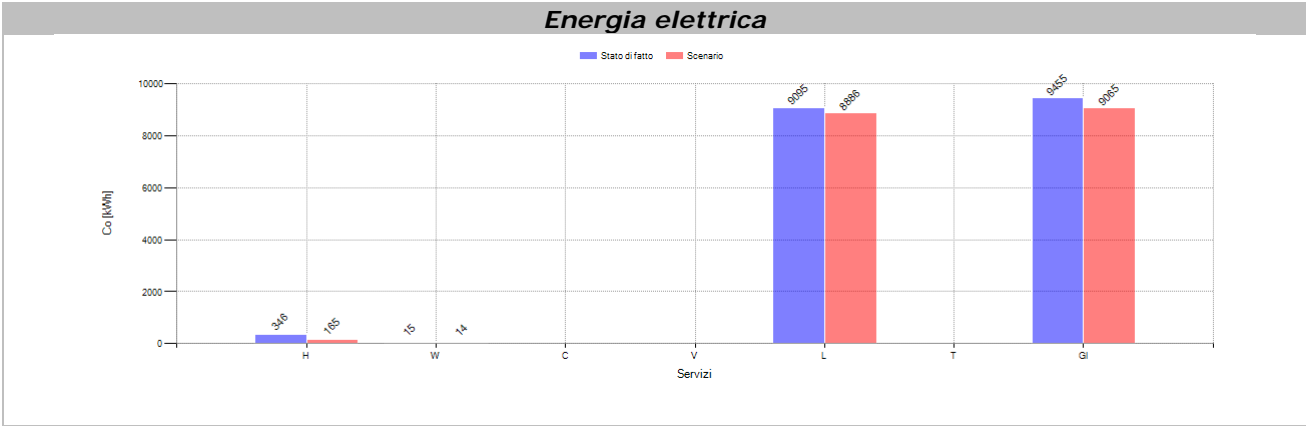
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

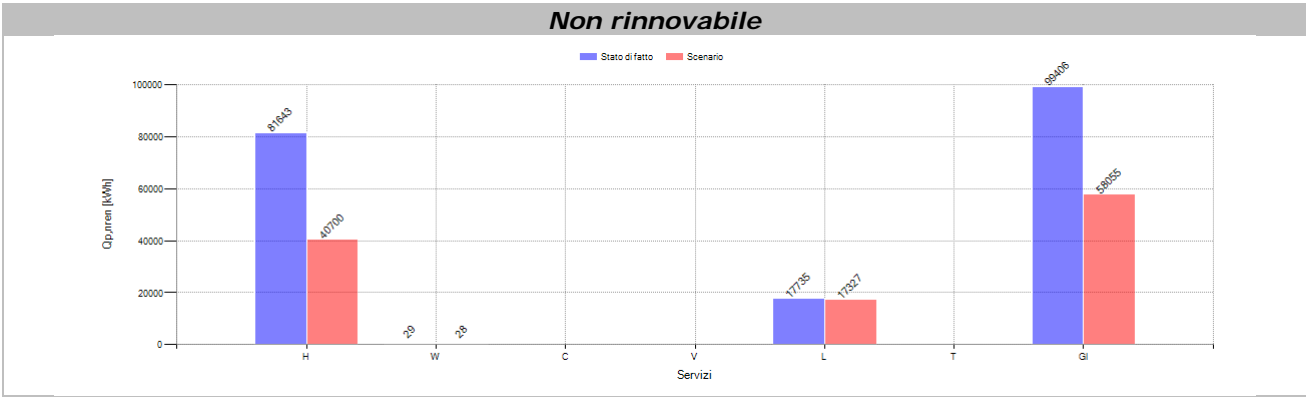


Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	4081	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	8184	4081	-50,1

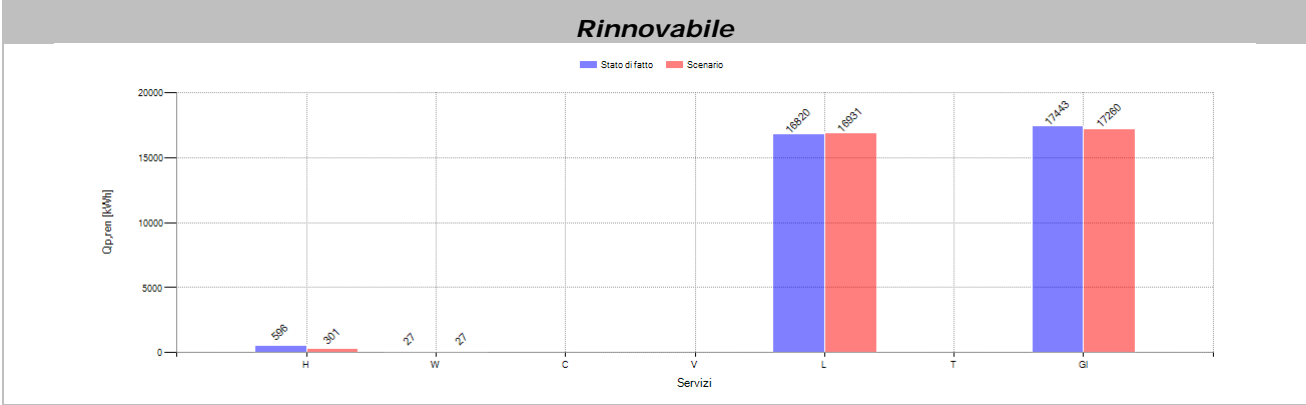


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	165	-52,4
Acqua calda sanitaria (W)	15	14	-2,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	8886	-2,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	9455	9065	-4,1

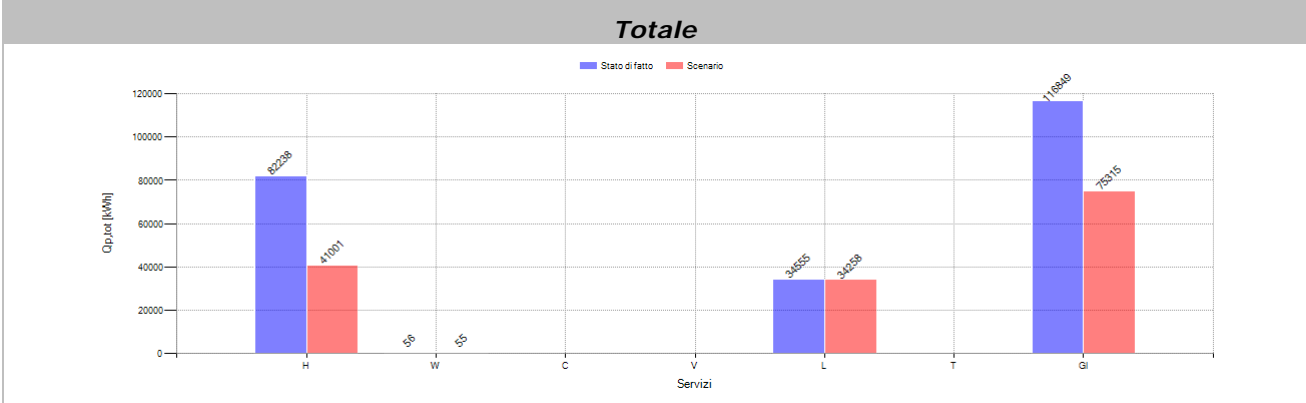
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	81643	40700	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	29	28	-2,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17327	-2,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	99406	58055	-41,6

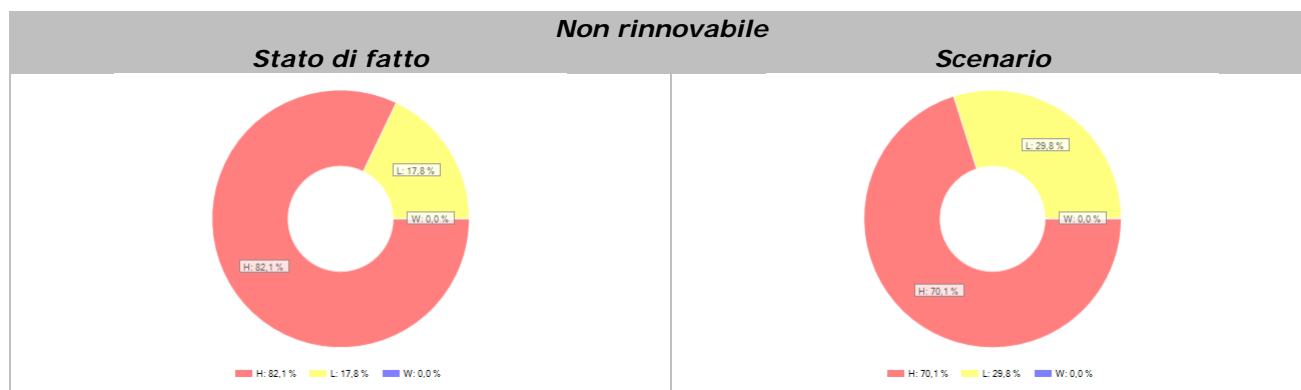


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	596	301	-49,4
Acqua calda sanitaria (W)	27	27	0,7
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	16931	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	17443	17260	-1,1

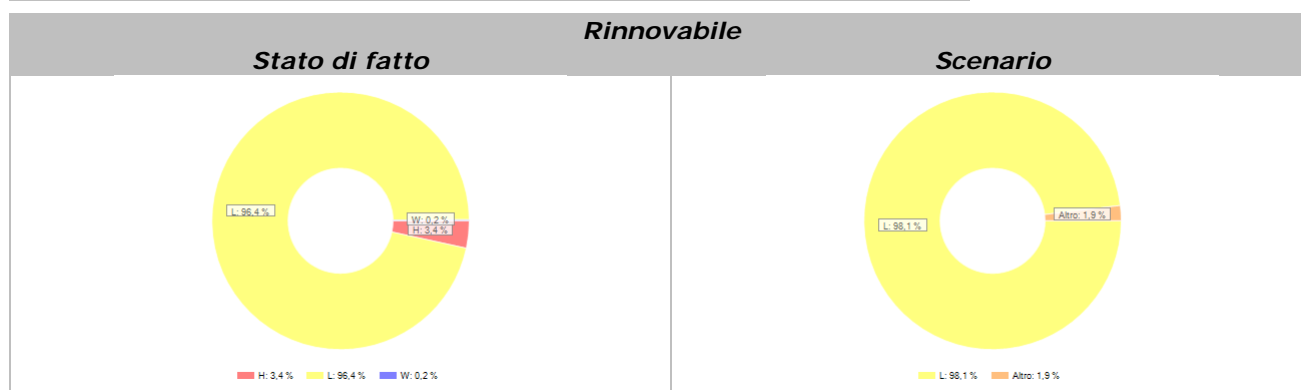


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	82238	41001	-50,1
Acqua calda sanitaria (W)	56	55	-0,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	34258	-0,9
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	116849	75315	-35,5

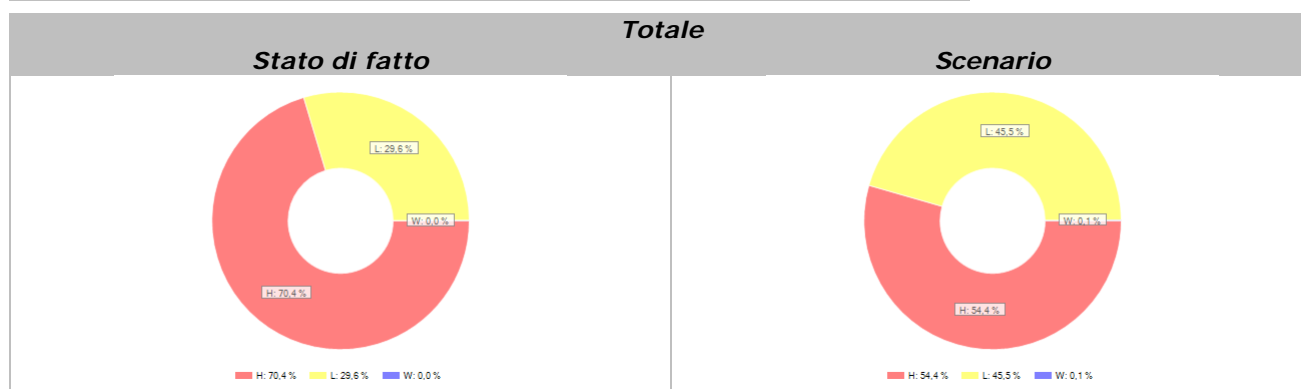
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	81643	82,1	40700	70,1
Acqua calda sanitaria (W)	29	0,0	28	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17,8	17327	29,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	99406	100,0	58055	100,0

