

# 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 Secondaria di Primo Grado "Dino Betti"*  
Indirizzo *Viale Giovanni XXIII, 9 - 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

<b>1</b>	<b>Premessa</b>
<b>2</b>	<b>Sintesi della diagnosi energetica</b>
<b>3</b>	<b>Generalità ed impostazioni di calcolo</b>
<b>4</b>	<b>Analisi energetica dell'edificio</b>
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
<b>5</b>	<b>Confronto con i consumi reali</b>
5.1	1 - Scuola
5.1.1	<i>2017/2018</i>
5.1.2	<i>2018/2019</i>
5.1.3	<i>Stagione media</i>
<b>6</b>	<b>Raccomandazioni circa i possibili interventi</b>
6.1	Isolamento a cappotto
6.1.1	<i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana</i>
6.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Sostituzione generatore di calore
6.2.1	<i>Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola</i>
6.2.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Scenario 1 + Scenario 2
6.3.1	<i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana</i>
6.3.2	<i>Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola</i>
6.3.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
<b>7</b>	<b>Analisi economica degli interventi</b>
7.1	Isolamento a cappotto
7.2	Sostituzione generatore di calore
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<sub>t</sub>, compreso il distacco dall’impianto centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore, ecc.).

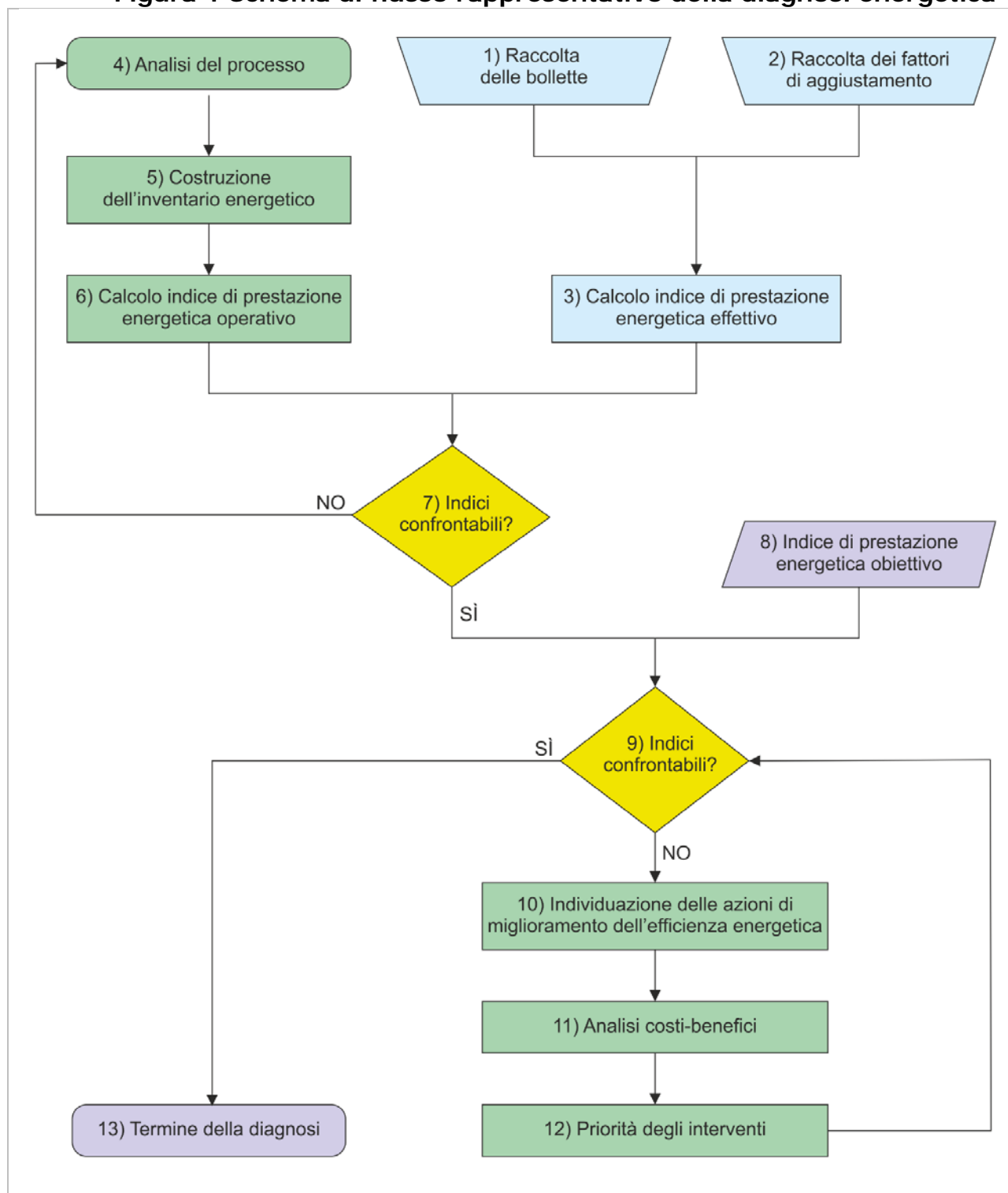
### Modalità operative

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 Secondaria di Primo Grado "Dino Betti"</i>
Comune	<i>Sasso Marconi</i>
Provincia	<i>Bologna</i>
CAP	<i>40037</i>
Indirizzo edificio	<i>Viale Giovanni XXIII, 9 - 40037 Borgonuovo (BO)</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG <sub>DPR 412/93</sub> ) [°Cg]	<i>2339</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>1</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '80</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. E' un edificio a blocco ad uso esclusivamente scolastico. La sua costruzione risale a fine anni '80. E' composto di quattro piani fuori terra, compreso un sottotetto adibito a laboratori.*

### Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

**Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio**

Superficie utile	S <sub>utile</sub>	875,26	m <sup>2</sup>
Superficie lorda	S <sub>lorda</sub>	993,44	m <sup>2</sup>
Volume netto	V <sub>netto</sub>	2771,04	m <sup>3</sup>
Volume lordo	V <sub>lordo</sub>	3555,70	m <sup>3</sup>
Fattore di forma	S/V	0,39	m <sup>-1</sup>

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 <sub>idr</sub> )	Autonomo	-
Acqua calda sanitaria (W)	Autonomo	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H <sub>aer</sub> )	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Assente	-

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 <sub>gl,nren</sub>	174,52	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica		C	
Spesa globale annua	S <sub>gl</sub>	16075,35	€/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**

Scenario	1	Descrizione scenario	Isolamento a cappotto		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			74351,00		
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		16075,35	14338,68	1736,66	10,80
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]			42,8		
EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m²anno]		174,52	150,65	23,86	13,70
Classe energetica		C	B		

Scenario	2	Descrizione scenario	Sostituzione generatore di calore		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			19000,00		
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		16075,35	15228,77	846,57	5,30
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]			22,4		
EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]		174,52	162,88	11,64	6,70
Classe energetica		C	C		

Scenario	3	Descrizione scenario	Scenario 1 + Scenario 2		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana				
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			93351,00		
Spesa globale annua (S <sub>gl</sub> )[€/anno]		16075,35	13661,15	2414,20	15,00
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]			38,7		
EP <sub>gl,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]		174,52	141,34	33,17	19,00
Classe energetica		C	B		

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.*

*L'edificio costituisce unica zona termica, modellata 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	19 aprile	Al	11 ottobre
Giorni di raffrescamento ( $n_{raffr}$ )	176		

## Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{p,ren}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{p,tot}$ [kWh <sub>p</sub> /kWh <sub>t/el</sub> ]	$f_{CO2}$ [kg/kWh <sub>t/el</sub> ]
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 <sub>t</sub> /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm <sup>3</sup>	9,423	0,82
Propano	Sm <sup>3</sup>	24,636	0,82
Butano	Sm <sup>3</sup>	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 <sub>t</sub>	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm <sup>3</sup>	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):

<b>Legenda dei parametri energetici:</b>			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
<b>Legenda dei principali pedici:</b>			
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
<b>Legenda dei servizi:</b>			
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aerale)
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aerale (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerale)	V	Ventilazione
C <sub>idr</sub>	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C <sub>aer</sub>	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 <sub>DPR412/93</sub>	2339	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG <sub>calc</sub>	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 <sub>media</sub>	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V <sub>max</sub>	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ <sub>e,des</sub>	-5,4	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		273,1	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>

#### Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ <sub>H,int</sub> [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ <sub>e</sub> [°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 <sub>risc</sub> [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG <sub>calc</sub> [°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/m<sup>2</sup>]

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 <sub>H,int</sub>	Temperatura interna invernale
θ <sub>e</sub>	Temperatura esterna media mensile
n <sub>risc</sub>	Giorni di riscaldamento
GG <sub>calc</sub>	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) Telaio in c.a. con tamponamento in mattoni forati, elemento intonacato sia esternamente che internamente. Componente involucro non coibentato.*

*(vs vespaio aerato) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica. Componente involucro non coibentato.*

*(vs esterno) Copertura civile piana in laterocemento e guaina impermeabilizzante, leggermente coibentata.*

### **Descrizione sintetica dei componenti finestrati**

*Telaio: metallo.*

*Vetro: vetrocamera.*

*presenti tende chiare interne.*

## 4.2.2 Dispersioni zona 1-Scuola

### Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
M1	T	Parete esterna	1,109	743,51	47860,4	43,3	5070,3	63,2	6262,7	25,7
Totale				743,51	47860,4	43,3	5070,3	63,2	6262,7	25,7

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
P1	G	Pavimento su terreno	1,330	256,30	19790,0	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				256,30	19790,0	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
S1	T	Copertura	0,405	224,52	5275,0	4,8	0,0	0,0	1203,7	4,9
Totale				224,52	5275,0	4,8	0,0	0,0	1203,7	4,9

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>H,sol, w</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
W1	T	F1	3,307	11,52	2211,7	2,0	181,2	2,3	863,8	3,6
W2	T	F2	2,580	2,18	326,6	0,3	15,4	0,2	205,7	0,8
W3	T	F3	3,212	2,79	520,4	0,5	55,6	0,7	283,2	1,2
W4	T	F4	3,377	1,35	264,7	0,2	18,8	0,2	39,7	0,2
W5	T	F5	3,017	66,90	11718,8	10,6	1174,9	14,6	8266,6	34,0
W6	T	F6	2,859	20,64	3425,9	3,1	386,6	4,8	3073,1	12,6
W7	T	F7	4,027	2,80	654,7	0,6	77,7	1,0	147,4	0,6
W8	T	F8	3,283	26,19	4992,1	4,5	431,6	5,4	1253,1	5,2
W9	T	F9	3,185	4,48	828,6	0,7	61,0	0,8	253,4	1,0
W10	T	F10	2,843	4,00	660,2	0,6	70,2	0,9	494,3	2,0
W11	T	F11	3,251	1,26	237,8	0,2	18,7	0,2	154,4	0,6
W12	T	F12	3,440	0,42	83,9	0,1	4,6	0,1	30,3	0,1
W13	T	F13	3,272	4,56	866,3	0,8	84,9	1,1	427,9	1,8
W14	T	F14	3,611	5,76	1207,7	1,1	117,7	1,5	422,2	1,7
W15	T	F15	3,910	2,56	581,2	0,5	58,1	0,7	132,6	0,5
W16	T	F16	3,544	3,52	724,3	0,7	72,5	0,9	253,6	1,0
W17	T	F17	3,313	2,43	467,4	0,4	47,4	0,6	207,8	0,9
W18	T	F18	3,195	3,88	719,8	0,7	72,8	0,9	356,1	1,5
Totale				167,24	30492,2	27,6	2949,8	36,8	16865,1	69,3

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W <sub>t</sub> /mK]	L <sub>tot</sub> [m]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,180	139,00	1450,1	1,3
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,066	392,87	1494,1	1,4
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,041	90,66	217,1	0,2
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,132	514,05	3933,0	3,6
Totale				1136,58	7094,3	6,4

### Dispersioni estive

<b>Muri</b>										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>C,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
M1	T	Parete esterna	1,109	743,51	20805,8	43,3	6254,8	63,2	11704,5	25,7
<b>Totale</b>				<b>743,51</b>	<b>20805,8</b>	<b>43,3</b>	<b>6254,8</b>	<b>63,2</b>	<b>11704,5</b>	<b>25,7</b>

<b>Pavimenti</b>										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>C,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
P1	G	Pavimento su terreno	1,330	256,30	8603,1	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totale</b>				<b>256,30</b>	<b>8603,1</b>	<b>17,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

<b>Soffitti</b>										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>C,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,sol, op</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
S1	T	Copertura	0,405	224,52	2293,1	4,8	0,0	0,0	2970,6	6,5
<b>Totale</b>				<b>224,52</b>	<b>2293,1</b>	<b>4,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2970,6</b>	<b>6,5</b>

<b>Componenti finestrati</b>										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K ]	S <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>C,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,r</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%	Q <sub>C,sol, w</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
W1	T	F1	3,307	11,52	961,5	2,0	223,5	2,3	1944,9	4,3
W2	T	F2	2,580	2,18	142,0	0,3	18,9	0,2	222,3	0,5
W3	T	F3	3,212	2,79	226,2	0,5	68,6	0,7	637,1	1,4
W4	T	F4	3,377	1,35	115,1	0,2	23,3	0,2	91,0	0,2
W5	T	F5	3,017	66,90	5094,4	10,6	1449,4	14,6	14111,4	30,9
W6	T	F6	2,859	20,64	1489,3	3,1	476,9	4,8	5381,2	11,8
W7	T	F7	4,027	2,80	284,6	0,6	95,9	1,0	341,0	0,7
W8	T	F8	3,283	26,19	2170,2	4,5	532,5	5,4	3051,9	6,7
W9	T	F9	3,185	4,48	360,2	0,7	75,2	0,8	375,9	0,8
W10	T	F10	2,843	4,00	287,0	0,6	86,6	0,9	1156,4	2,5
W11	T	F11	3,251	1,26	103,4	0,2	23,1	0,2	146,5	0,3
W12	T	F12	3,440	0,42	36,5	0,1	5,7	0,1	33,5	0,1
W13	T	F13	3,272	4,56	376,6	0,8	104,8	1,1	528,0	1,2
W14	T	F14	3,611	5,76	525,0	1,1	145,2	1,5	551,0	1,2
W15	T	F15	3,910	2,56	252,7	0,5	71,7	0,7	308,2	0,7
W16	T	F16	3,544	3,52	314,8	0,7	89,4	0,9	624,1	1,4
W17	T	F17	3,313	2,43	203,2	0,4	58,5	0,6	519,0	1,1
W18	T	F18	3,195	3,88	312,9	0,7	89,8	0,9	923,1	2,0
<b>Totale</b>				<b>167,24</b>	<b>13255,5</b>	<b>27,6</b>	<b>3638,9</b>	<b>36,8</b>	<b>30946,5</b>	<b>67,8</b>

<b>Ponti termici</b>						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W <sub>t</sub> /mK]	L <sub>tot</sub> [m]	Q <sub>C,tr</sub> [kWh <sub>t</sub> ]	%
Z1	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,180	139,00	630,4	1,3
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,066	392,87	649,5	1,4
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,041	90,66	94,4	0,2
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,132	514,05	1709,7	3,6
<b>Totale</b>				<b>1136,58</b>	<b>3084,0</b>	<b>6,4</b>

### Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	<b>Muri</b>			
			<b>U</b>	<b>U<sub>media</sub></b>	<b>U<sub>limite</sub> [W<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>K]</b>	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
M1	T	Parete esterna	1,109	1,254	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	<b>Pavimenti</b>			
			<b>U</b>	<b>U<sub>media</sub></b>	<b>U<sub>limite</sub> [W<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>K]</b>	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
P1	G	Pavimento su terreno	1,330	1,379	0,310	0,290

Cod.	Tipo	Descrizione	<b>Soffitti</b>			
			<b>U</b>	<b>U<sub>media</sub></b>	<b>U<sub>limite</sub> [W<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>K]</b>	
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021
S1	T	Copertura	0,405	0,413	0,260	0,240