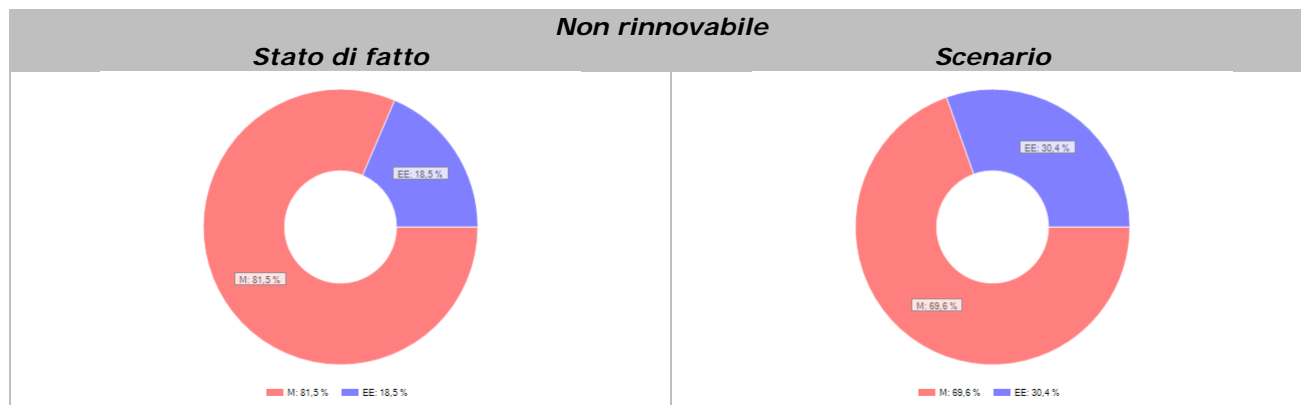


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	596	3,4	301	1,7
Acqua calda sanitaria (W)	27	0,2	27	0,2
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	96,4	16931	98,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	17443	100,0	17260	100,0

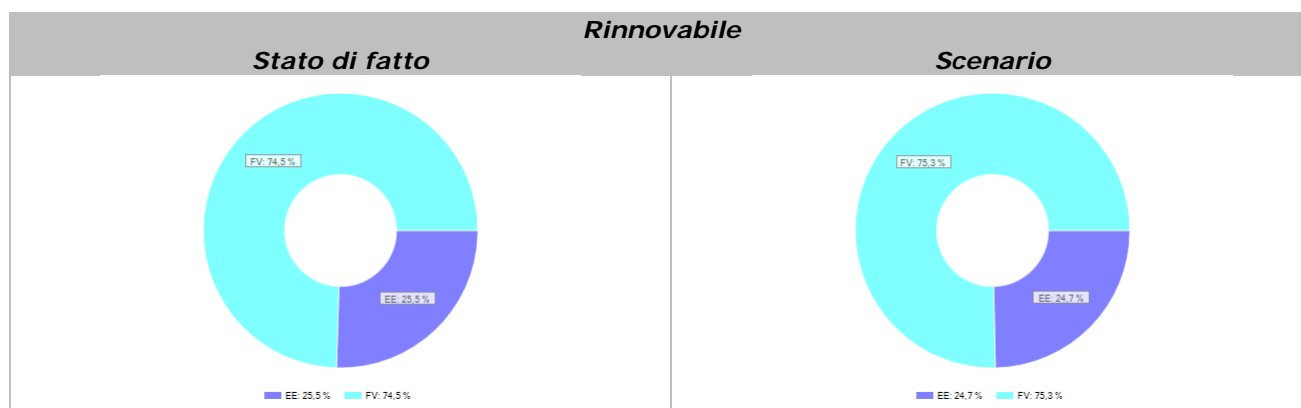


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	82238	70,4	41001	54,4
Acqua calda sanitaria (W)	56	0,0	55	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	29,6	34258	45,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	116849	100,0	75315	100,0

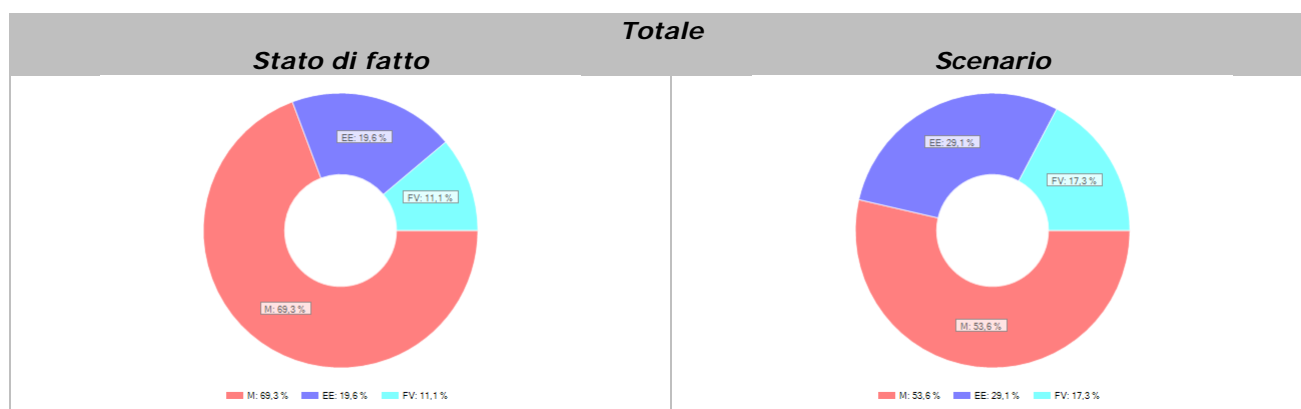
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	81,5	40379	69,6
Energia elettrica (EE)	18437	18,5	17676	30,4
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	99406	100,0	58055	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	4444	25,5	4260	24,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	74,5	13000	75,3
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	17443	100,0	17260	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	69,3	40379	53,6
Energia elettrica (EE)	22881	19,6	21936	29,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	11,1	13000	17,3
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	116849	100,0	75315	100,0

6.2 Sostituzione serramenti scuola vecchia

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Sostituzione serramenti scuola vecchia		
Costo stimato	C	14560,95	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1413,41	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	10,3	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	16,90	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	A1		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione serramenti - Materna esistente
2	Sostituzione serramenti - Materna esistente
3	Sostituzione serramenti - Materna esistente
4	Sostituzione serramenti - Materna esistente
5	Sostituzione serramenti - Materna esistente
6	Sostituzione serramenti - Materna esistente
7	Sostituzione serramenti - Materna esistente
8	Sostituzione serramenti - Materna esistente
9	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente

6.2.1 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W1		
Descrizione	1F1		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	8,68	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	$U_{q,in}$	2,805	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$	4,213	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	$U_{q,fin}$	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	1,005	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,900	W _t /m ² K

6.2.2 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W2		
Descrizione	1F2		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N		
Superficie di calcolo	S _{calc}	0,63	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,864	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,962	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.3 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W3		
Descrizione	1F3		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, S		
Superficie di calcolo	S _{calc}	17,60	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,428	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon	
k telaio	1,200	Wt/m²K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere	

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,871	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.4 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	4
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W4		
Descrizione	1F4		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	12,40	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,413	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,868	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.5 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	5
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W5		
Descrizione	1F5		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	5,88	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	2,805	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	4,267	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio		1,200	Wt/m²K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,007	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.6 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	6
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W6		
Descrizione	1F6		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	6.16	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,499	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio		1,200	Wt/m²K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,886	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.7 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	7
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W7		
Descrizione	1F7		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, S		
Superficie di calcolo	S _{calc}	6,94	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,428	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,871	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.2.8 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	8
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W8		
Descrizione	1F8		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N		
Superficie di calcolo	S _{calc}	0,48	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	$U_{q,in}$	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$	5,806	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio		1,200	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	$U_{q,fin}$	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	0,950	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,900	W _t /m ² K

6.2.9 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	9
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente
Zona di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione

Tipologia di regolazione	Solo per singolo ambiente		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 0,5 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%

6.2.10 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.2.10.1 Materna esistente

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	6517	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Globale	8184	6517	-20,4

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	271	-21,7
Acqua calda sanitaria (W)	15	15	-0,9
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	9011	-0,9
Globale	9455	9296	-1,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6797,08	5411,99	20,4
Acqua calda sanitaria (W)	3,67	3,64	0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2273,68	2252,80	0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	9074,44	7668,43	15,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	14560,95
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	1413,41
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	10,3

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	91,0	2,2
Regolazione (η_{reg})	86,8	99,0	14,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,4	96,4	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,6	96,6	1,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	90,3	1,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	88,9	89,9	1,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	134,9	159,1	17,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	133,9	157,9	17,9
Valore limite (η_{lim})	146,6	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	0,0	0,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	14355,0	14355,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	11567,1	11567,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	31636,7	31928,6	0,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	16233,8	16289,5	0,3
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	190,63	178,99	-6,1	69,22
Raffrescamento (C)	4,86	3,34	-31,3	6,21

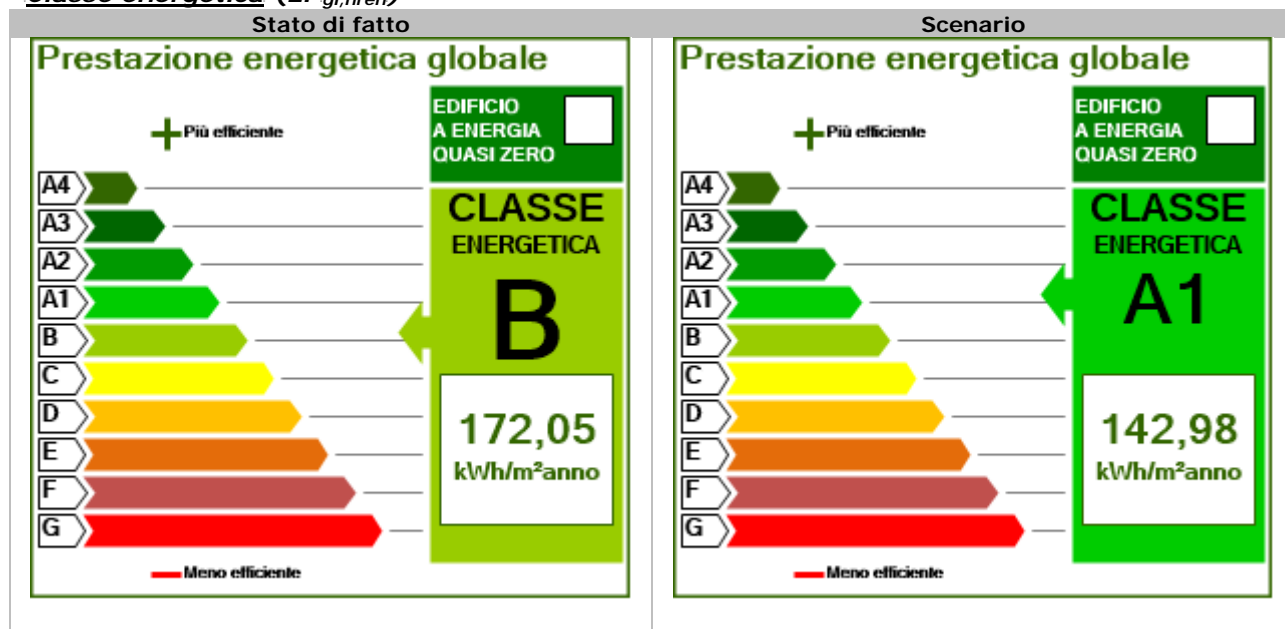
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	141,30	112,52	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	-0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	30,69	30,41	-0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	172,05	142,98	-16,9

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1,03	0,83	-20,0
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	0,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	29,11	29,19	0,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	30,19	30,06	-0,4

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	142,33	113,34	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,10	-0,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	59,81	59,60	-0,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	202,24	173,04	-14,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	133,60	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,7	0,7	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	48,7	49,0	0,6	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,8	0,8	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	48,7	49,0	0,6	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	14,9	17,4	16,1	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16352,71	13021,05	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	6,76	6,70	-0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4183,57	4145,14	-0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	20543,04	17172,89	-16,4

Legenda:

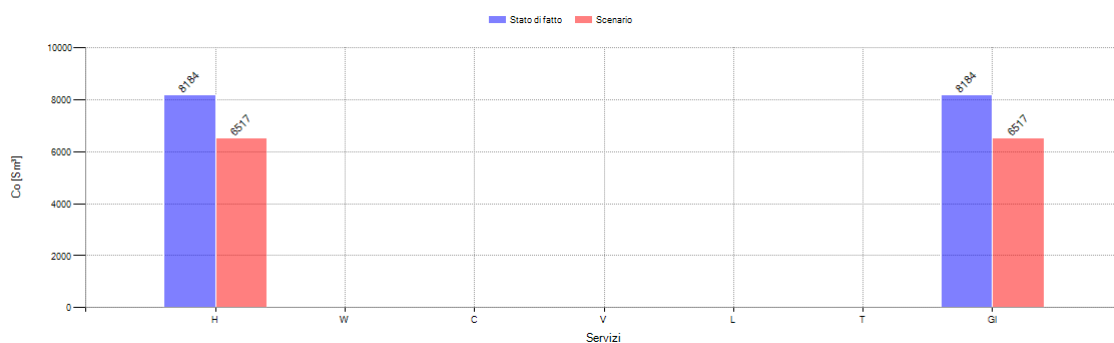
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

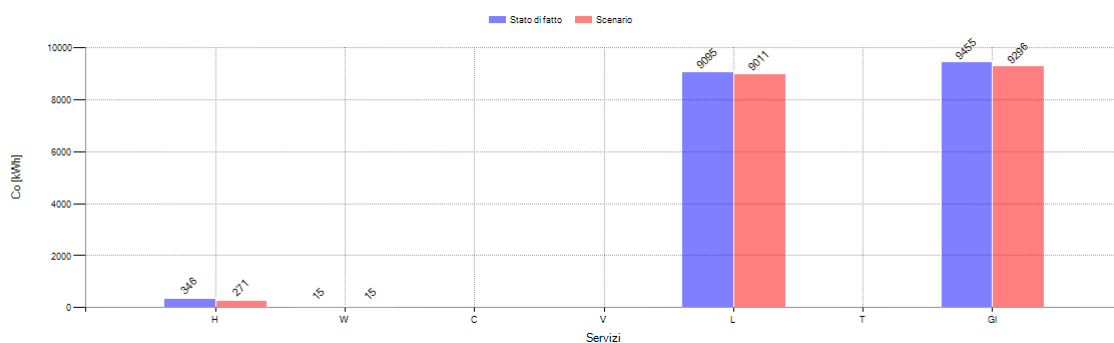
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



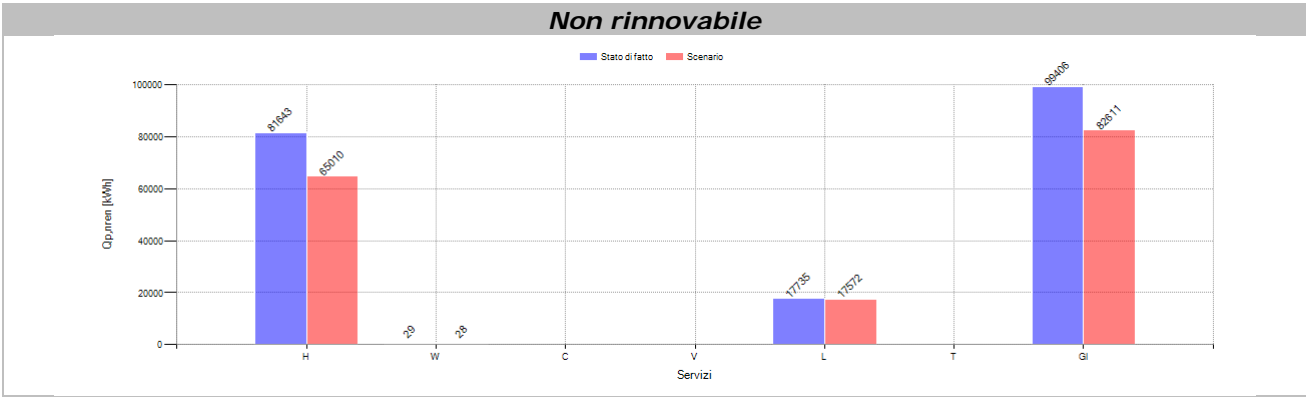
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	6517	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	8184	6517	-20,4

Energia elettrica

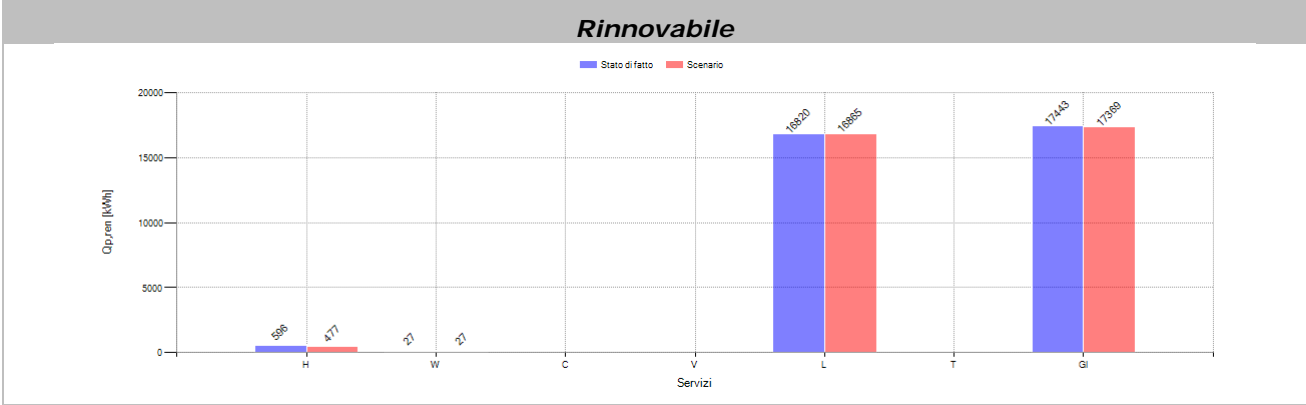


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	271	-21,7
Acqua calda sanitaria (W)	15	15	-0,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	9011	-0,9
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	9455	9296	-1,7

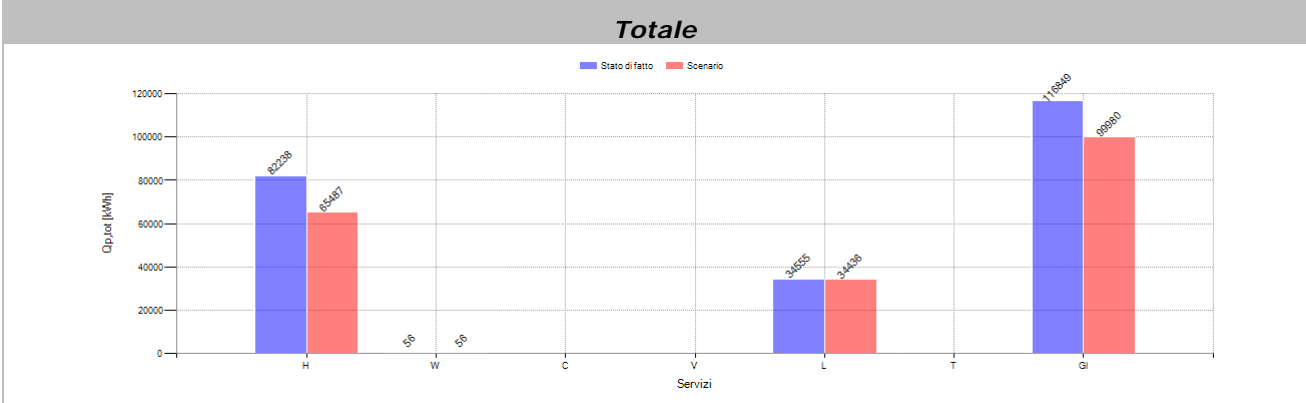
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	81643	65010	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	29	28	-0,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17572	-0,9
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	99406	82611	-16,9

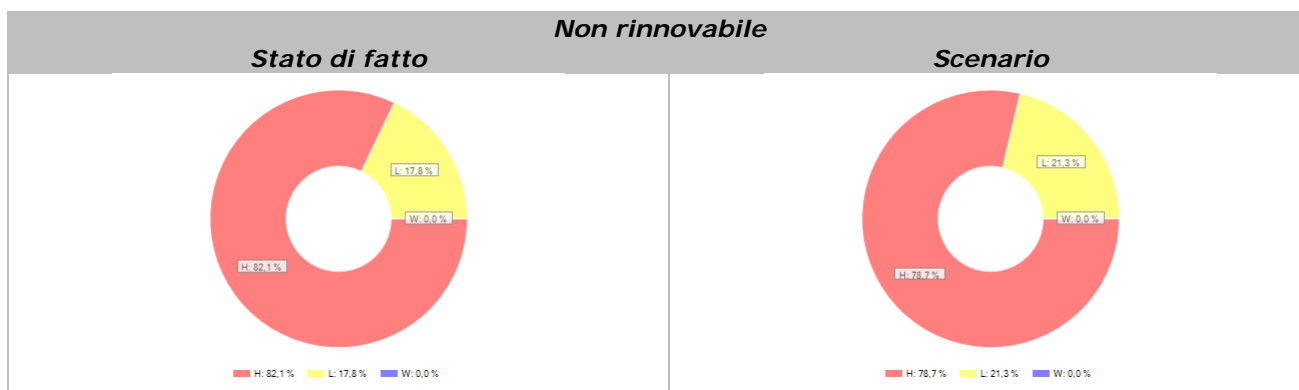


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	596	477	-20,0
Acqua calda sanitaria (W)	27	27	0,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	16865	0,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	17443	17369	-0,4

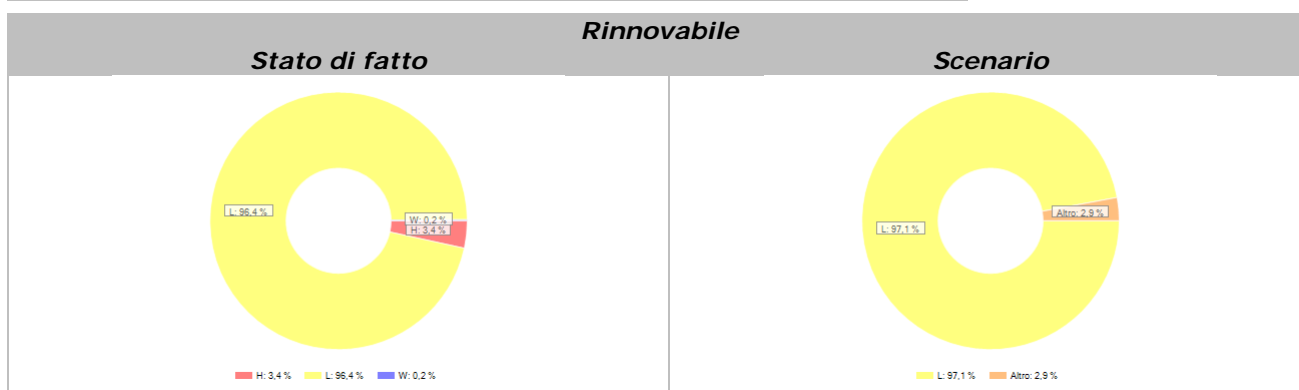


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	82238	65487	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	56	56	-0,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	34436	-0,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	116849	99980	-14,4