Cod.	Tipo	Descrizione	<b>Componenti finestrati</b>			
			<b>U<sub>w</sub></b>	<b>U<sub>w,limite</sub> [W<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>K]</b>		<b>U<sub>g</sub></b>
			[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]	2015	2021	[W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K]
W1	T	F1	3,307	1,900	1,400	2,621
W2	T	F2	2,580	1,900	1,400	2,621
W3	T	F3	3,212	1,900	1,400	2,621
W4	T	F4	3,377	1,900	1,400	2,621
W5	T	F5	3,017	1,900	1,400	2,621
W6	T	F6	2,859	1,900	1,400	2,621
W7	T	F7	4,027	1,900	1,400	2,621
W8	T	F8	3,283	1,900	1,400	2,621
W9	T	F9	3,185	1,900	1,400	2,621
W10	T	F10	2,843	1,900	1,400	2,621
W11	T	F11	3,251	1,900	1,400	2,621
W12	T	F12	3,440	1,900	1,400	2,621
W13	T	F13	3,272	1,900	1,400	2,621
W14	T	F14	3,611	1,900	1,400	2,621
W15	T	F15	3,910	1,900	1,400	2,621
W16	T	F16	3,544	1,900	1,400	2,621
W17	T	F17	3,313	1,900	1,400	2,621
W18	T	F18	3,195	1,900	1,400	2,621

#### Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U <sub>media</sub>	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U <sub>w</sub>	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U <sub>g</sub>	Trasmittanza solo vetro
S <sub>tot</sub>	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L <sub>tot</sub>	Lunghezza totale del ponte termico
Q <sub>H,tr</sub>	Dispersioni per trasmissione
Q <sub>H,r</sub>	Dispersioni per extraflusso
Q <sub>H,sol,o</sub>	Apporti solari attraverso i componenti opachi
<sup>p</sup> Q <sub>H,sol,w</sub>	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**

<b>Dispersioni</b>			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	103046	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	8020	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	78679	kWh <sub>t</sub>
<b>Apporti</b>			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	7466	kWh <sub>t</sub>
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	16865	kWh <sub>t</sub>
Apporti interni	$Q_{H,int}$	15377	kWh <sub>t</sub>
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh <sub>t</sub>
<b>Bilancio energetico</b>			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	158726	kWh <sub>t</sub>
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	181,35	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	94,50	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>

### **Risultati energia estiva**

<b>Dispersioni</b>			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	33367	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	9894	kWh <sub>t</sub>
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	34203	kWh <sub>t</sub>
<b>Apporti</b>			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	14675	kWh <sub>t</sub>
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	30947	kWh <sub>t</sub>
Apporti interni	$Q_{C,int}$	14788	kWh <sub>t</sub>
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh <sub>t</sub>
<b>Bilancio energetico</b>			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	7177	kWh <sub>t</sub>
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	8,20	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>
Valore limite	$EP_{C,lim}$	8,31	kWh <sub>t</sub> /m <sup>2</sup>



### 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 [ $kWh_p/kWh_{t/el}$ ];

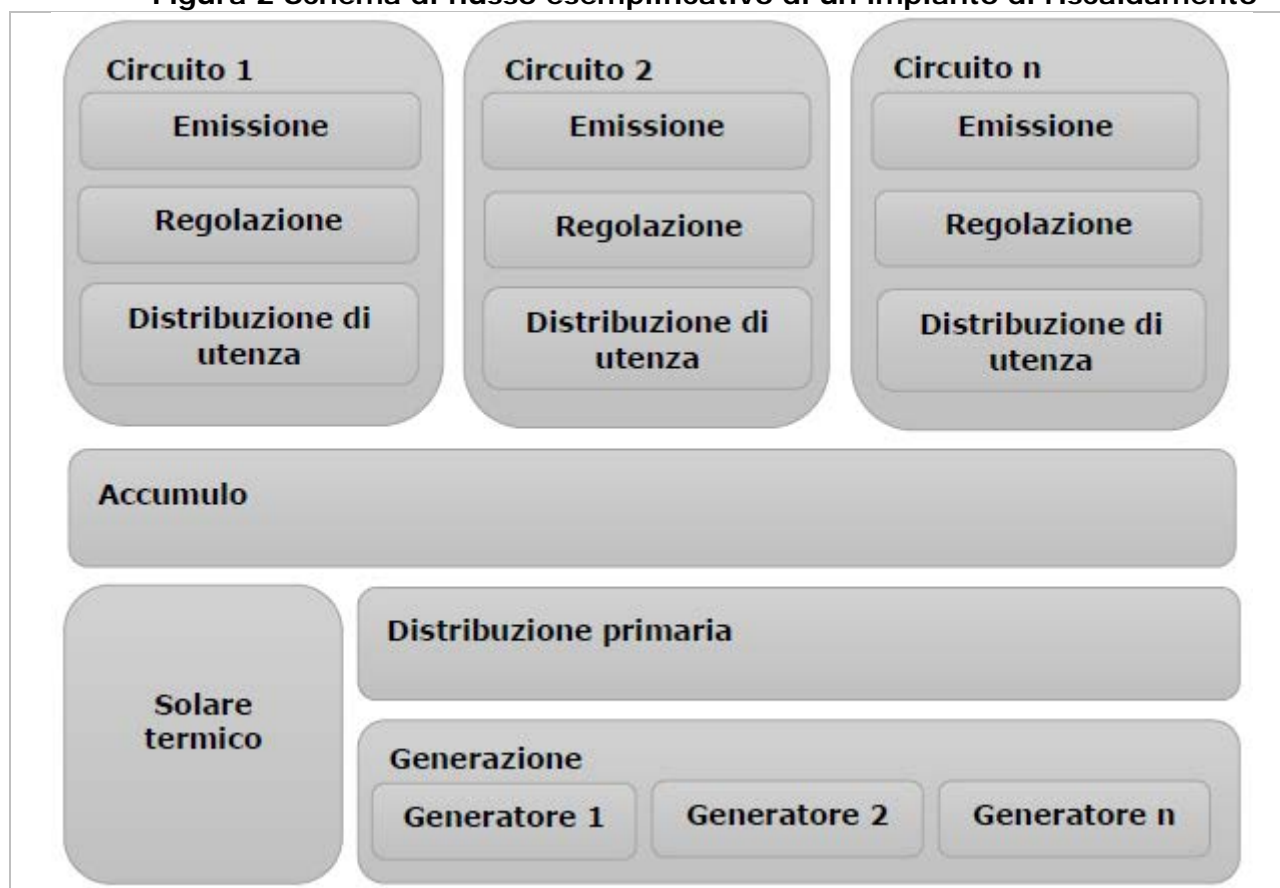
$Q_{exp,k}$  = energia esportata dal singolo vettore energetico [ $kWh_{el}$ ];

$f_{p,exp,k}$  = 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 e viene assicurata da n.1 caldaia a combustione alimentata a metano a servizio dell'edificio. La caldaia è collocata all'interno della centrale termica annessa alla scuola.*

*L'emissione è assicurata da radiatori su parete esterna. La regolazione è di zona e ambiente con valvole termostatiche.*

### 4.3.1.1 Impianto zona 1-Scuola

#### Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

#### Circuito Riscaldamento Scuola Primaria Fontana

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 52016-1

#### **Profilo di intermittenza**

Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo

#### **Emissione**

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ( $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ )					
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$				89,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$				0,0	kWh <sub>el</sub>

#### **Regolazione**

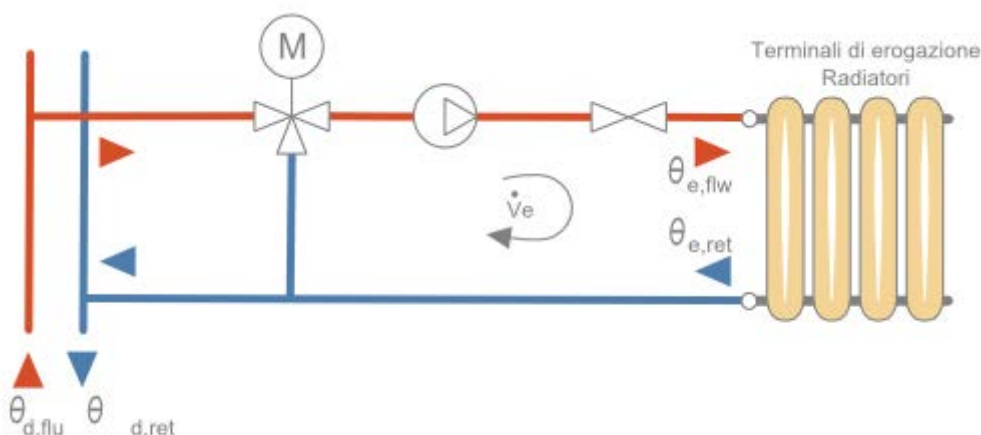
Tipologia	Per zona + climatica					
Caratteristiche	P banda proporzionale 1 °C					
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$				97,0	%

#### **Distribuzione**

Metodo di calcolo	Semplificato					
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo					
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$				97,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$				0,0	kWh <sub>el</sub>

#### **Temperatura media**

Tipologia di circuito	Termostato modulante, valvola a 2 vie					
-----------------------	---------------------------------------	--	--	--	--	--



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ( $\theta_{H,idr,em,avg}$ ) [°C]	31,2	28,8	26,3	24,0	-	-	-	-	-	23,8	27,0	30,1
Distribuzione ( $\theta_{H,idr,du,avg}$ ) [°C]	50,6	50,0	50,0	50,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	50,1

#### Accumulo

Ambiente	Centrale termica											
Dispersione	$k_{boll}$									5,5	W <sub>t</sub> /K	
Rendimento	$\eta_{H,idr,s}$									99,4	%	
Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Accumulo ( $\theta_{H,idr,s,avg}$ ) [°C]	50,6	50,0	50,0	50,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	50,1
Ambiente ( $\theta_{H,idr,s,a}$ ) [°C]	5,9	10,0	14,2	18,2	22,3	26,8	29,4	26,2	23,9	20,2	13,9	8,4

#### Generazione

Configurazione centrale termica	Generatore singolo											
---------------------------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Generatore 1 - Caldaia tradizionale

### Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	RIELLO/4 RCT N/8		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	145,50	kW <sub>t</sub>

### Immagine



### Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	90,7	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	93,1	%

### Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	237,8	kWh <sub>el</sub>
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	0,3	kWh <sub>el</sub>

### Vettore energetico

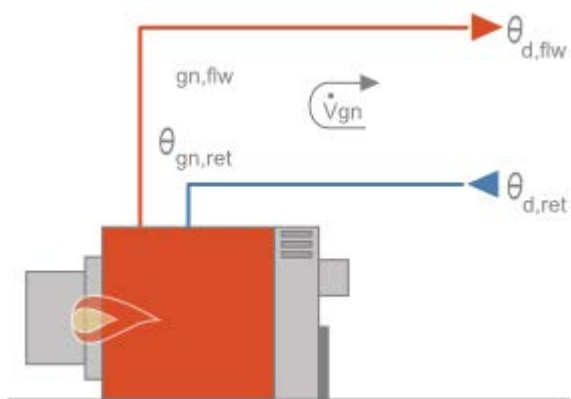
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/ Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,210	kg/kWh <sub>p</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	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]	50,6	50,0	50,0	50,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	50,1

## Principali risultati dei calcoli

### Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	158726	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	158726	kWh <sub>t</sub>
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	2	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	158724	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	158724	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	158724	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	55553	kWh <sub>t</sub>
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	6866	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	62419	kWh <sub>t</sub>
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	1930	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	64350	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	1990	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	66340	kWh <sub>t</sub>
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	407	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	66747	kWh <sub>t</sub>
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh <sub>t</sub>
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh <sub>t</sub>
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	66747	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	66747	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	66747	kWh <sub>t</sub>
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	66747	kWh <sub>t</sub>
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	6879	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	73626	kWh <sub>t</sub>
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh <sub>t</sub>

### Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	238	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	238	kWh <sub>el</sub>
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh <sub>el</sub>
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh <sub>el</sub>
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	kWh <sub>el</sub>
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh <sub>el</sub>
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh <sub>el</sub>
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	238	kWh <sub>el</sub>

### Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	77771	kWh <sub>p</sub>
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	112	kWh <sub>p</sub>
Totale	$Q_{H,p,tot}$	77883	kWh <sub>p</sub>

## Riepilogo rendimenti

### Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	97,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	97,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	99,4	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	90,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	85,8	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	85,7	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	204,1	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	203,8	%
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 autonomo e combinato con il riscaldamento.*

#### 4.3.2.1 Impianto zona 1-Scuola

##### Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	68	kWh <sub>t</sub>
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	$Q_{W,sys,out}$	68	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	68	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	68	kWh <sub>t</sub>
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	68	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	5	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh <sub>t</sub>
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh <sub>t</sub>
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh <sub>t</sub>
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh <sub>t</sub>
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	73	kWh <sub>t</sub>
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	5	kWh <sub>t</sub>
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	79	kWh <sub>t</sub>
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh <sub>t</sub>

#### **Fabbisogni elettrici**

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

#### **Energia primaria**

<b>Non rinnovabile</b>	$Q_{W,p,nren}$	83	kWh <sub>p</sub>
<b>Rinnovabile</b>	$Q_{W,p,ren}$	0	kWh <sub>p</sub>
<b>Totale</b>	$Q_{W,p,tot}$	83	kWh <sub>p</sub>

#### **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)	$\eta_{W,gen,ut}$	93,1	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	88,1	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	88,0	%
<b>Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)</b>	$\eta_{W,g,p,nren}$	81,6	%
<b>Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)</b>	$\eta_{W,g,p,tot}$	81,5	%
<b>Valore limite</b>	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	0,0	%



### 4.3.3 Altri impianti

#### 4.3.3.1 Impianto di illuminazione

**Descrizione sintetica impianto di illuminazione**

*Impianto prevalente a tubi fluorescenti.*

#### 4.3.3.2 Impianto di trasporto

**Descrizione sintetica impianto di trasporto**

*Ascensore di tipo idraulico, a 4 fermate. Installato nel 2001.*

## 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 Scuola

#### Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano							Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria				
	Co	UM	Q <sub>del</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	Q <sub>exp</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	S [€]	Em <sub>co2</sub> [kg]
Riscaldamento (H)	7814	Sm <sup>3</sup>	73626	0	77307	0	77307	6407,24	15461
Acqua calda sanitaria (W)	8	Sm <sup>3</sup>	79	0	83	0	83	6,86	17
Globale (GI)	7822	Sm <sup>3</sup>	73705	0	77390	0	77390	6414,10	15478

Servizio	Energia elettrica							Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria				
	Co	UM	Q <sub>del</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	Q <sub>exp</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	S [€]	Em <sub>CO2</sub> [kg]
Riscaldamento (H)	238	kWh	238	-	464	112	576	59,46	109
Acqua calda sanitaria (W)	0	kWh	0	-	0	0	1	0,06	0
Illuminazione (L)	37542	kWh	37542	-	73206	17645	90851	9385,43	17269
Trasporto (T)	865	kWh	865	-	1687	407	2094	216,29	398
Globale (GI)	38645	kWh	38645	-	75358	18163	93521	9661,25	17777

#### Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	6466,70
Acqua calda sanitaria (W)	6,93
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	9385,43
Trasporto (T)	216,29
<b>Globale (GI)</b>	<b>16075,35</b>

## **Rendimenti**

<b>Riscaldamento idronico (H<sub>idr</sub>)</b>	
<b>Sottosistema</b>	<b>Valore calcolato [-]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	89,0
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	97,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,4
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	90,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	85,8
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	85,7
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>204,1</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>203,8</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>209,4</b>

<b>Acqua calda sanitaria (W)</b>	
<b>Sottosistema</b>	<b>Valore calcolato [-]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	93,1
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	88,1
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	88,0
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>81,6</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>81,5</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>

## **Indici di prestazione termica del fabbricato**

<b>Servizio</b>	<b>Q<sub>nd</sub> [kWh<sub>t</sub>]</b>	<b>EP<sub>nd</sub> [kWh<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>]</b>	<b>EP<sub>nd,limite</sub> [kWh<sub>t</sub>/m<sup>2</sup>]</b>
Riscaldamento (H)	158726	181,35	94,50
Raffrescamento (C)	7177	8,20	8,31

## **Indici di prestazione energetica dell'edificio**

<b>Servizio</b>	<b>Energia primaria</b>			<b>Indici di prestazione energetica</b>			
	<b>Q<sub>p,nren</sub> [kWh<sub>p</sub>]</b>	<b>Q<sub>p,ren</sub> [kWh<sub>p</sub>]</b>	<b>Q<sub>p,tot</sub> [kWh<sub>p</sub>]</b>	<b>EP<sub>nren</sub> [kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup>]</b>	<b>EP<sub>ren</sub> [kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup>]</b>	<b>EP<sub>tot</sub> [kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup>]</b>	<b>EP<sub>tot,limite</sub> [kWh<sub>p</sub>/m<sup>2</sup>]</b>
Riscaldamento (H)	77771	112	77883	88,85	0,13	88,98	-
Acqua calda sanitaria (W)	83	0	83	0,10	0,00	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)	73206	17645	90851	83,64	20,16	103,80	-
Trasporto (T)	1687	407	2094	1,93	0,46	2,39	-
<b>Globale</b>	<b>152748</b>	<b>18163</b>	<b>170911</b>	<b>174,52</b>	<b>20,75</b>	<b>195,27</b>	<b>151,46</b>

### 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)	0,1	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,1	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	19,4	-	-	-
Globale	10,6	-	-	-

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 limiti via via più stringenti.