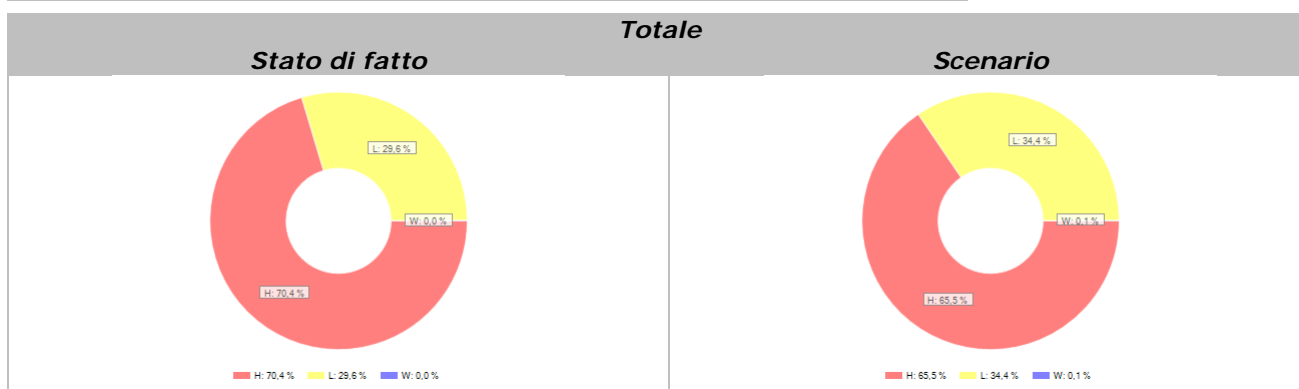
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	81643	82,1	65010	78,7
Acqua calda sanitaria (W)	29	0,0	28	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17,8	17572	21,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	99406	100,0	82611	100,0

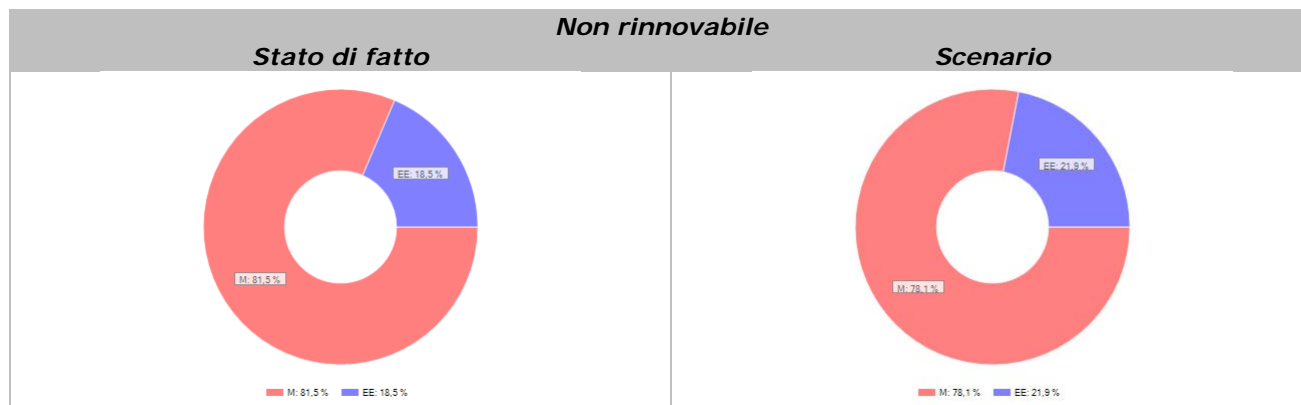


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	596	3,4	477	2,7
Acqua calda sanitaria (W)	27	0,2	27	0,2
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	96,4	16865	97,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	17443	100,0	17369	100,0

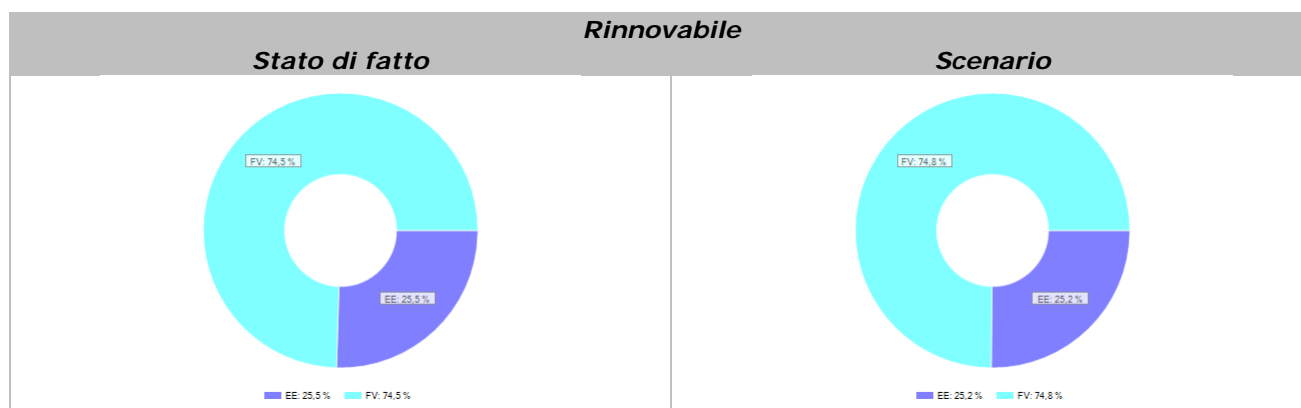


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	82238	70,4	65487	65,5
Acqua calda sanitaria (W)	56	0,0	56	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	29,6	34436	34,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	116849	100,0	99980	100,0

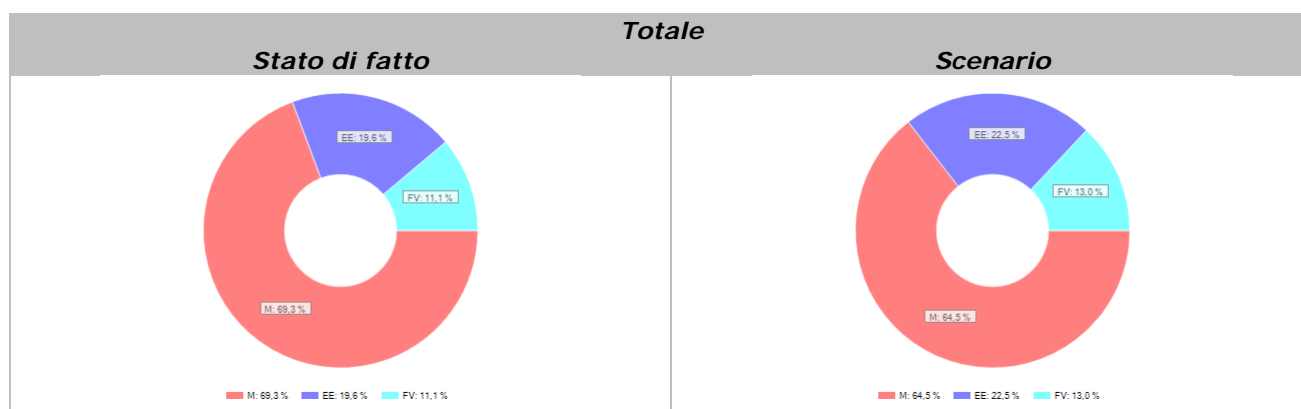
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	81,5	64483	78,1
Energia elettrica (EE)	18437	18,5	18128	21,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	99406	100,0	82611	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	4444	25,5	4369	25,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	74,5	13000	74,8
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	17443	100,0	17369	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	69,3	64483	64,5
Energia elettrica (EE)	22881	19,6	22497	22,5
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	11,1	13000	13,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	116849	100,0	99980	100,0

6.3 Scenario 1 + Scenario 2

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Scenario 1 + Scenario 2		
Costo stimato	C	74396,90	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	4529,16	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	16,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	54,14	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	A3		

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione serramenti - Materna esistente
2	Sostituzione serramenti - Materna esistente
3	Sostituzione serramenti - Materna esistente
4	Sostituzione serramenti - Materna esistente
5	Sostituzione serramenti - Materna esistente
6	Sostituzione serramenti - Materna esistente
7	Sostituzione serramenti - Materna esistente
8	Sostituzione serramenti - Materna esistente
9	Realizzazione cappotto esterno - Materna esistente
10	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente
11	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente

6.3.1 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W1		
Descrizione	1F1		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	8,68	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	2,805	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	4,213	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,005	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.2 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W2		
Descrizione	1F2		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N		
Superficie di calcolo	S _{calc}	0,63	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,864	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,962	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.3 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W3		
Descrizione	1F3		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, S		
Superficie di calcolo	S _{calc}	17,60	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,428	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,871	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.4 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	4
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W4		
Descrizione	1F4		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	12,40	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,413	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,868	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.5 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	5
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W5		
Descrizione	1F5		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	5,88	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	2,805	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	4,267	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,007	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.6 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	6
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W6		
Descrizione	1F6		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E		
Superficie di calcolo	S _{calc}	6.16	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,499	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,886	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.7 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	7
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W7		
Descrizione	1F7		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, S		
Superficie di calcolo	S _{calc}	6,94	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,428	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon	
k telaio	1,200	Wt/m²K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere	

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,871	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.8 Sostituzione serramenti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	8
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	W8		
Descrizione	1F8		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N		
Superficie di calcolo	S _{calc}	0,48	m²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	U _{q,in}	5,089	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,806	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 argon		
k telaio	1,200	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 80mm - 6 camere		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	U _{q,fin}	0,800	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	0,950	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,900	W _t /m ² K

6.3.9 Realizzazione cappotto esterno - Materna esistente

Dati generali

Intervento	9
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna 1		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, E, S, O		
Superficie di calcolo	S _{calc}	515,89	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S _{tot}	300,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,109	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,142	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,028	W _t /mK
Spessore	s	120,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S _{tot}	430,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,192	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p _{is}	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U _{fin,eff}	0,192	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,220	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

6.3.10 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente

Dati generali

Intervento	10
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Materna esistente
Zone di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1
Descrizione	Soffitto sottotetto
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati
Superficie di calcolo	S_{calc} 360,88 m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S_{tot}	230,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,918	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,918	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di vetro 75 kg/m³		
Conduttività	λ	0,037	W _t /mK
Spessore	s	125,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S_{tot}	355,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,256	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,257	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,289	W _t /m ² K

6.3.11 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente

Dati generali

Intervento	11
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Materna esistente
Zona di pertinenza	Materna esistente

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione

Tipologia di regolazione	Solo per singolo ambiente		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 0,5 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%

6.3.12 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

6.3.12.1 Materna esistente

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	2847	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Globale	8184	2847	-65,2

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	113	-67,3
Acqua calda sanitaria (W)	15	14	-3,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	8820	-3,0
Globale	9455	8947	-5,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6797,08	2362,51	65,2
Acqua calda sanitaria (W)	3,67	3,56	3,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2273,68	2204,88	3,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	9074,44	4570,95	49,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	74396,90
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	4529,16
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	16,4

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	91,0	2,2
Regolazione (η_{reg})	86,8	99,0	14,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,4	96,4	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,6	96,5	0,9
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,3	90,2	0,9
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	88,9	89,8	0,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	134,9	159,5	18,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	133,9	158,3	18,2
Valore limite (η_{lim})	146,6	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	0,0	0,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	14355,0	14355,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	11567,1	11567,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	31636,7	32618,6	3,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	16233,8	16418,5	1,1
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	190,63	78,35	-58,9	69,22
Raffrescamento (C)	4,86	4,55	-6,3	6,21

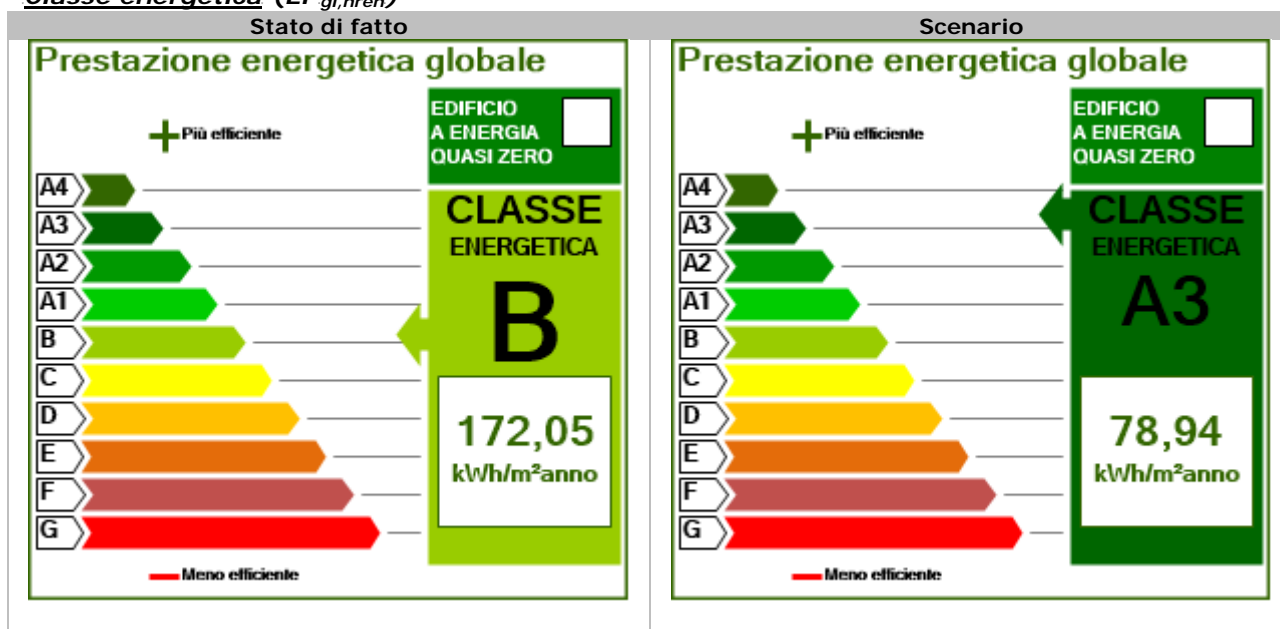
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	141,30	49,13	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	-3,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	30,69	29,77	-3,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	172,05	78,94	-54,1

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1,03	0,37	-64,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,05	0,05	0,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	29,11	29,36	0,9
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	30,19	29,78	-1,4

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	142,33	49,49	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,10	-1,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	59,81	59,13	-1,1
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	202,24	108,72	-46,2
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	133,60	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,7	0,7	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	48,7	49,7	2,1	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,8	0,8	13,2	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	48,7	49,7	2,1	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	14,9	27,4	83,7	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	16352,71	5684,82	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	6,76	6,56	-3,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4183,57	4056,98	-3,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	20543,04	9748,36	-52,5

Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Grafici

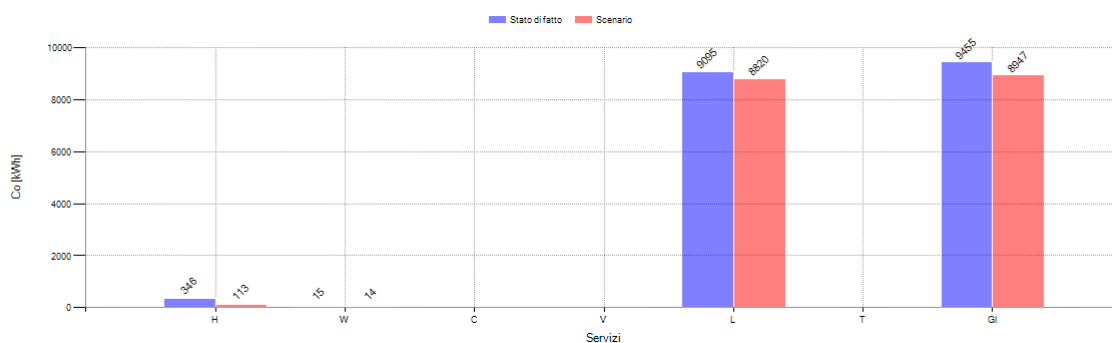
Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano

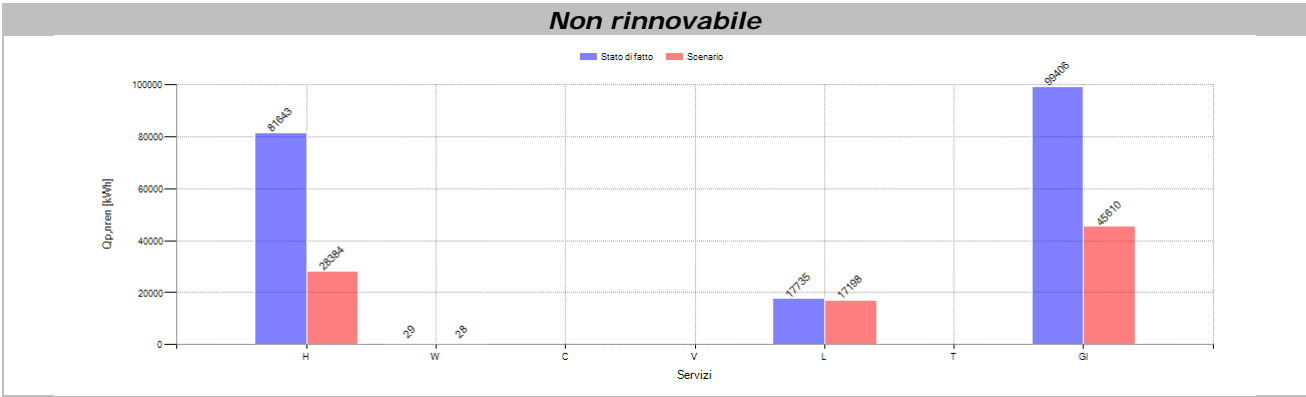
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8184	2847	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (Gl)	8184	2847	-65,2

Energia elettrica

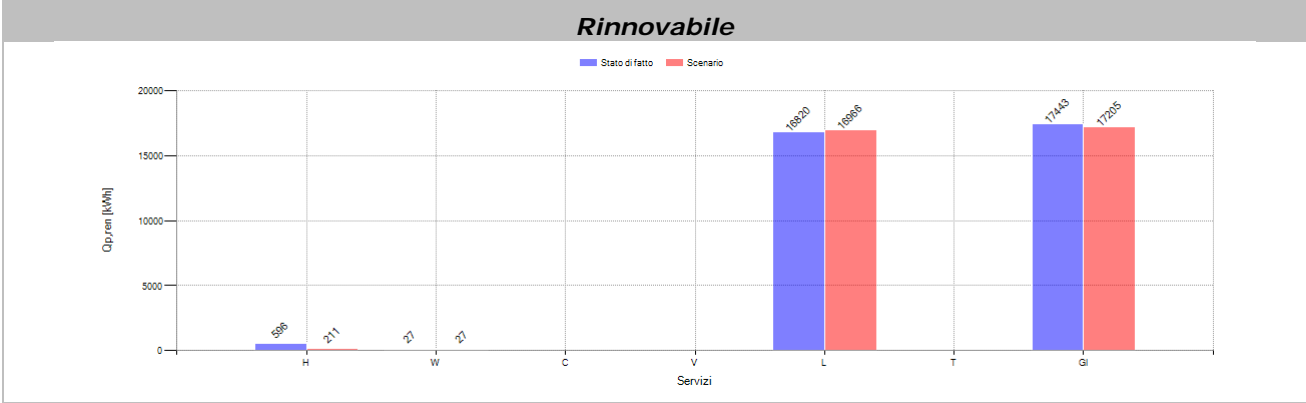


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	346	113	-67,3
Acqua calda sanitaria (W)	15	14	-3,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9095	8820	-3,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	9455	8947	-5,4

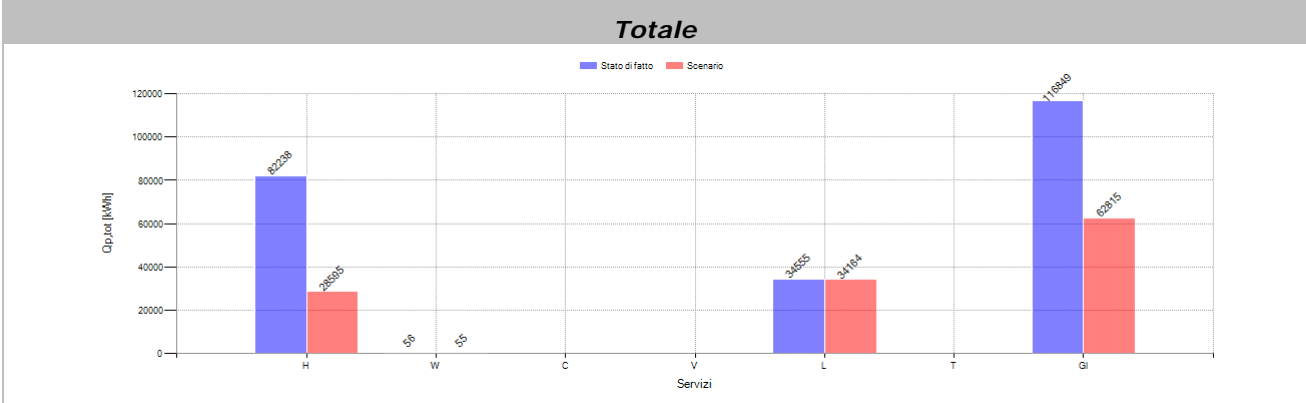
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	81643	28384	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	29	28	-3,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17198	-3,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	99406	45610	-54,1

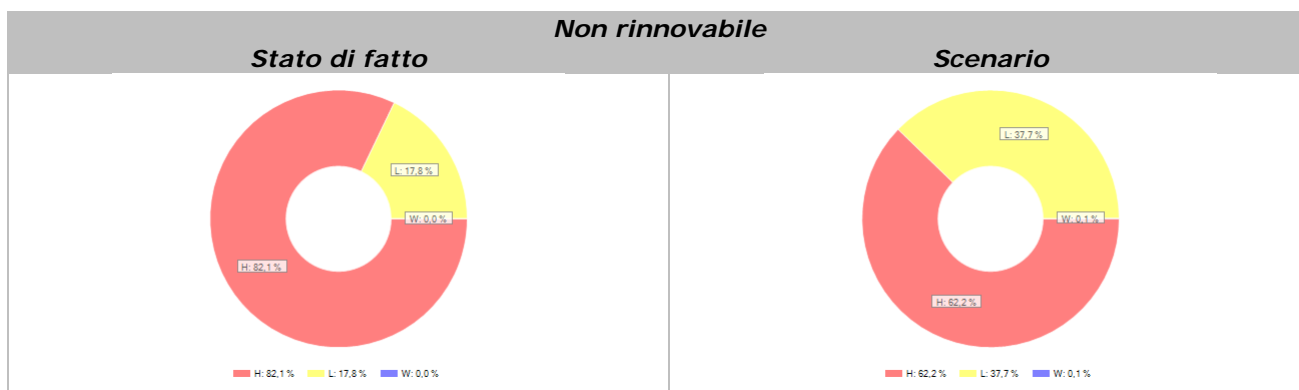


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	596	211	-64,6
Acqua calda sanitaria (W)	27	27	0,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	16966	0,9
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	17443	17205	-1,4