### Emissioni

Servizio	Emissioni di CO <sub>2</sub> [kg]
Riscaldamento (H)	15570,89
Acqua calda sanitaria (W)	16,68
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	17269,19
Trasporto (T)	397,98
Globale (GI)	33254,75

### Legenda:

Co	Consumo
Em <sub>CO2</sub>	Emissioni di CO <sub>2</sub>
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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 <sub>nd</sub>	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata
Q <sub>exp</sub>	Energia elettrica esportata
Q <sub>p,nren</sub>	Energia primaria rinnovabile
Q <sub>p,ren</sub>	Energia primaria non rinnovabile
Q <sub>p,tot</sub>	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 il committente non ha fornito consumi storici di energia elettrica, non è stato pertanto possibile validare il modello elettrico.

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

### 5.1 1 - Scuola

#### 5.1.1 2017/2018

##### 5.1.1.1 Consumi annui

###### Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2324	°Cg

###### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,041	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-

###### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>H,calc</sub>	Co <sub>H,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7814	7458	4,8
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0
Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>NHC,calc</sub>	Co <sub>NHC,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	0	0	0,0
Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>gl,calc</sub>	Co <sub>gl,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7822	7462	4,8
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0

###### Legenda dei simboli:

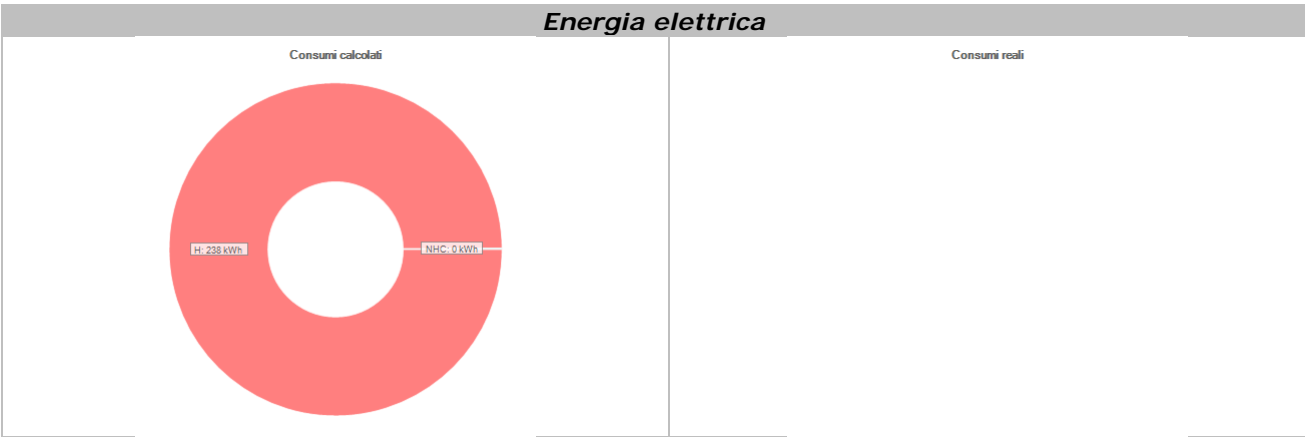
Co <sub>calc</sub>	Consumo calcolato
Co <sub>reale</sub>	Consumo reale
Δ	Scostamento

###### Legenda dei servizi:

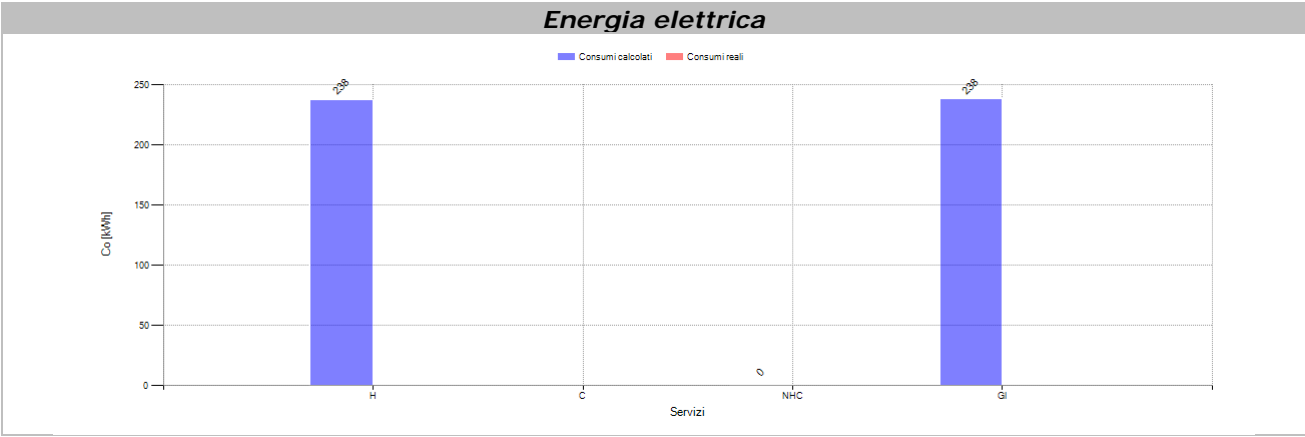
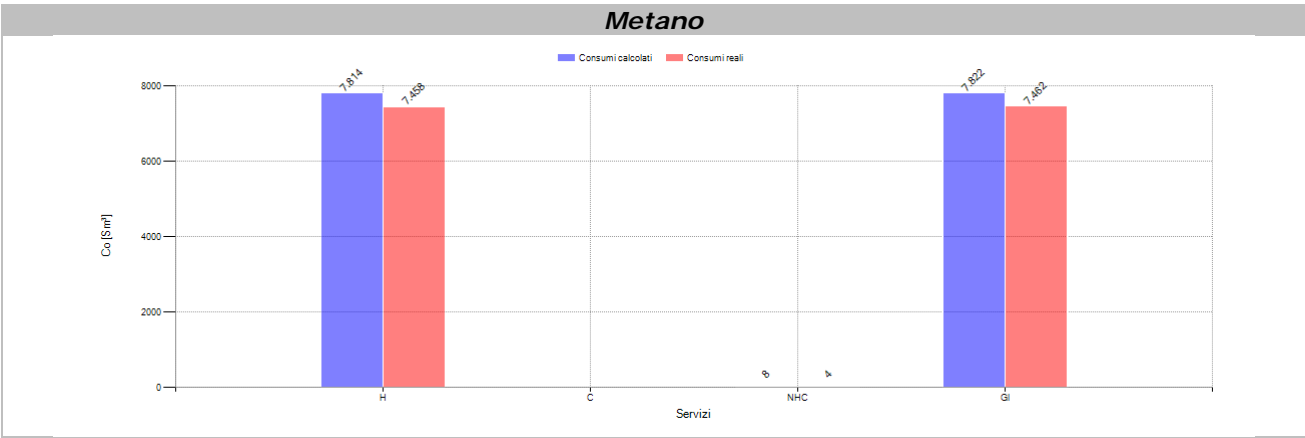
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

###### Suddivisione per servizio

###### Metano



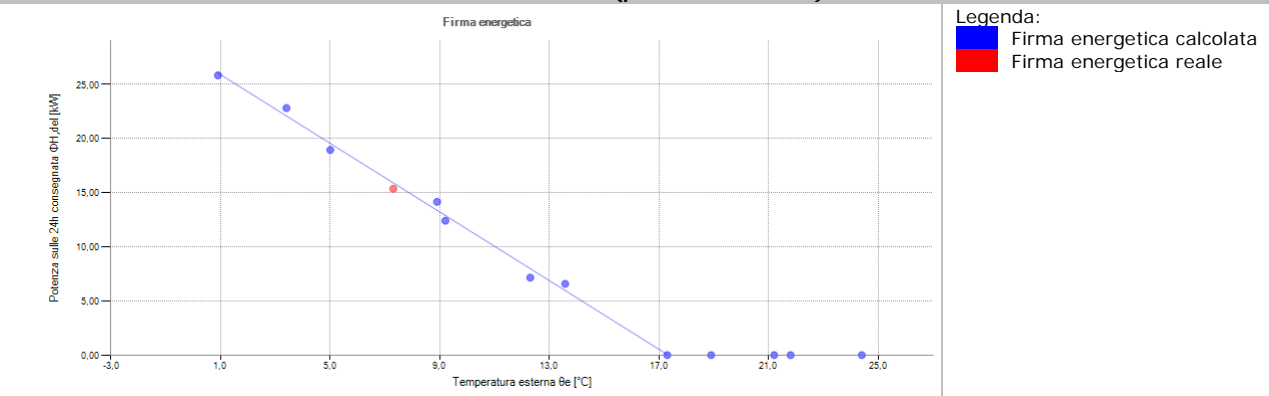
Confronto



## 5.1.1.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm <sup>3</sup>
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

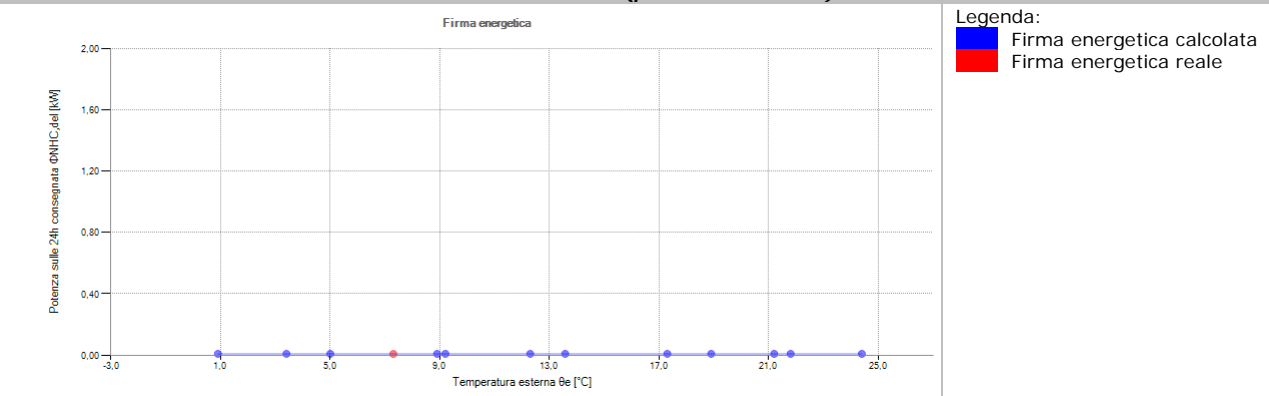
### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	2041	19229	25,85
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	1351	12733	18,95
marzo	H	31	31	-	9,2	335	980	9233	12,41
aprile	H	30	15	-	12,3	116	273	2575	7,15
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	285	2687	6,58
novembre	H	30	30	-	8,9	333	1082	10192	14,16
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	1802	16978	22,82
TOTALE		365	183	-	-	2419	7814	73626	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	7164	67506	15,37
TOTALE		183	183	-	-	2324	7164	67506	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

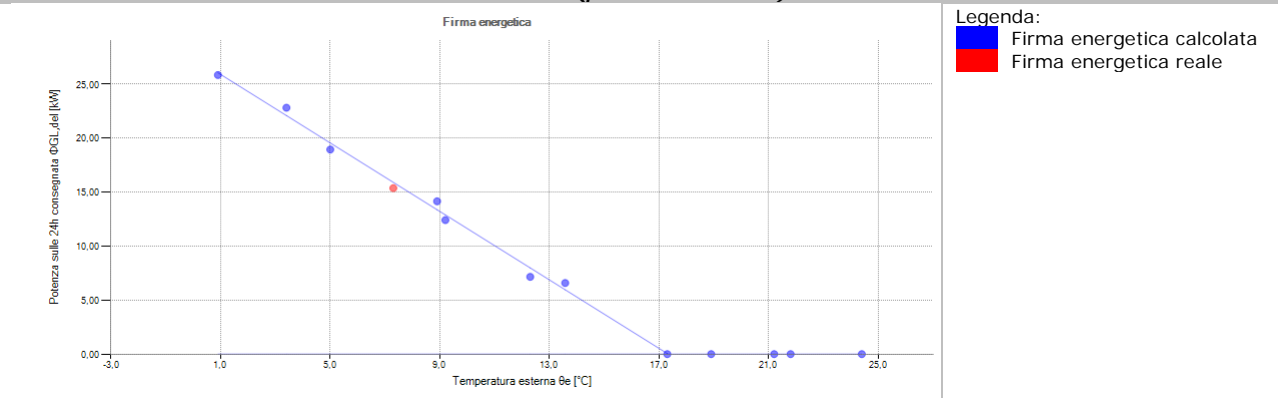


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	6	0,01
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	7	0,01
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	6	0,01
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	7	0,01
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	6	0,01
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	7	0,01
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	7	0,01
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	6	0,01
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	7	0,01
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	6	0,01
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	7	0,01
TOTALE		365	-	-	-	-	8	79	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	4	36	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	4	36	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

### Globale (potenza sulle 24 h)

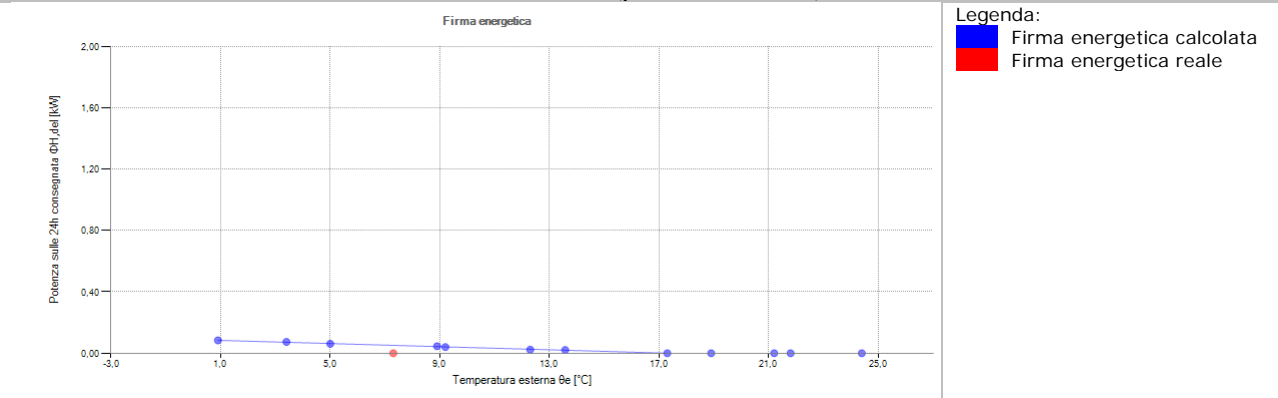


Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2041	19236	25,85
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1352	12739	18,96
marzo	H	31	31	0	9,2	335	981	9239	12,42
aprile	H	30	15	12	12,3	116	274	2582	7,16
maggio	NH	31	0	31	17,3	0	1	7	0,01
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1	6	0,01
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1	7	0,01
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1	7	0,01
settembre	NH	30	0	30	18,9	0	1	6	0,01
ottobre	H	31	17	11	13,6	109	286	2693	6,59
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1082	10198	14,16
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	1802	16984	22,83
TOTALE		365	183	176	-	2419	7822	73705	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	7168	67542	15,38
TOTALE		183	183	0	-	2324	7168	67542	-

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

### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)





Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	62	62	0,08
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	41	41	0,06
marzo	H	31	31	-	9,2	335	30	30	0,04
aprile	H	30	15	-	12,3	116	8	8	0,02
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	9	9	0,02
novembre	H	30	30	-	8,9	333	33	33	0,05
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	55	55	0,07
TOTALE		365	183	-	-	2419	238	238	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	-	7,3	2324	0	0	0,00
TOTALE		183	183	-	-	2324	0	0	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

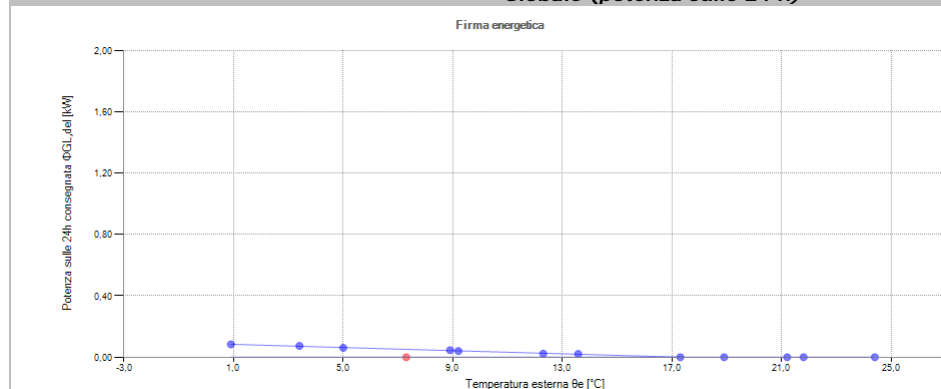




Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	0	0	0,00
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	0	0	0,00
marzo	H	31	-	-	9,2	-	0	0	0,00
aprile	H	30	-	-	12,3	-	0	0	0,00
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	0	0	0,00
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	0	0	0,00
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	0	0	0,00
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	0	0	0,00
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	0	0	0,00
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	0	0	0,00
novembre	H	30	-	-	8,9	-	0	0	0,00
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	0	0	0,00
TOTALE		365	-	-	-	-	0	0	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	-	-	7,3	-	0	0	0,00
TOTALE		183	-	-	-	-	0	0	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	62	62	0,08
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	41	41	0,06
marzo	H	31	31	0	9,2	335	30	30	0,04
aprile	H	30	15	12	12,3	116	8	8	0,02
maggio	NH	31	0	31	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	30	18,9	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	11	13,6	109	9	9	0,02
novembre	H	30	30	0	8,9	333	33	33	0,05
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	55	55	0,07
TOTALE		365	183	176	-	2419	238	238	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2017/2018	H	183	183	0	7,3	2324	0	0	0,00
TOTALE		183	183	0	-	2324	0	0	-

#### Legenda dei simboli:

g Giorni (del mese o periodo)  
g<sub>risc</sub> Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)  
g<sub>raffr</sub> Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)  
θ<sub>e</sub> Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ <sub>del</sub>	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
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 <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2050	°Cg

#### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,180	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-

#### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>H,calc</sub>	Co <sub>H,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7814	8122	-3,8
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>NHC,calc</sub>	Co <sub>NHC,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	0	0	0,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>gl,calc</sub>	Co <sub>gl,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7822	8126	-3,7
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0

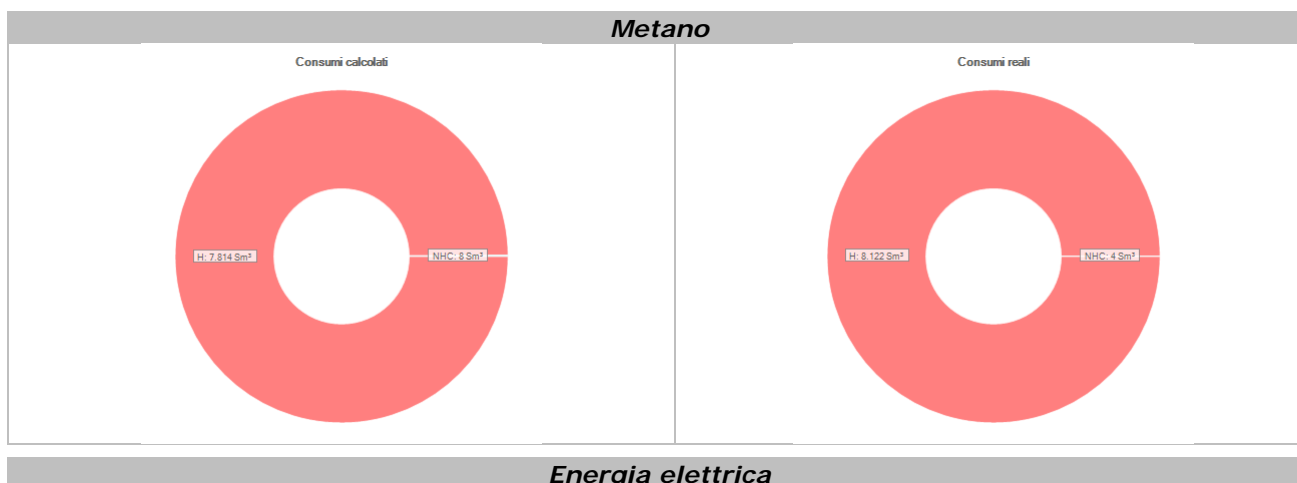
#### Legenda dei simboli:

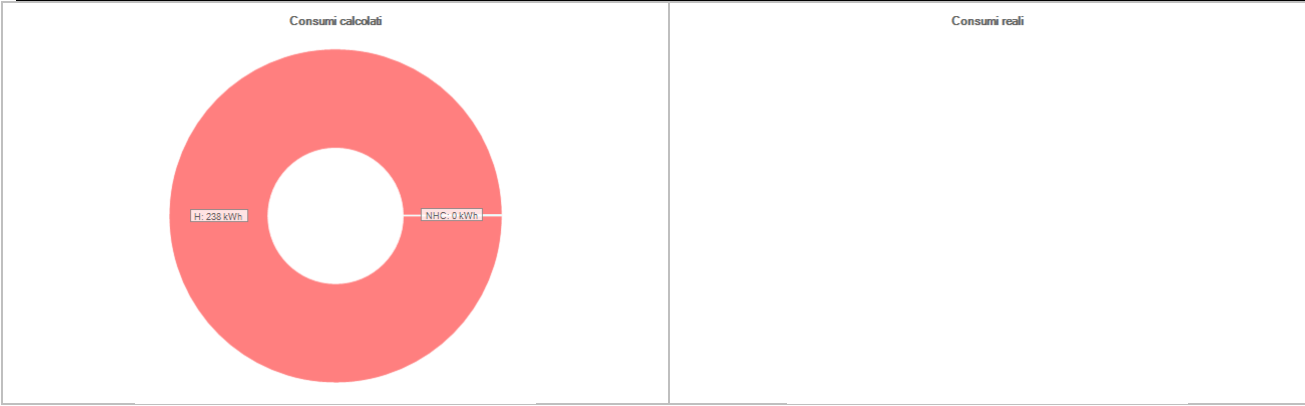
Co <sub>calc</sub>	Consumo calcolato
Co <sub>reale</sub>	Consumo reale
Δ	Scostamento

#### Legenda dei servizi:

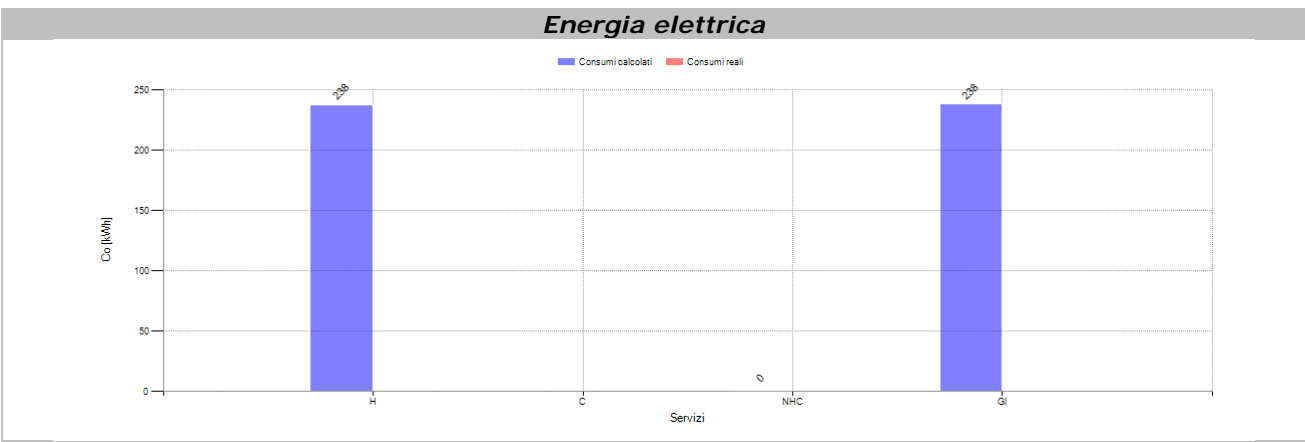
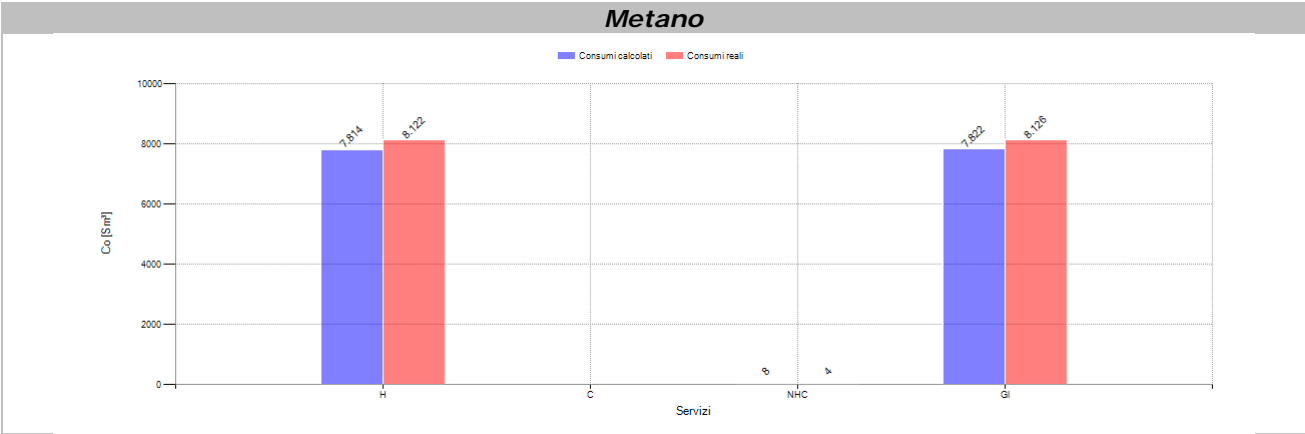
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

#### Suddivisione per servizio





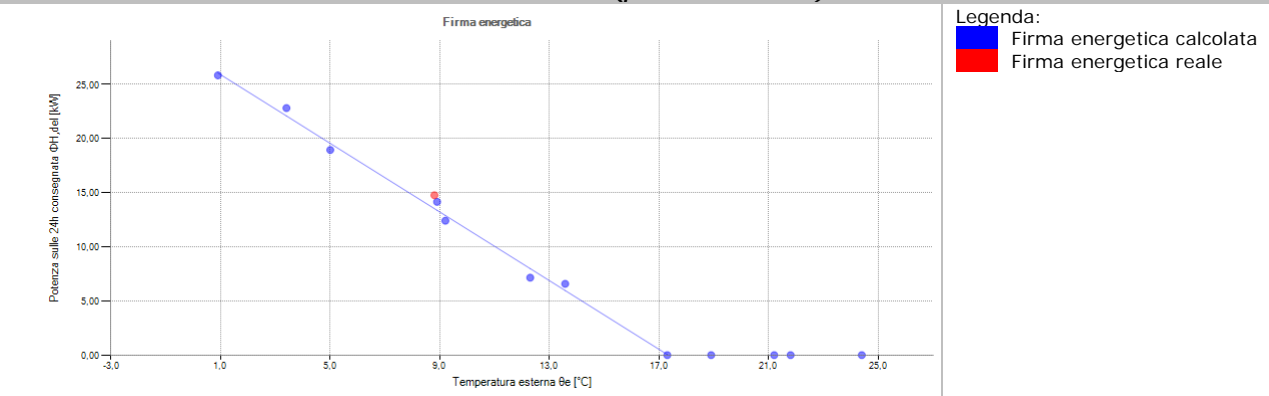
Confronto



## 5.1.2.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm <sup>3</sup>
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

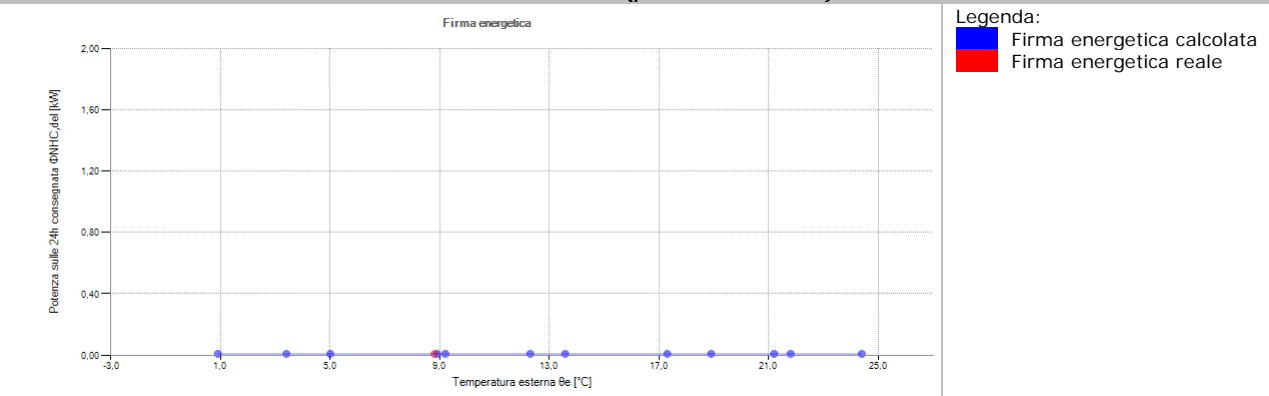
### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	2041	19229	25,85
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	1351	12733	18,95
marzo	H	31	31	-	9,2	335	980	9233	12,41
aprile	H	30	15	-	12,3	116	273	2575	7,15
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	285	2687	6,58
novembre	H	30	30	-	8,9	333	1082	10192	14,16
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	1802	16978	22,82
TOTALE		365	183	-	-	2419	7814	73626	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	183	-	8,8	2050	6882	64850	14,77
TOTALE		183	183	-	-	2050	6882	64850	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)

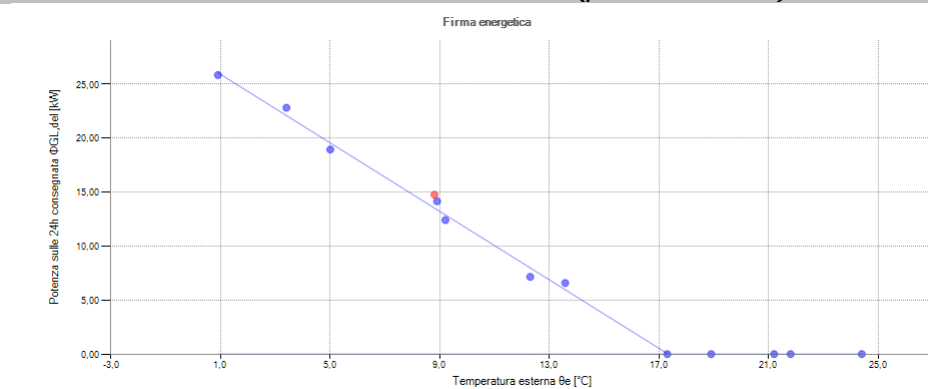




Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	-	-	0,9	-	1	7	0,01
febbraio	H	28	-	-	5,0	-	1	6	0,01
marzo	H	31	-	-	9,2	-	1	7	0,01
aprile	H	30	-	-	12,3	-	1	6	0,01
maggio	NH	31	-	-	17,3	-	1	7	0,01
giugno	NH	30	-	-	21,8	-	1	6	0,01
luglio	NH	31	-	-	24,4	-	1	7	0,01
agosto	NH	31	-	-	21,2	-	1	7	0,01
settembre	NH	30	-	-	18,9	-	1	6	0,01
ottobre	H	31	-	-	13,6	-	1	7	0,01
novembre	H	30	-	-	8,9	-	1	6	0,01
dicembre	H	31	-	-	3,4	-	1	7	0,01
TOTALE		365	-	-	-	-	8	79	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>NHC</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	-	-	8,8	-	4	35	0,01