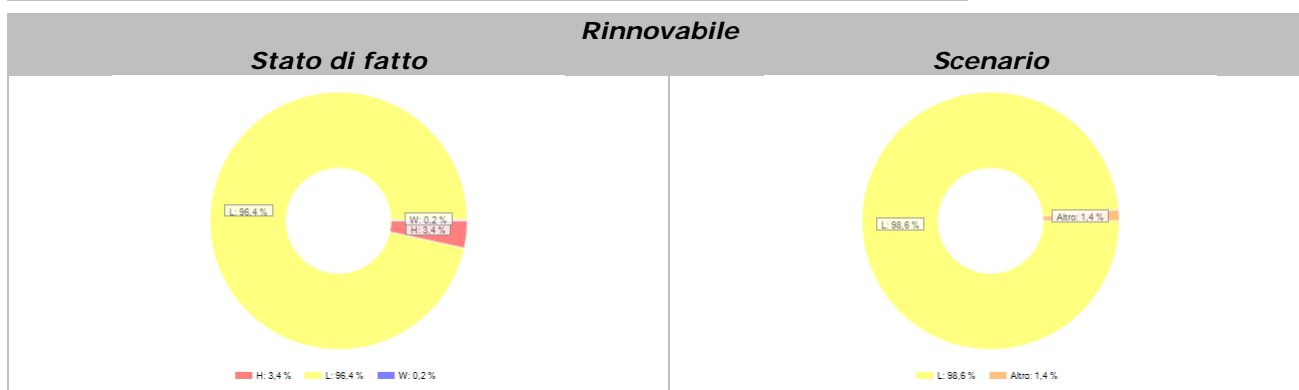


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	82238	28595	-65,2
Acqua calda sanitaria (W)	56	55	-1,1
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	34164	-1,1
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	116849	62815	-46,2

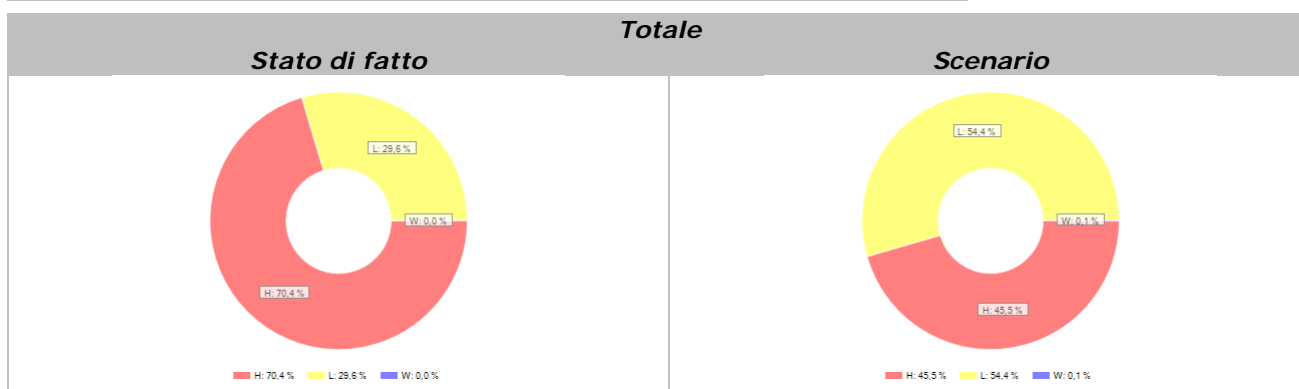
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	81643	82,1	28384	62,2
Acqua calda sanitaria (W)	29	0,0	28	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17735	17,8	17198	37,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	99406	100,0	45610	100,0

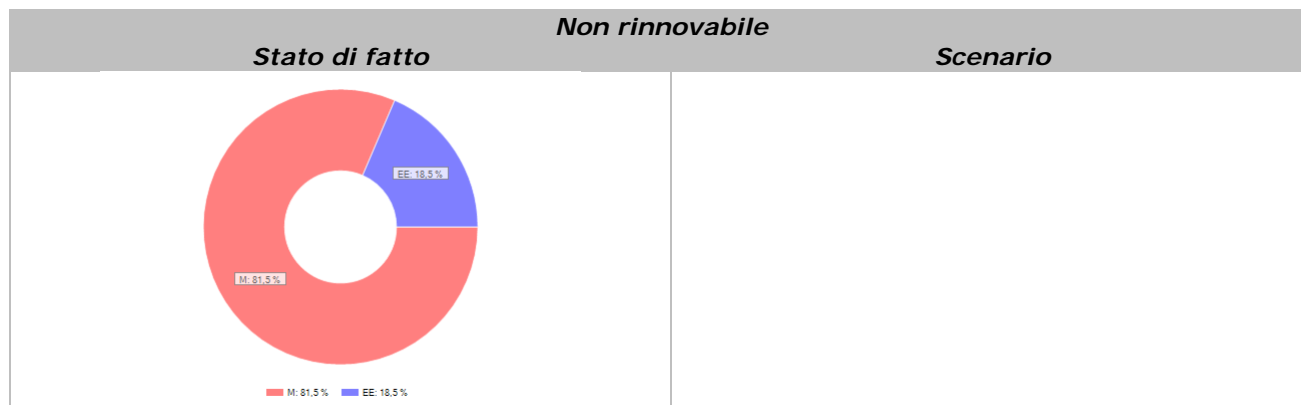


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	596	3,4	211	1,2
Acqua calda sanitaria (W)	27	0,2	27	0,2
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	16820	96,4	16966	98,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	17443	100,0	17205	100,0

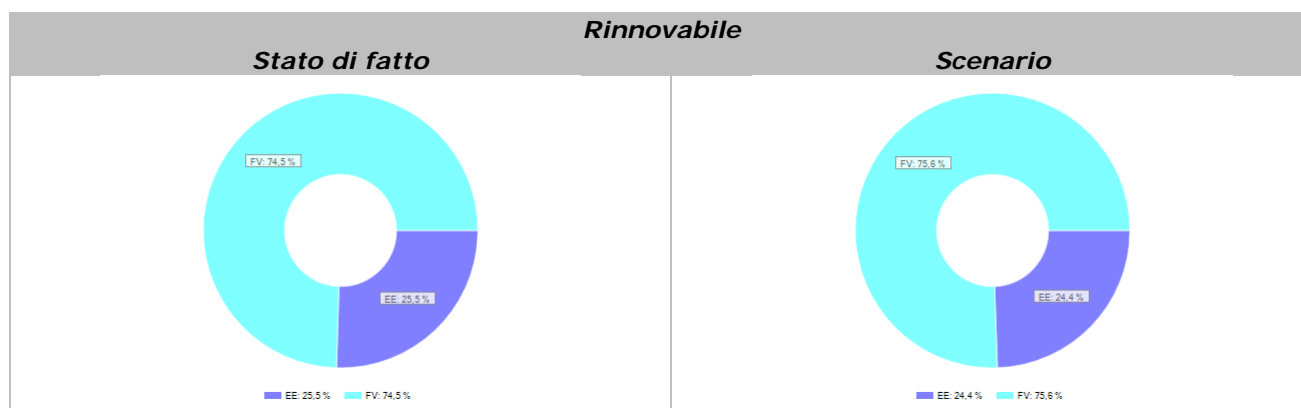


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	82238	70,4	28595	45,5
Acqua calda sanitaria (W)	56	0,0	55	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	34555	29,6	34164	54,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	116849	100,0	62815	100,0

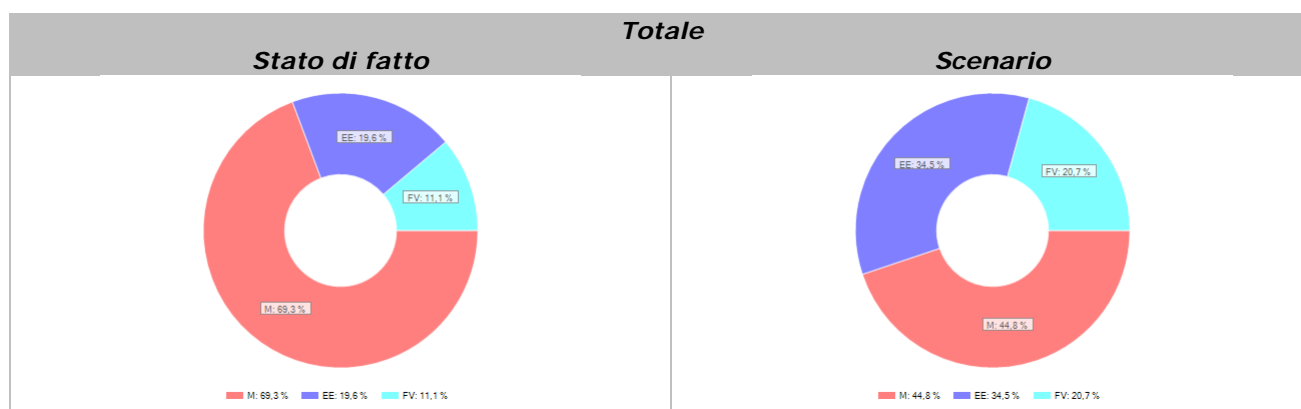
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	81,5	28164	61,7
Energia elettrica (EE)	18437	18,5	17447	38,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	99406	100,0	45610	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	4444	25,5	4205	24,4
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	74,5	13000	75,6
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	17443	100,0	17205	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	80969	69,3	28164	44,8
Energia elettrica (EE)	22881	19,6	21652	34,5
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	13000	11,1	13000	20,7
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	116849	100,0	62815	100,0

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo (tipicamente inferiore o uguale alla vita media dei componenti in gioco), determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN). A VAN positivi corrispondono interventi efficienti sotto il profilo dei costi. Viceversa, ove il VAN sia negativo, l'intervento è da considerarsi non efficiente.

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	<i>Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia</i>	59835,95	20	-262,16
2	<i>Sostituzione serramenti scuola vecchia</i>	14560,95	20	7587,88
3	<i>Scenario 1 + Scenario 2</i>	74396,90	20	1875,39

Legenda:

C _{in,tot}	Costo totale iniziale
t _{calc}	Periodo di calcolo considerato
VAN _{op}	Valore attuale netto dell'operazione

7.1 Isolamento a cappotto e solaio sottotetto parte vecchia

7.1.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	Al m ²	30,00	360,88	10826,40	Si
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	Al m ²	95,00	515,89	49009,55	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	59835,95	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	59835,95	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	3481,10	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	17	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	17	anni

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	10826,40	1,0	108,26	20	14,92	1615,13
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	49009,55	1,0	490,10	20	14,92	7311,45

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C _{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t _{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
f _{pv, man}	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
C _{man, att}	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	Al m ²	30,00	10826,40	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	Al m ²	95,00	49009,55	0,00

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
-------------------	---------------------------------------

n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C_{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C_{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
$t_{sost,k}$	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	40	10826,40	1,0	50,0	54,13	31,0	16,79
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	40	49009,55	1,0	50,0	245,05	31,0	75,99

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,smal}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{smal,att}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	3428,75	20	14,92	51151,44
Acqua calda sanitaria	0,08	20	14,92	1,25
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	52,27	20	14,92	779,77
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	3481,10	20	14,92	51932,46

Legenda:

R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{pv,risp}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{risp,att}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	C_{in} [€]	t_{uso} [anni]	R_{fin} [€]	t_{fin} [anno]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	10826,40	20	5413,20	20	55,7	3014,50
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	49009,55	20	24504,77	20	55,7	13646,19

Legenda:

$t_{vita,comp}$	Durata di vita del singolo componente
$n_{sost,comp}$	Numero di sostituzioni del singolo componente
$C_{in,comp}$	Costo totale iniziale del singolo componente
$t_{uso,comp}$	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
$R_{fin,comp}$	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
$t_{fin,comp}$	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
$R_{d,fin,comp}$	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
$R_{fin,att,comp}$	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	59835,95	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	0,00	€

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio

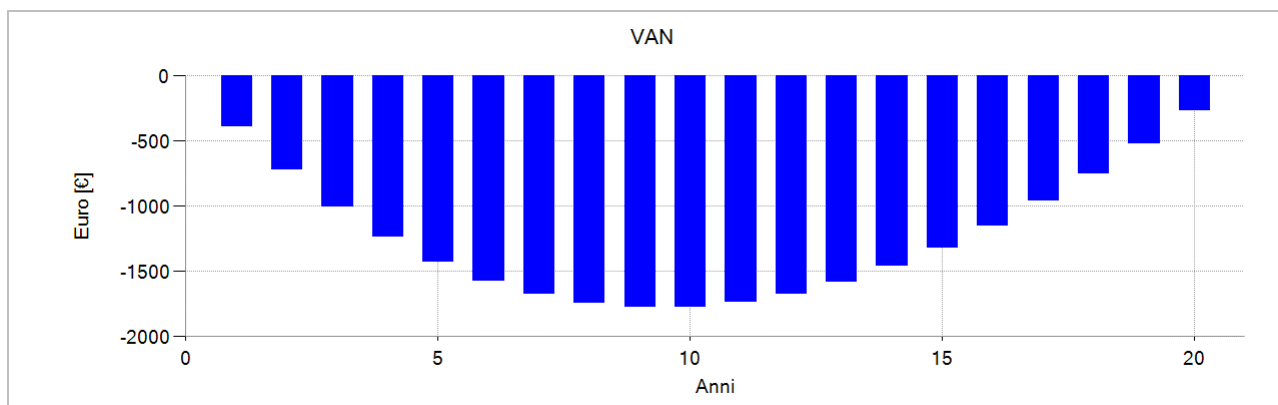
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	8926,57	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	92,78	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	51932,46	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	16660,69	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

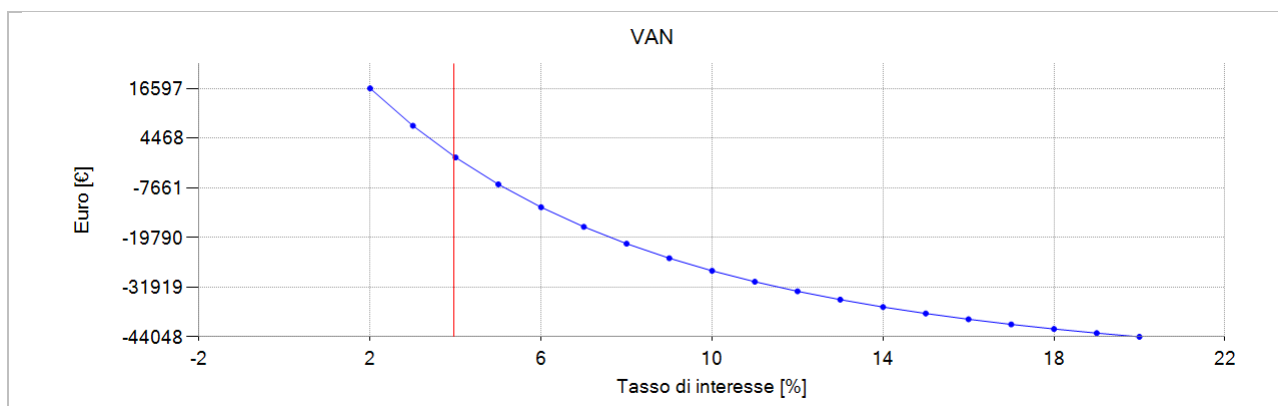
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	59835,95	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	59835,95	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	9019,35	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	68593,14	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	-262,16	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	-17,57	€

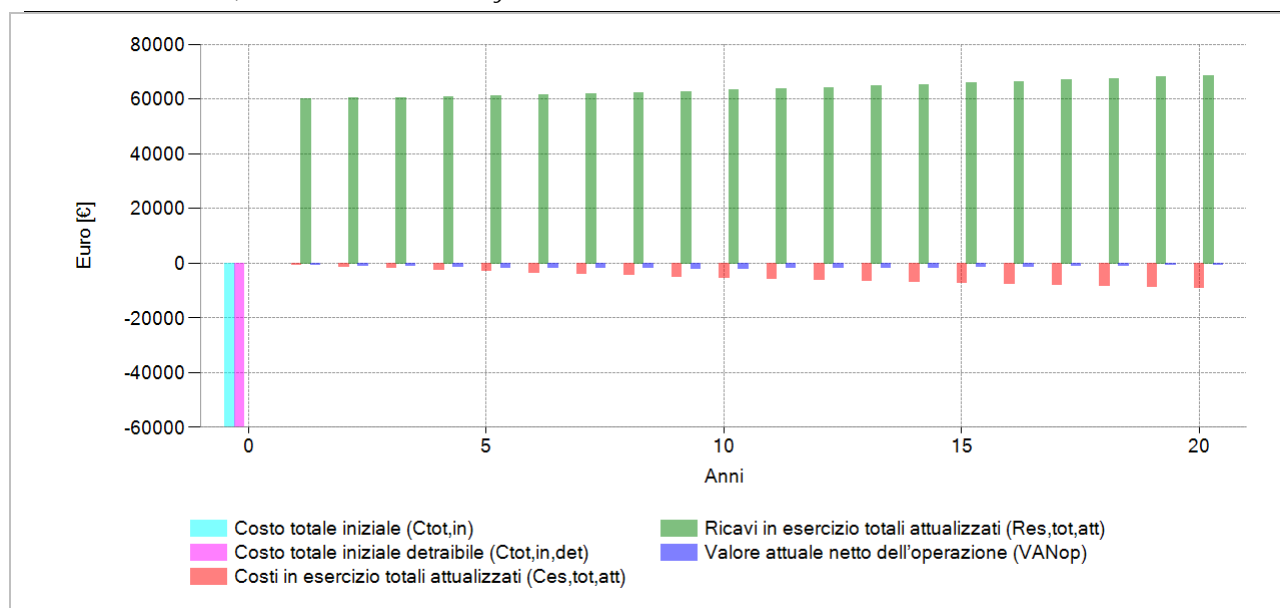


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	3,9632	%
Indice di profitto	IP	0,00	-



7.1.6 Grafico dei flussi di cassa



7.2 Sostituzione serramenti scuola vecchia

7.2.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	8,68	2039,80	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	0,63	148,05	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	17,60	4136,00	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	12,40	2914,00	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	5,88	1381,80	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	6,16	1447,60	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	6,94	1630,90	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	0,48	112,80	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	30,00	25,00	750,00	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	14560,95	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	14560,95	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	1413,41	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	10	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	10	anni

7.2.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	2039,80	1,0	20,40	20	14,92	304,31
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	148,05	1,0	1,48	20	14,92	22,09
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	4136,00	1,0	41,36	20	14,92	617,03
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	2914,00	1,0	29,14	20	14,92	434,72
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1381,80	1,0	13,82	20	14,92	206,14
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1447,60	1,0	14,48	20	14,92	215,96
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1630,90	1,0	16,31	20	14,92	243,30
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	112,80	1,0	1,13	20	14,92	16,83
Valvola - Termostatica	20	750,00	1,0	7,50	20	14,92	111,89

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C_{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t_{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
$f_{pv,man}$	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
$C_{man,att}$	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	UM	C_{sost} [€/UM]	C_{sost} [€]	$C_{sost,att}$ [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	2039,80	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	148,05	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	4136,00	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	2914,00	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1381,80	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1447,60	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1630,90	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	112,80	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	30,00	750,00	0,00

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C_{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C_{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
$t_{sost,k}$	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	2039,80	2,0	57,1	23,31	35,9	8,37
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	148,05	2,0	57,1	1,69	35,9	0,61
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	4136,00	2,0	57,1	47,27	35,9	16,97
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	2914,00	2,0	57,1	33,30	35,9	11,96
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1381,80	2,0	57,1	15,79	35,9	5,67
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1447,60	2,0	57,1	16,54	35,9	5,94
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1630,90	2,0	57,1	18,64	35,9	6,69
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	112,80	2,0	57,1	1,29	35,9	0,46
Valvola - Termostatica	20	0	20	750,00	1,0	100,0	7,50	55,7	4,18

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
n_{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t_{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,smal}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{smal,att}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.2.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	1392,49	20	14,92	20773,72
Acqua calda sanitaria	0,03	20	14,92	0,50
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00

<i>Illuminazione</i>	20,88	20	14,92	311,55
<i>Trasporto</i>	0,00	20	14,92	0,00
<i>Globale</i>	1413,41	20	14,92	21085,77

Legenda:

R _{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t _{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f _{pv,risp}	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R _{risp,att}	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	2039,80	20	874,20	20	55,7	486,82
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	148,05	20	63,45	20	55,7	35,33
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	4136,00	20	1772,57	20	55,7	987,11
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	2914,00	20	1248,86	20	55,7	695,46
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	1381,80	20	592,20	20	55,7	329,78
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	1447,60	20	620,40	20	55,7	345,49
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	1630,90	20	698,96	20	55,7	389,23
<i>Serramento in PVC - 80mm - 6 camere</i>	35	0	112,80	20	48,34	20	55,7	26,92
<i>Valvola - Termostatica</i>	20	0	750,00	20	0,00	20	55,7	0,00

Legenda:

t _{vita,comp}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost,comp}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{in,comp}	Costo totale iniziale del singolo componente
t _{uso,comp}	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
R _{fin,comp}	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
t _{fin,comp}	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
R _{d,fin,comp}	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
R _{fin,att,comp}	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	14560,95	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.2.5 Risultati

Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	2172,26	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	60,84	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00	€

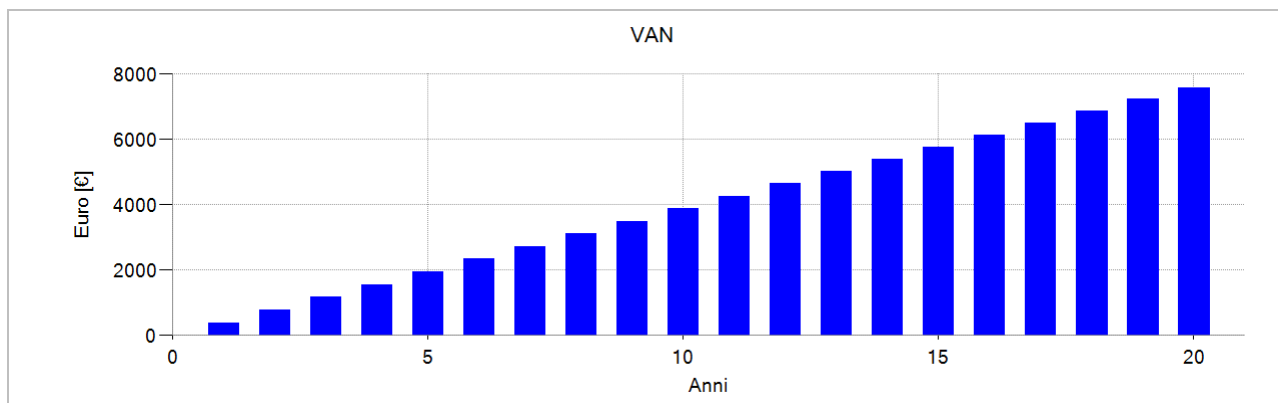
Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	21085,77	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	3296,15	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00	€

Risultati

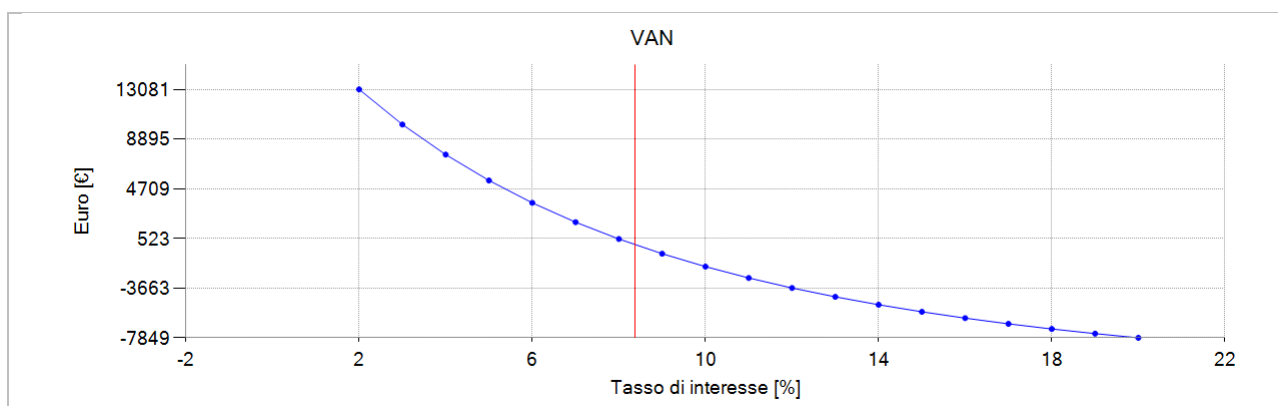
Costo totale iniziale	C _{in,tot}	14560,95	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	14560,95	€
Costi in esercizio totali attualizzati	C _{es,tot,att}	2233,10	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	R _{es,tot,att}	24381,93	€

Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	7587,88	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	508,62	€

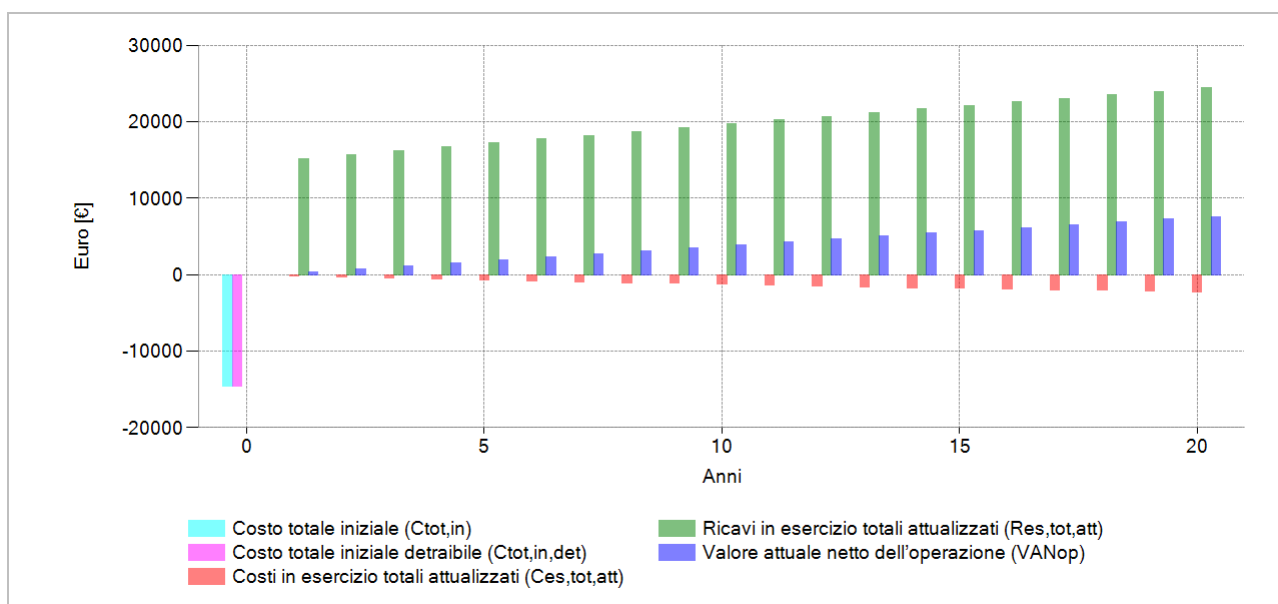


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	1,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	8,3679	%
Indice di profitto	IP	0,52	-



7.2.6 Grafico dei flussi di cassa



7.3 Scenario 1 + Scenario 2

7.3.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	20	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n _{rate, det}	-	-

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	8,68	2039,80	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	0,63	148,05	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	17,60	4136,00	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	12,40	2914,00	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	5,88	1381,80	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	6,16	1447,60	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	6,94	1630,90	Si
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	Al m ²	235,00	0,48	112,80	Si
Pannelli in lana di roccia 35 kg/m ³ - spessore 10cm	40	Al m ²	95,00	515,89	49009,55	Si
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	Al m ²	30,00	360,88	10826,40	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	30,00	25,00	750,00	Si

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q _{ta}	Quantità del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C _{toti, in}	74396,90	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti, in, det}	74396,90	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	4529,16	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r, det}	16	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	16	anni

7.3.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	2039,80	1,0	20,40	20	14,92	304,31
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	148,05	1,0	1,48	20	14,92	22,09
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	4136,00	1,0	41,36	20	14,92	617,03
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	2914,00	1,0	29,14	20	14,92	434,72
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1381,80	1,0	13,82	20	14,92	206,14
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1447,60	1,0	14,48	20	14,92	215,96
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	1630,90	1,0	16,31	20	14,92	243,30

Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	112,80	1,0	1,13	20	14,92	16,83
Pannelli in lana di roccia 35 kg/m ³ - spessore 10cm	40	49009,55	1,0	490,10	20	14,92	7311,45
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	10826,40	1,0	108,26	20	14,92	1615,13
Valvola - Termostatica	20	750,00	1,0	7,50	20	14,92	111,89

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{man}	Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
C _{man}	Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente
t _{man}	Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente
f _{pv,man}	Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente
C _{man,att}	Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost,att} [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	2039,80	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	148,05	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	4136,00	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	2914,00	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1381,80	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1447,60	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	1630,90	0,00
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	Al m ²	235,00	112,80	0,00
Pannelli in lana di roccia 35 kg/m ³ - spessore 10cm	40	0	Al m ²	95,00	49009,55	0,00
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	Al m ²	30,00	10826,40	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	30,00	750,00	0,00

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{sost}	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C _{sost}	Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente
t _{sost,k}	Anno della sostituzione k-esima del singolo componente
R _{d,sost,k}	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
C _{sost,att,k}	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
C _{sost,att}	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	2039,80	2,0	57,1	23,31	35,9	8,37
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	148,05	2,0	57,1	1,69	35,9	0,61
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	4136,00	2,0	57,1	47,27	35,9	16,97
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	2914,00	2,0	57,1	33,30	35,9	11,96
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1381,80	2,0	57,1	15,79	35,9	5,67
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1447,60	2,0	57,1	16,54	35,9	5,94
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	1630,90	2,0	57,1	18,64	35,9	6,69
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	35	112,80	2,0	57,1	1,29	35,9	0,46
Pannelli in lana di roccia 35 kg/m ³ - spessore 10cm	40	0	40	49009,55	1,0	50,0	245,05	31,0	75,99
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	40	10826,40	1,0	50,0	54,13	31,0	16,79
Valvola - Termostatica	20	0	20	750,00	1,0	100,0	7,50	55,7	4,18

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t _{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

p_{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k_{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C_{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
$R_{d,\text{smal}}$	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
$C_{\text{smal,att}}$	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.3.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{\text{pv,risp}}$ [-]	$R_{\text{risp,att}}$ [€]
Riscaldamento	4460,25	20	14,92	66539,91
Acqua calda sanitaria	0,11	20	14,92	1,65
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	68,80	20	14,92	1026,35
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	4529,16	20	14,92	67567,91

Legenda:

R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{\text{pv,risp}}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{\text{risp,att}}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	C_{in} [€]	t_{uso} [anni]	R_{fin} [€]	t_{fin} [anno]	$R_{d,\text{fin}}$ [%]	$R_{\text{fin,att}}$ [€]
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	2039,80	20	874,20	20	55,7	486,82
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	148,05	20	63,45	20	55,7	35,33
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	4136,00	20	1772,57	20	55,7	987,11
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	2914,00	20	1248,86	20	55,7	695,46
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	1381,80	20	592,20	20	55,7	329,78
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	1447,60	20	620,40	20	55,7	345,49
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	1630,90	20	698,96	20	55,7	389,23
Serramento in PVC - 80mm - 6 camere	35	0	112,80	20	48,34	20	55,7	26,92
Pannelli in lana di roccia 35 kg/m ³ - spessore 10cm	40	0	49009,55	20	24504,77	20	55,7	13646,19
Pannelli in lana di vetro 75 kg/m ³ - spessore 6cm	40	0	10826,40	20	5413,20	20	55,7	3014,50
Valvola - Termostatica	20	0	750,00	20	0,00	20	55,7	0,00

Legenda:

$t_{\text{vita,comp}}$	Durata di vita del singolo componente
$n_{\text{sost,comp}}$	Numero di sostituzioni del singolo componente
$C_{\text{in,comp}}$	Costo totale iniziale del singolo componente
$t_{\text{uso,comp}}$	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{\text{vita,comp,i}}$)
$R_{\text{fin,comp}}$	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
$t_{\text{fin,comp}}$	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
$R_{d,\text{fin,comp}}$	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
$R_{\text{fin,att,comp}}$	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	$C_{\text{in,tot,det}}$	74396,90	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{\text{pv,det}}$	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$	0,00	€

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{\text{man,att}}$	11098,84	€
---	----------------------	----------	---

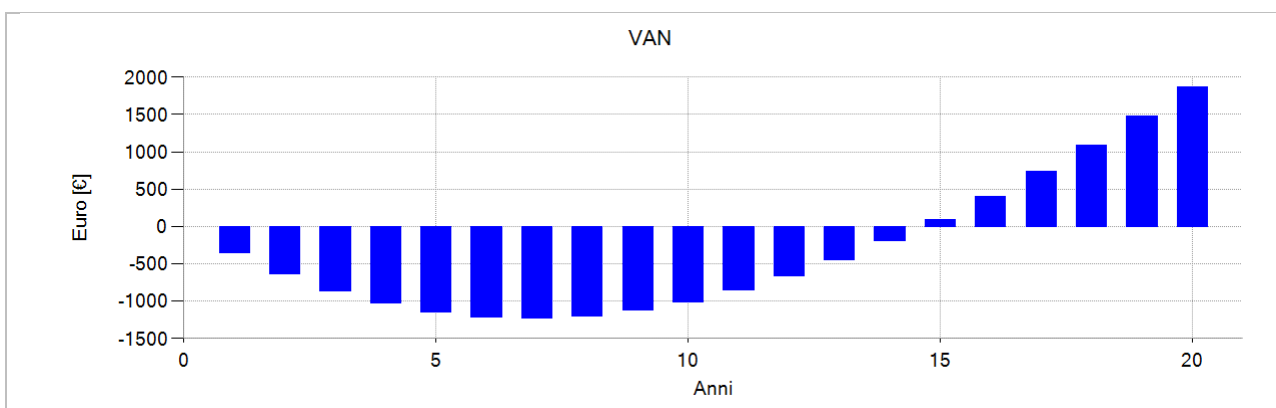
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	153,62	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	67567,91	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	19956,84	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

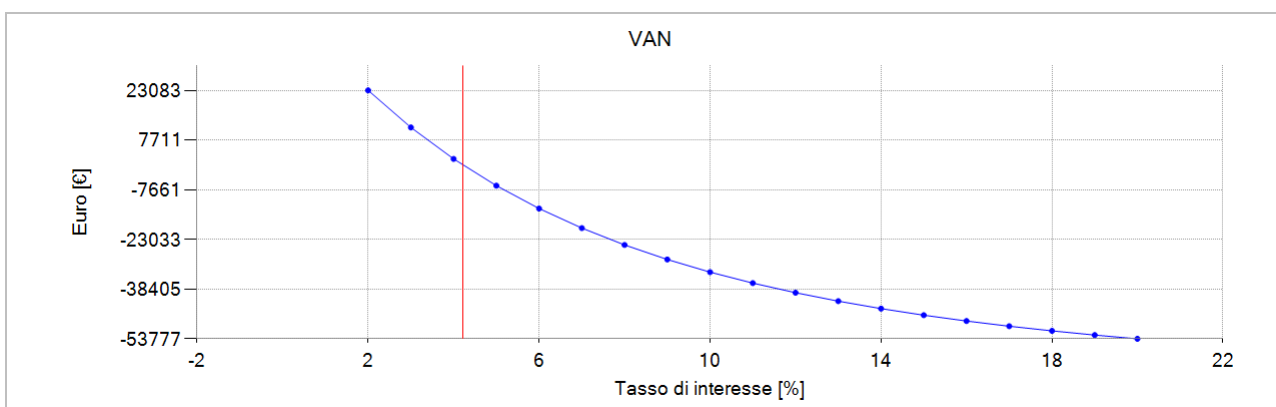
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	74396,90	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	74396,90	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	11252,46	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	87524,75	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	1875,39	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	125,71	€



Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	15,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	4,2130	%
Indice di profitto	IP	0,03	-



7.3.6 Grafico dei flussi di cassa