TOTALE	183	-	-	-	-	4	35	-
--------	-----	---	---	---	---	---	----	---

### Globale (potenza sulle 24 h)



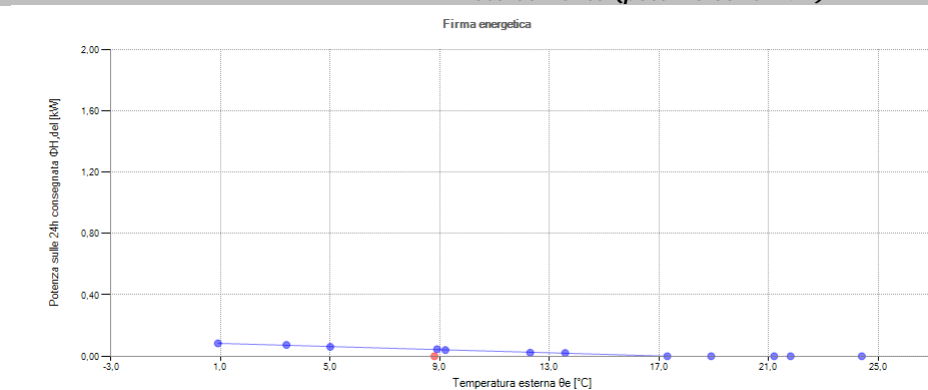
Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	0	0,9	592	2041	19236	25,85
febbraio	H	28	28	0	5,0	420	1352	12739	18,96
marzo	H	31	31	0	9,2	335	981	9239	12,42
aprile	H	30	15	12	12,3	116	274	2582	7,16
maggio	NH	31	0	31	17,3	0	1	7	0,01
giugno	NH	30	0	30	21,8	0	1	6	0,01
luglio	NH	31	0	31	24,4	0	1	7	0,01
agosto	NH	31	0	31	21,2	0	1	7	0,01
settembre	NH	30	0	30	18,9	0	1	6	0,01
ottobre	H	31	17	11	13,6	109	286	2693	6,59
novembre	H	30	30	0	8,9	333	1082	10198	14,16
dicembre	H	31	31	0	3,4	515	1802	16984	22,83
TOTALE		365	183	176	-	2419	7822	73705	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	183	0	8,8	2050	6886	64885	14,77
TOTALE		183	183	0	-	2050	6886	64885	-

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

### Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

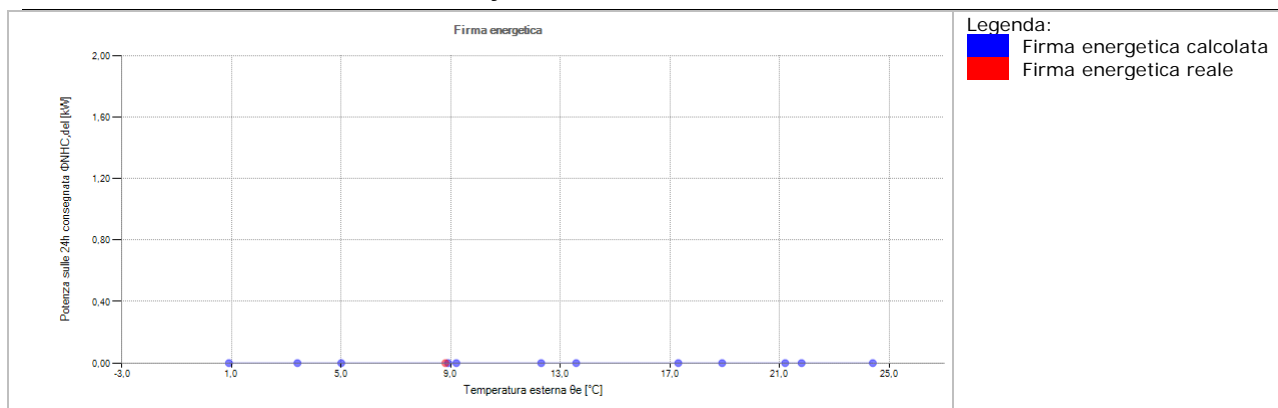


Legenda:  
 Firma energetica calcolata  
 Firma energetica reale

Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
gennaio	H	31	31	-	0,9	592	62	62	0,08
febbraio	H	28	28	-	5,0	420	41	41	0,06
marzo	H	31	31	-	9,2	335	30	30	0,04
aprile	H	30	15	-	12,3	116	8	8	0,02
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	9	9	0,02
novembre	H	30	30	-	8,9	333	33	33	0,05
dicembre	H	31	31	-	3,4	515	55	55	0,07
TOTALE		365	183	-	-	2419	238	238	-

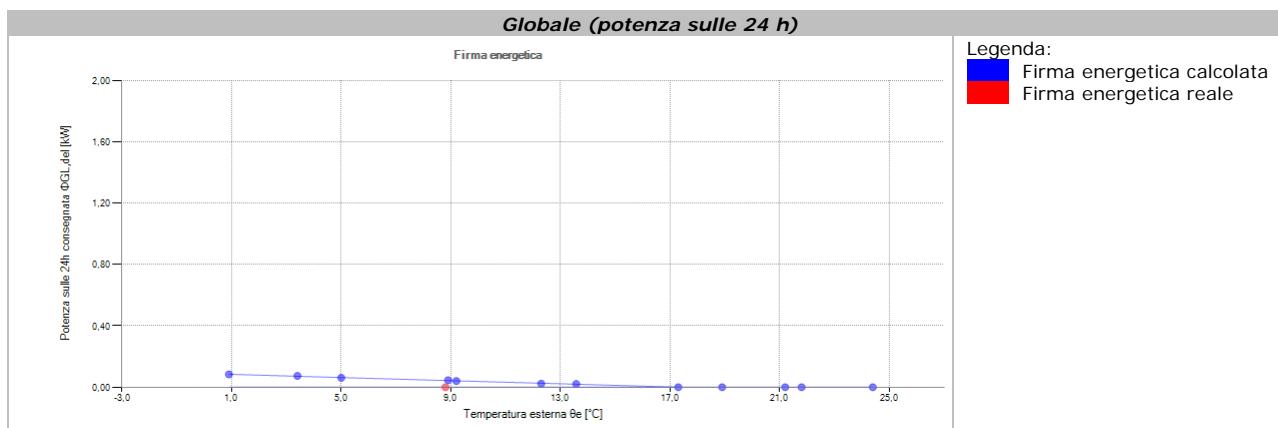
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>H</sub> [kWh]	Q <sub>H,del</sub> [kWh <sub>t/el</sub> ]	Φ <sub>H,del</sub> [kW <sub>t/el</sub> ]
1 - 2018/2019	H	183	183	-	8,8	2050	0	0	0,00
TOTALE		183	183	-	-	2050	0	0	-

### Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<a href="#">gennaio</a>	H	31	-	-	0,9	-	0	0	0,00
<a href="#">febbraio</a>	H	28	-	-	5,0	-	0	0	0,00
<a href="#">marzo</a>	H	31	-	-	9,2	-	0	0	0,00
<a href="#">aprile</a>	H	30	-	-	12,3	-	0	0	0,00
<a href="#">maggio</a>	NH	31	-	-	17,3	-	0	0	0,00
<a href="#">giugno</a>	NH	30	-	-	21,8	-	0	0	0,00
<a href="#">luglio</a>	NH	31	-	-	24,4	-	0	0	0,00
<a href="#">agosto</a>	NH	31	-	-	21,2	-	0	0	0,00
<a href="#">settembre</a>	NH	30	-	-	18,9	-	0	0	0,00
<a href="#">ottobre</a>	H	31	-	-	13,6	-	0	0	0,00
<a href="#">novembre</a>	H	30	-	-	8,9	-	0	0	0,00
<a href="#">dicembre</a>	H	31	-	-	3,4	-	0	0	0,00
<b>TOTALE</b>		<b>365</b>	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	CoNHC [kWh]	Q <sub>NHC,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>NHC,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<a href="#">1 - 2018/2019</a>	H	183	-	-	8,8	-	0	0	0,00
<b>TOTALE</b>		<b>183</b>	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<a href="#">gennaio</a>	H	31	31	0	0,9	592	62	62	0,08
<a href="#">febbraio</a>	H	28	28	0	5,0	420	41	41	0,06
<a href="#">marzo</a>	H	31	31	0	9,2	335	30	30	0,04
<a href="#">aprile</a>	H	30	15	12	12,3	116	8	8	0,02
<a href="#">maggio</a>	NH	31	0	31	17,3	0	0	0	0,00
<a href="#">giugno</a>	NH	30	0	30	21,8	0	0	0	0,00
<a href="#">luglio</a>	NH	31	0	31	24,4	0	0	0	0,00
<a href="#">agosto</a>	NH	31	0	31	21,2	0	0	0	0,00
<a href="#">settembre</a>	NH	30	0	30	18,9	0	0	0	0,00
<a href="#">ottobre</a>	H	31	17	11	13,6	109	9	9	0,02
<a href="#">novembre</a>	H	30	30	0	8,9	333	33	33	0,05
<a href="#">dicembre</a>	H	31	31	0	3,4	515	55	55	0,07
<b>TOTALE</b>		<b>365</b>	<b>183</b>	<b>176</b>	<b>-</b>	<b>2419</b>	<b>238</b>	<b>238</b>	<b>-</b>

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g <sub>risc</sub> [g]	g <sub>raffr</sub> [g]	θ <sub>e</sub> [°C]	GG [°Cg]	Co <sub>gl</sub> [kWh]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh <sub>t/et</sub> ]	Φ <sub>gl,del</sub> [kW <sub>t/et</sub> ]
<a href="#">1 - 2018/2019</a>	H	183	183	0	8,8	2050	0	0	0,00
<b>TOTALE</b>		<b>183</b>	<b>183</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>2050</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>

#### Legenda dei simboli:

- g Giorni (del mese o periodo)
- g<sub>risc</sub> Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
- g<sub>raffr</sub> Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
- θ<sub>e</sub> Temperatura esterna media (del mese o periodo)

GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
Co	Consumo (del mese o periodo)
Q <sub>del</sub>	Energia consegnata (del mese o periodo)
Φ <sub>del</sub>	Potenza consegnata (del mese o periodo)

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
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 <sub>calc</sub>	2419	°Cg
Gradi giorno reali	GG <sub>reali</sub>	2187	°Cg

#### Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f <sub>H,norm</sub>	1,106	-
Acqua calda sanitaria	f <sub>W,norm</sub>	1,000	-

#### Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>H,calc</sub>	Co <sub>H,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7814	7769	0,6
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>NHC,calc</sub>	Co <sub>NHC,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	8	4	100,0
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	0	0	0,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co <sub>gl,calc</sub>	Co <sub>gl,reale</sub>	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm <sup>3</sup>	7822	7773	0,6
2	Energia elettrica	Hidr, W	kWh	238	0	100,0

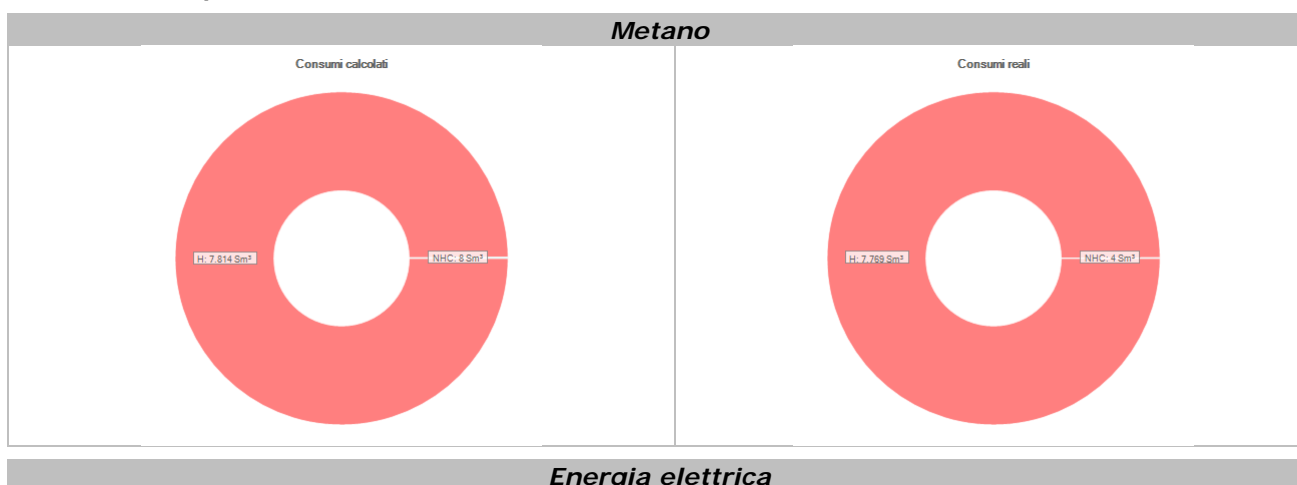
#### Legenda dei simboli:

Co <sub>calc</sub>	Consumo calcolato
Co <sub>reale</sub>	Consumo reale
Δ	Scostamento

#### Legenda dei servizi:

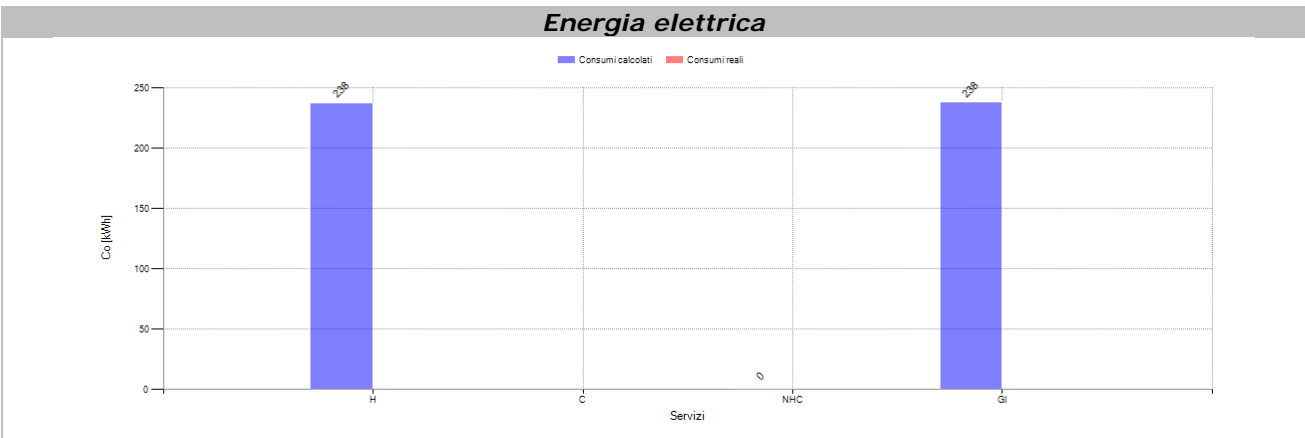
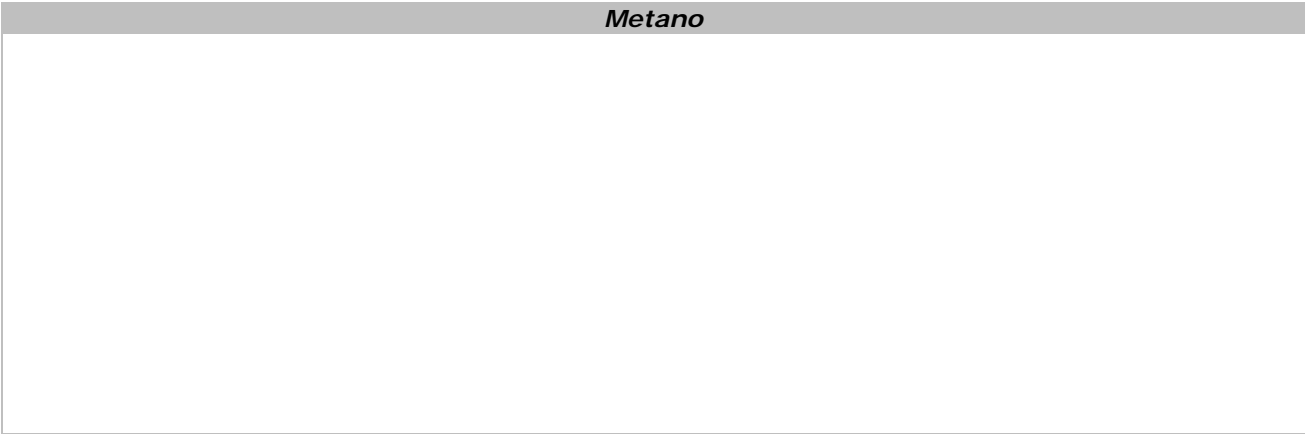
H <sub>idr</sub>	Riscaldamento idronico
H <sub>aer</sub>	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

#### 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.

I dati di consumo forniti influiscono sui tempi di ritorno degli interventi ipotizzati. Si consiglia monitoraggio dei consumi termici ed elettrici, ed eventuale successivo aggiornamento del presente documento.

**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 [€]	$\Delta S_{gl}$ [€/anno]	$t_r$ [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno]	Classe energetica
1	<i>Isolamento a cappotto</i>	74351,00	1736,66	42,8	23,86	B
2	<i>Sostituzione generatore di calore</i>	19000,00	846,57	22,4	11,64	C
3	<i>Scenario 1 + Scenario 2</i>	93351,00	2414,20	38,7	33,17	B

### Legenda:

C	Costo stimato
$\Delta S_{gl}$	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

### Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Isolamento a cappotto		
Costo stimato	C	74351,00	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{gl}$	1736,66	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	42,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	23,86	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	B		

### Descrizione sintetica scenario

### Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

## 6.1.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

### Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana
Zone di pertinenza	Edificio

### Descrizione sintetica intervento

### Stato di fatto

#### Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO		
Superficie di calcolo	S <sub>calc</sub>	743,51	m <sup>2</sup>

#### Risultati stato di fatto

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	300,00	mm
Trasmittanza iniziale	U <sub>in</sub>	1,109	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza iniziale media	U <sub>in,media</sub>	1,254	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

### Intervento

#### Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m³		
Conduttività	λ	0,028	Wt/mK
Spessore	s	140,00	mm

#### Risultati intervento

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	450,00	mm
Trasmittanza finale	U <sub>fin</sub>	0,169	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Percentuale di superficie isolata	p <sub>is</sub>	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U <sub>fin,eff</sub>	0,169	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza finale media	U <sub>fin,media</sub>	0,260	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

## 6.1.2 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.

### 6.1.2.1 Scuola

#### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	5715	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
<b>Globale</b>	<b>7822</b>	<b>5724</b>	<b>-26,8</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	174	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
<b>Globale</b>	<b>38645</b>	<b>38581</b>	<b>-0,2</b>

#### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6466,70	4730,03	26,9
Acqua calda sanitaria (W)	6,93	6,93	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9385,43	9385,43	0,0
Trasporto (T)	216,29	216,29	0,0
<b>Globale</b>	<b>16075,35</b>	<b>14338,68</b>	<b>10,8</b>

#### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	74351,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	1736,66
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	42,8

### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	89,0	91,0	2,2
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	97,0	97,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,0	97,0	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,4	99,2	-0,2
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	90,7	89,5	-1,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	85,8	84,7	-1,3
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	85,7	84,6	-1,3
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>204,1</b>	<b>205,5</b>	<b>0,7</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>203,8</b>	<b>205,2</b>	<b>0,7</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>209,4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Acqua calda sanitaria (W)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	93,1	93,1	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	88,1	88,1	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	88,0	88,0	0,0
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>81,6</b>	<b>81,6</b>	<b>0,0</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>81,5</b>	<b>81,5</b>	<b>0,0</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	181,35	133,58	-26,3	94,50
Raffrescamento (C)	8,20	9,17	11,8	8,31

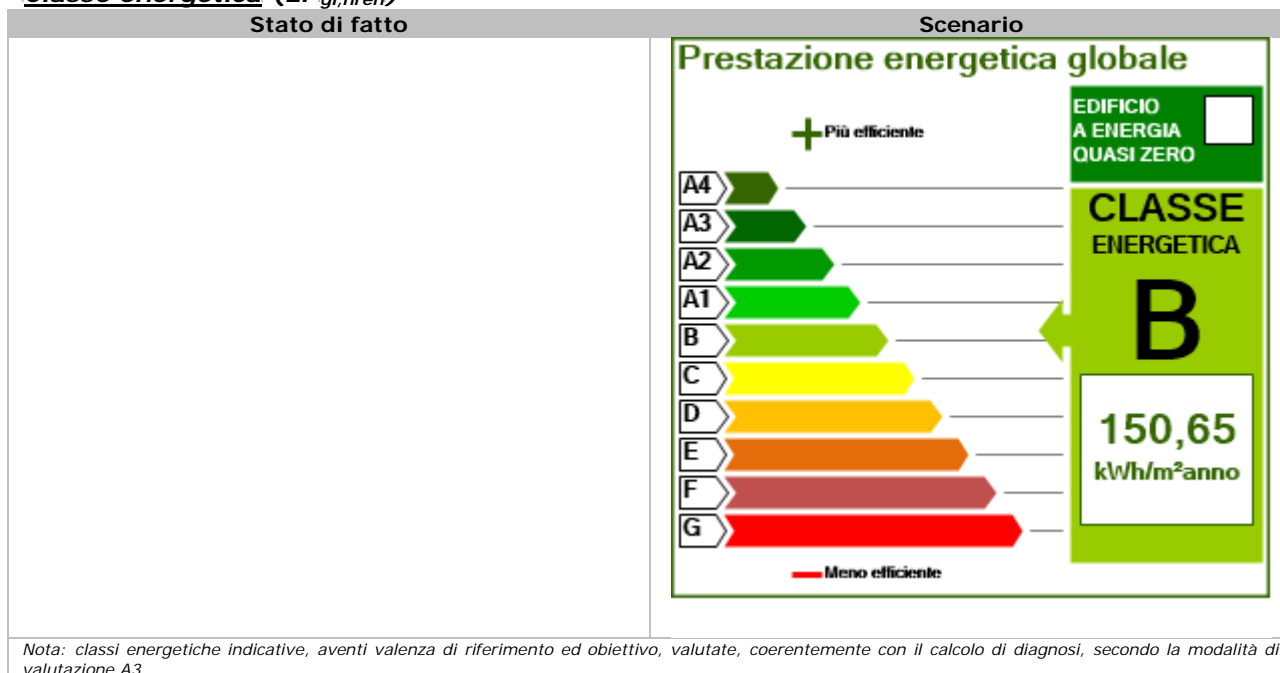
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,85	64,99	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,10	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	83,64	83,64	0,0
Trasporto (T)	1,93	1,93	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>174,52</b>	<b>150,65</b>	<b>-13,7</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,13	0,09	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	20,16	20,16	0,0
Trasporto (T)	0,46	0,46	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,75</b>	<b>20,72</b>	<b>-0,2</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,98	65,09	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,10	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	103,80	103,80	0,0
Trasporto (T)	2,39	2,39	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>195,27</b>	<b>171,37</b>	<b>-12,2</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>151,46</b>	-	-

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





### Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,1	0,1	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,1	0,1	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	10,6	12,1	14,1	-

*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<sub>CO2</sub>) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	15570,89	11389,25	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	16,68	16,68	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	17269,19	17269,19	0,0
Trasporto (T)	397,98	397,98	0,0
Globale (GI)	33254,75	29073,11	-12,6

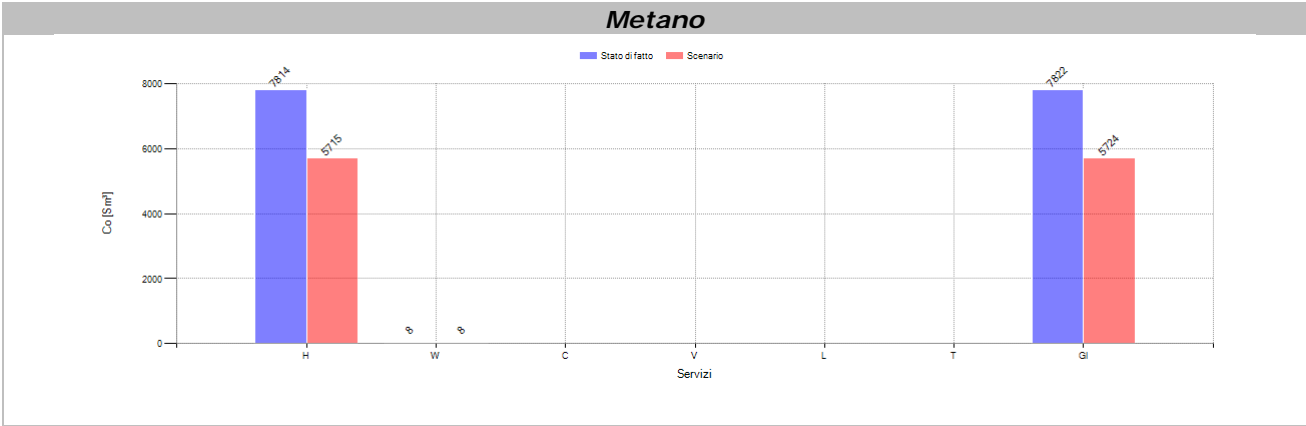
#### Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

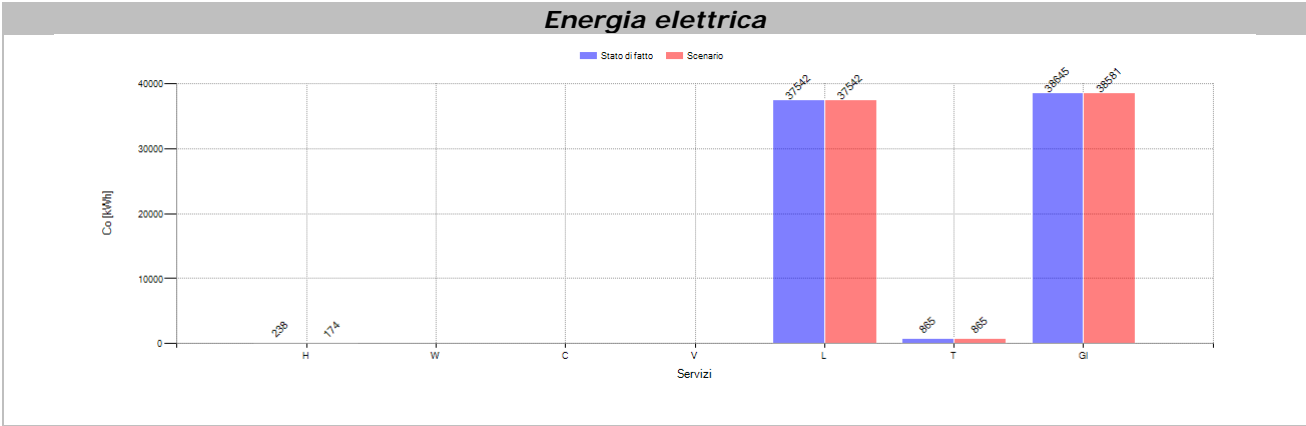
### Grafici

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 ( $\theta_e$ ), 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

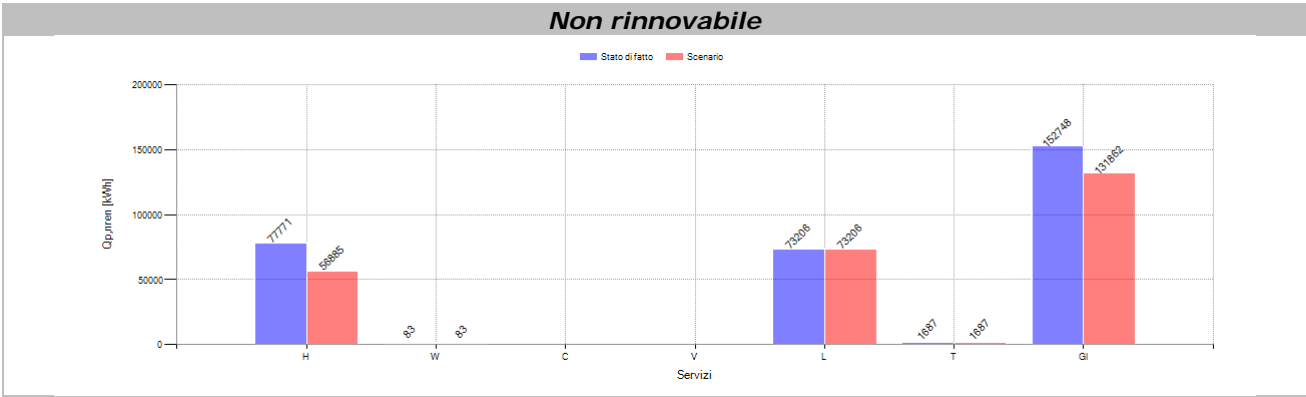


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	5715	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	8	8	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	7822	5724	-26,8

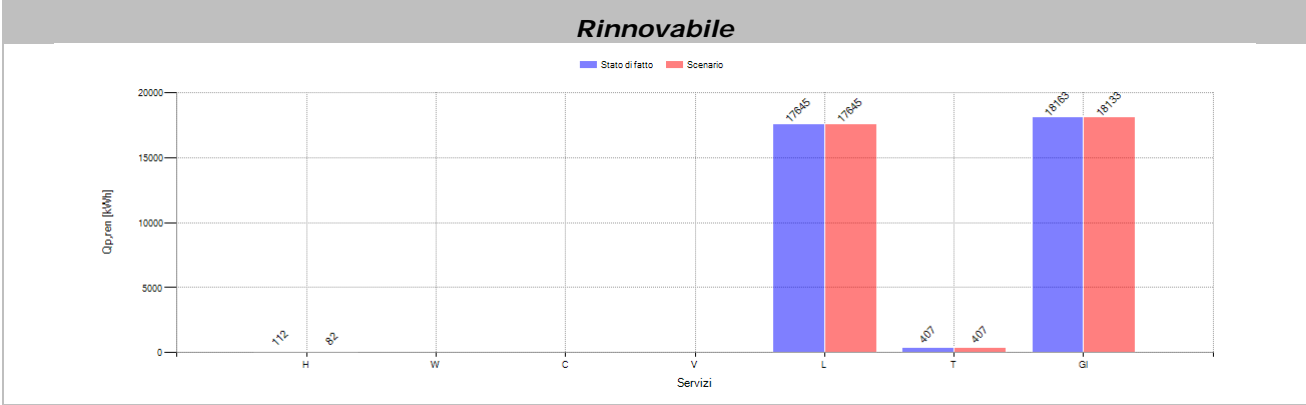


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	174	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
Globale (GI)	38645	38581	-0,2

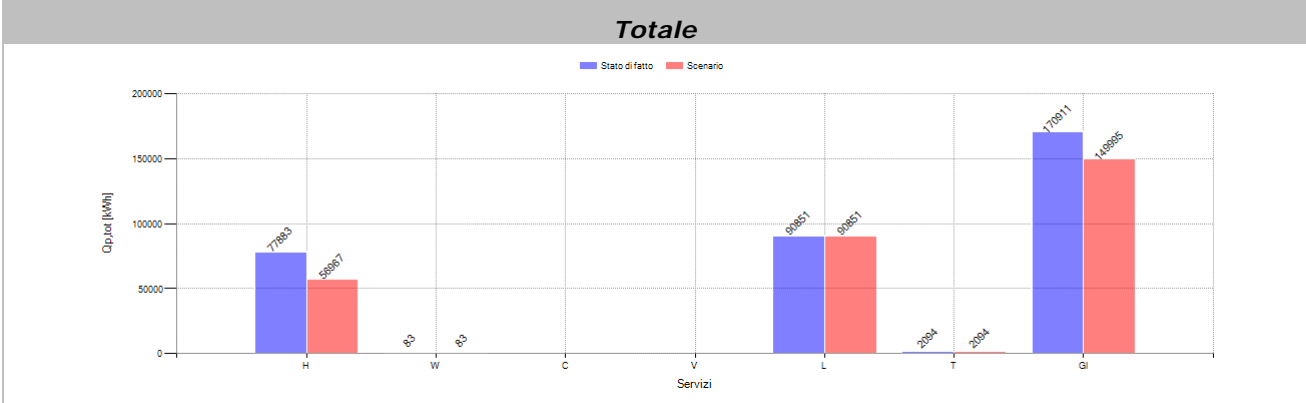
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7771	5685	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	83	83	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	73206	0,0
Trasporto (T)	1687	1687	0,0
Globale (GI)	152748	131862	-13,7

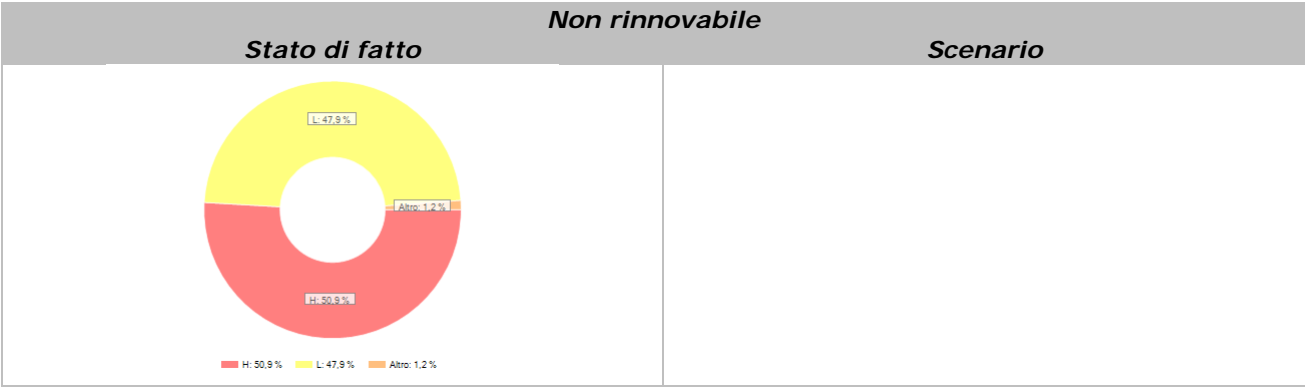


Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	112	82	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	17645	0,0
Trasporto (T)	407	407	0,0
Globale (GI)	18163	18133	-0,2

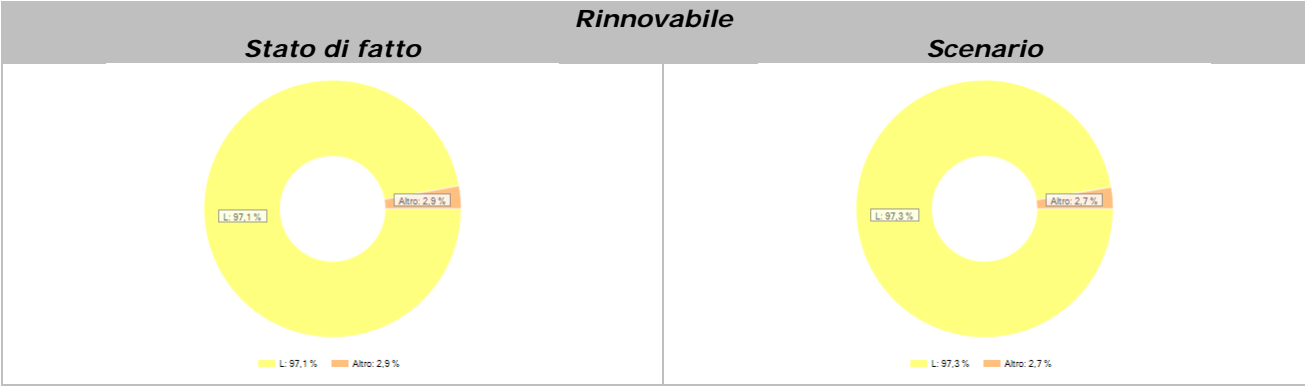


Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	77883	56967	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	83	83	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	90851	0,0
Trasporto (T)	2094	2094	0,0
Globale (GI)	170911	149995	-12,2

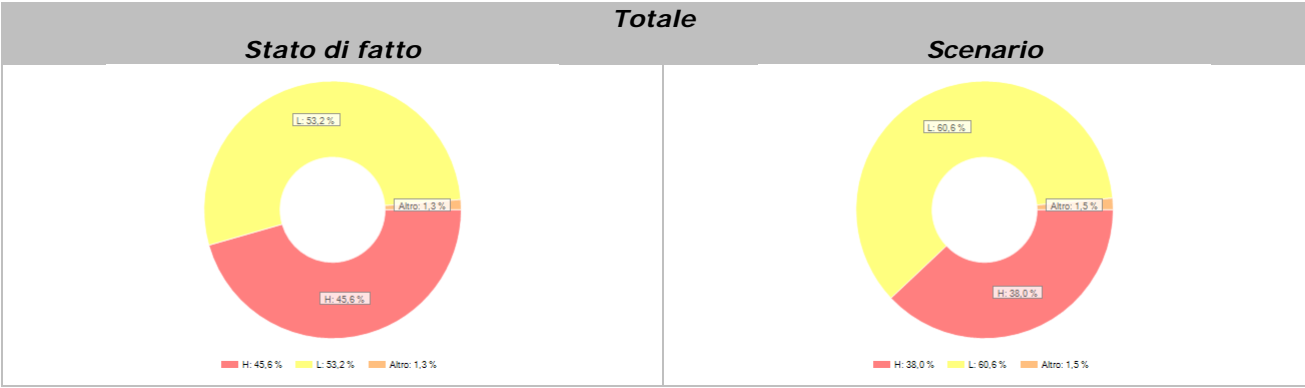
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77771	50,9	56885	43,1
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,1	83	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	47,9	73206	55,5
Trasporto (T)	1687	1,1	1687	1,3
Globale (GI)	152748	100,0	131862	100,0

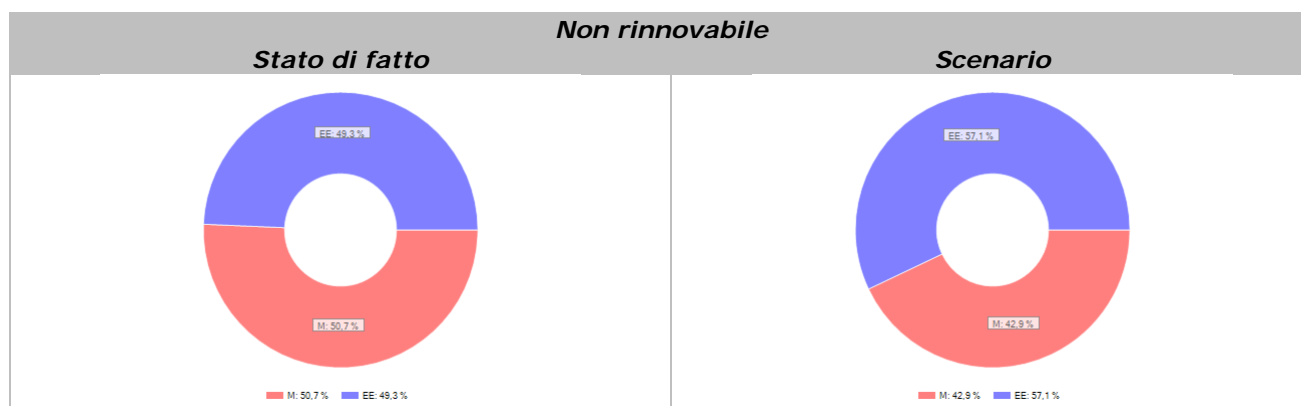


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	112	0,6	82	0,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	97,1	17645	97,3
Trasporto (T)	407	2,2	407	2,2
Globale (GI)	18163	100,0	18133	100,0

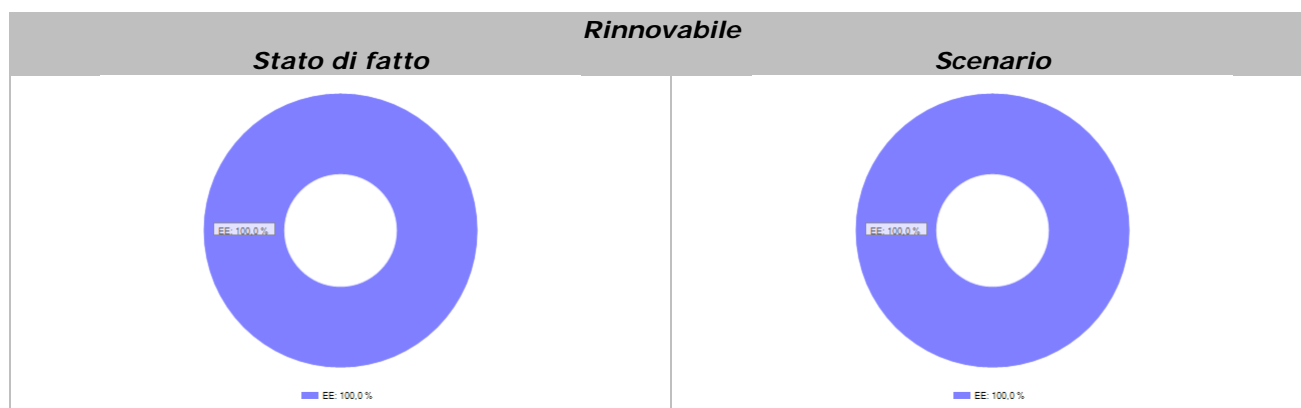


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77883	45,6	56967	38,0
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,0	83	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	53,2	90851	60,6
Trasporto (T)	2094	1,2	2094	1,4
Globale (GI)	170911	100,0	149995	100,0

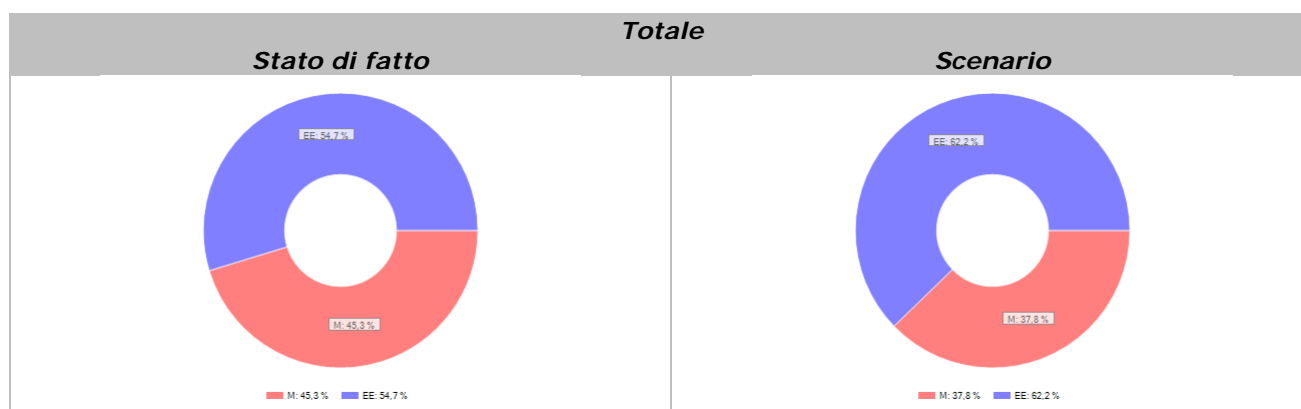
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	50,7	56629	42,9
Energia elettrica (EE)	75358	49,3	75233	57,1
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
<b>Totale</b>	<b>152748</b>	<b>100,0</b>	<b>131862</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	18163	100,0	18133	100,0
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
<b>Totale</b>	<b>18163</b>	<b>100,0</b>	<b>18133</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	45,3	56629	37,8
Energia elettrica (EE)	93521	54,7	93366	62,2
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
<b>Totale</b>	<b>170911</b>	<b>100,0</b>	<b>149995</b>	<b>100,0</b>

## 6.2 Sostituzione generatore di calore

### Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Sostituzione generatore di calore		
Costo stimato	C	19000,00	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{gl}$	846,57	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	22,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	11,64	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	C		

### Descrizione sintetica scenario

### Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola

## 6.2.1 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata \*\*\*\* stelle - Scuola

### Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola
Zona di pertinenza	Scuola

### Descrizione sintetica intervento

### Intervento

Configurazione centrale termica	Generatore singolo
---------------------------------	--------------------

### **Caratteristiche caldaia**

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	167,12	kW <sub>t</sub>
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	$\theta_r$	40	°C
Rendimento di generazione	$\eta_{gen}$	104,00	%

### **Vettore energetico**

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh <sub>t</sub> /Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,2100	kg/kWh <sub>t/el</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	1,050	-

### **Ausiliari**

Potenza ausiliari	$\Phi_{aux}$	525	W <sub>el</sub>
-------------------	--------------	-----	-----------------

## 6.2.2 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.

### 6.2.2.1 Scuola

#### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	6791	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-10,5
<b>Globale</b>	<b>7822</b>	<b>6798</b>	<b>-13,1</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	209	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	-9,5
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
<b>Globale</b>	<b>38645</b>	<b>38616</b>	<b>-0,1</b>

#### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6466,70	5620,85	13,1
Acqua calda sanitaria (W)	6,93	6,20	10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9385,43	9385,43	0,0
Trasporto (T)	216,29	216,29	0,0
<b>Globale</b>	<b>16075,35</b>	<b>15228,77</b>	<b>5,3</b>

#### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	19000,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	846,57
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	22,4



### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	89,0	89,0	0,0
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	97,0	97,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,0	97,0	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,4	99,7	0,3
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	90,7	104,0	14,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	85,8	98,5	14,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	85,7	98,3	14,7
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>204,1</b>	<b>234,8</b>	<b>15,1</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>203,8</b>	<b>234,5</b>	<b>15,1</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>209,4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Acqua calda sanitaria (W)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	93,1	104,0	11,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	88,1	98,5	11,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	88,0	98,3	11,7
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>81,6</b>	<b>91,2</b>	<b>11,7</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>81,5</b>	<b>91,0</b>	<b>11,7</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	181,35	181,35	0,0	94,50
Raffrescamento (C)	8,20	8,20	0,0	8,31

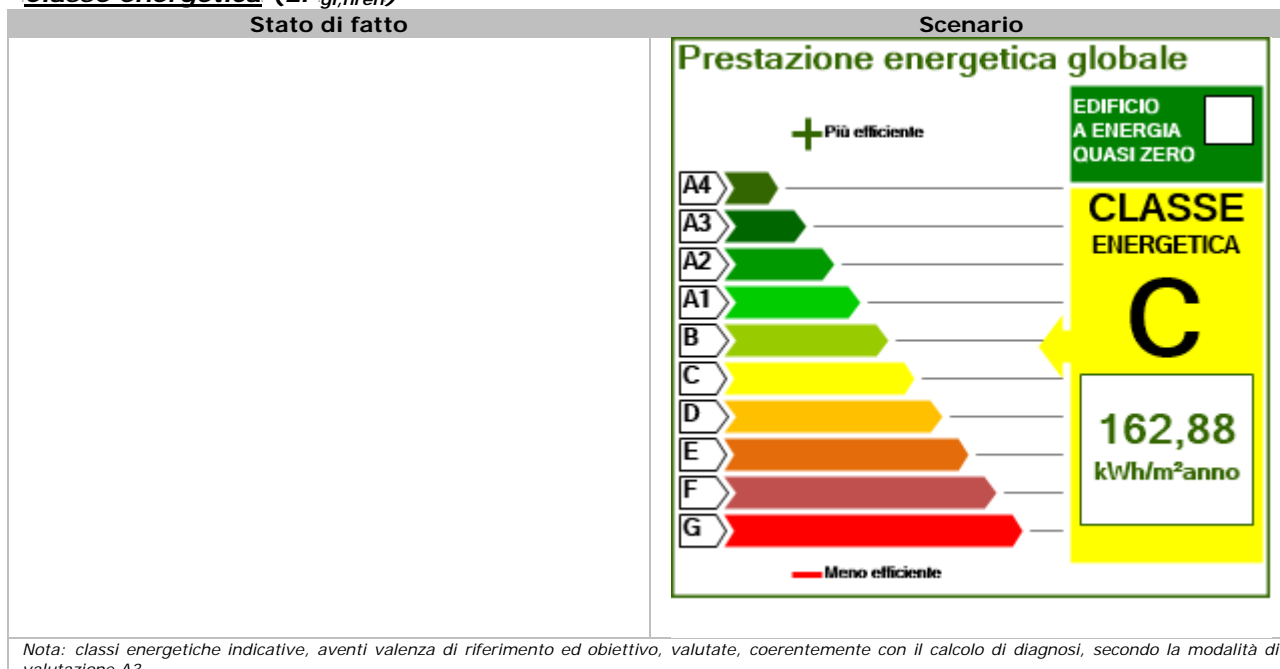
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,85	77,23	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,09	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	83,64	83,64	0,0
Trasporto (T)	1,93	1,93	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>174,52</b>	<b>162,88</b>	<b>-6,7</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,13	0,11	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	-9,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	20,16	20,16	0,0
Trasporto (T)	0,46	0,46	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,75</b>	<b>20,74</b>	<b>-0,1</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,98	77,34	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,09	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	103,80	103,80	0,0
Trasporto (T)	2,39	2,39	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>195,27</b>	<b>183,62</b>	<b>-6,0</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>151,46</b>	-	-

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



### **Quota rinnovabile (QR) [%]**

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,1	0,1	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,1	0,1	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	10,6	11,3	6,6	-

*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<sub>CO2</sub>) [kg]**

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	15570,89	13533,87	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	16,68	14,93	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	17269,19	17269,19	0,0
Trasporto (T)	397,98	397,98	0,0
Globale (GI)	33254,75	31215,98	-6,1

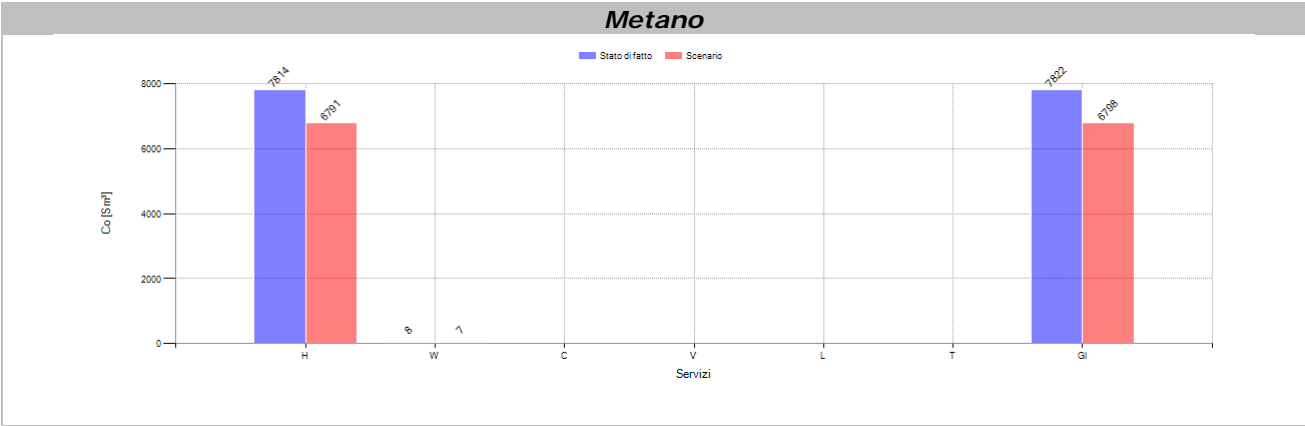
#### **Legenda:**

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

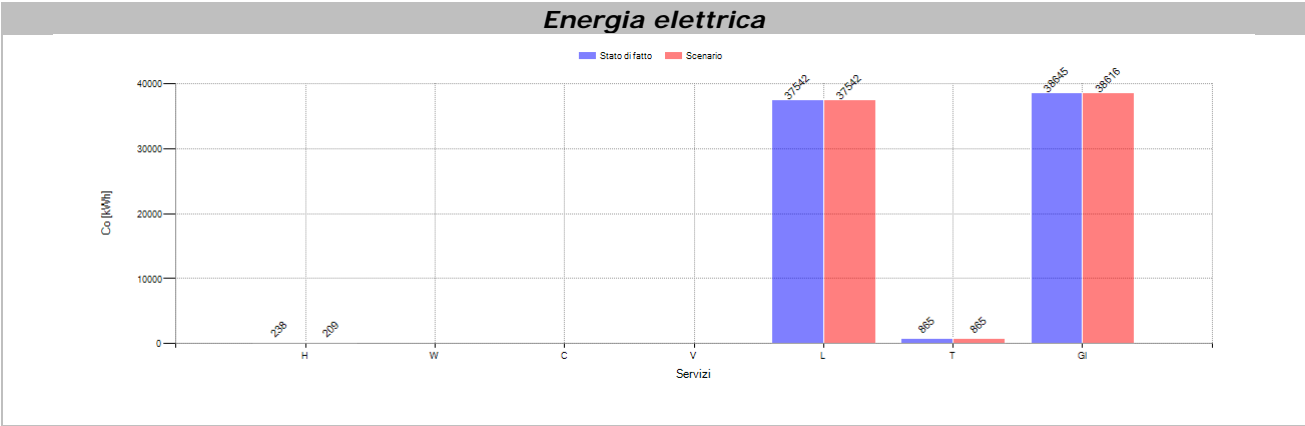
### **Grafici**

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 ( $\theta_e$ ), 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

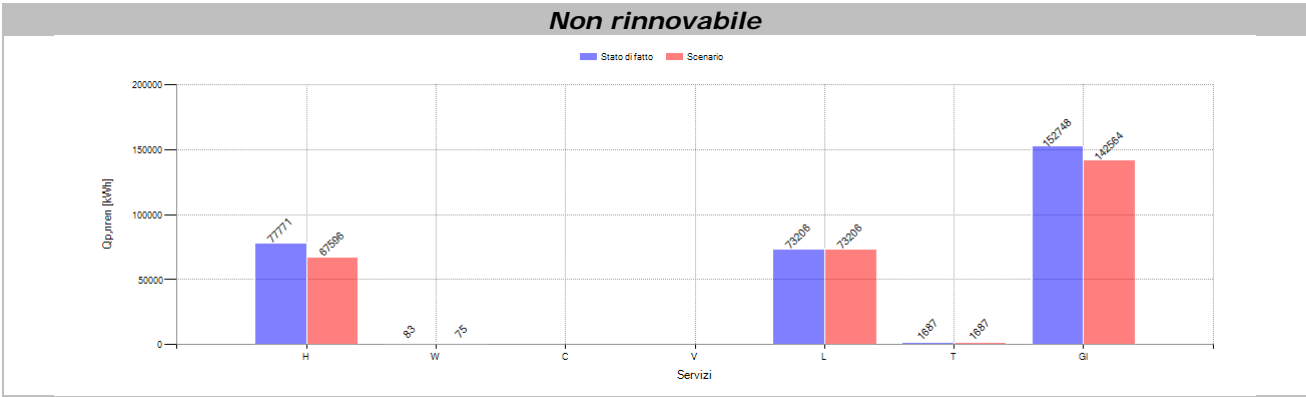


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	6791	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	7822	6798	-13,1

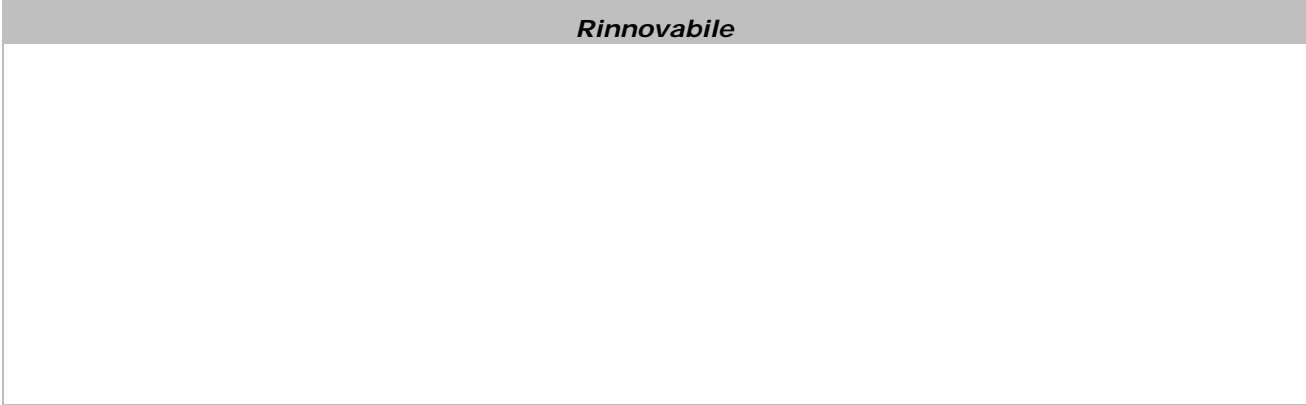


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	209	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
Globale (GI)	38645	38616	-0,1

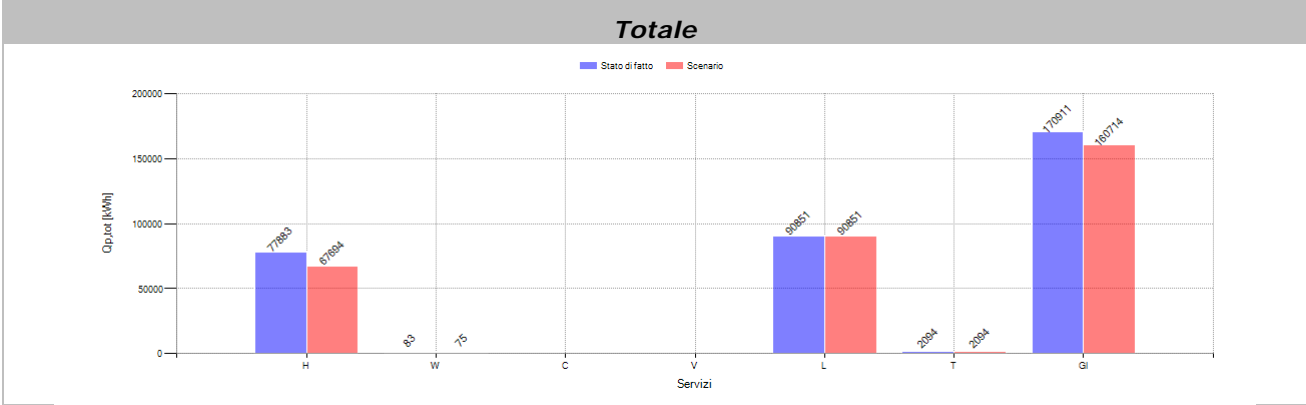
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	77771	67596	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	83	75	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	73206	0,0
Trasporto (T)	1687	1687	0,0
Globale (GI)	152748	142564	-6,7

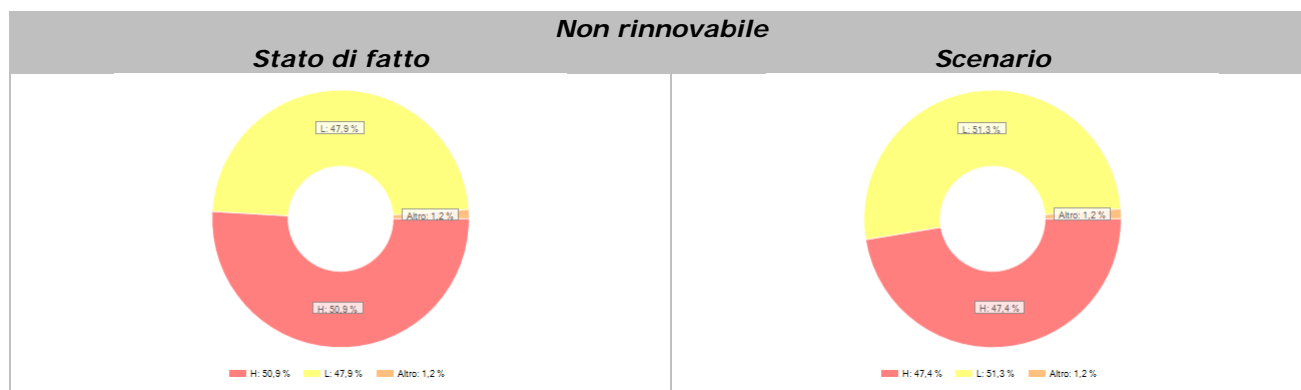


Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	112	98	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	17645	0,0
Trasporto (T)	407	407	0,0
Globale (GI)	18163	18150	-0,1

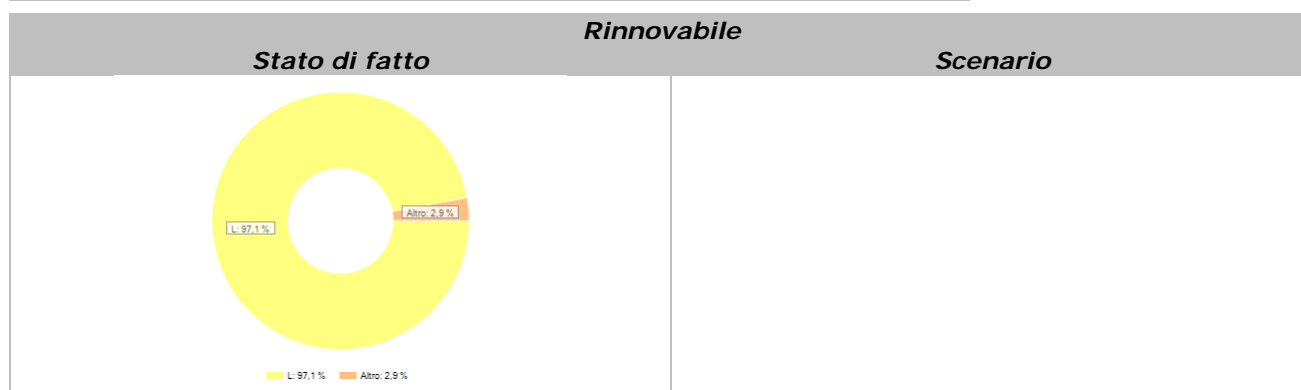


Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	77883	67694	-13,1
Acqua calda sanitaria (W)	83	75	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	90851	0,0
Trasporto (T)	2094	2094	0,0
Globale (GI)	170911	160714	-6,0

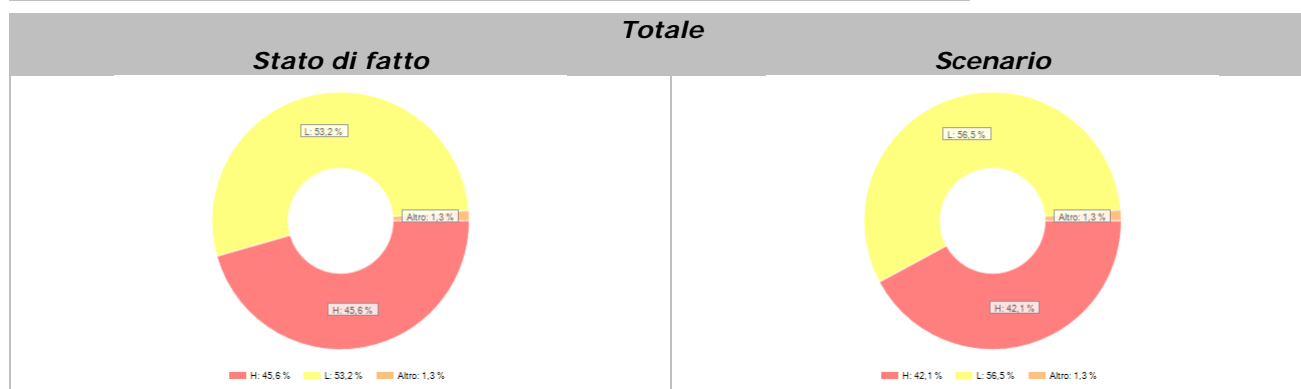
### Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77771	50,9	67596	47,4
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,1	75	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	47,9	73206	51,3
Trasporto (T)	1687	1,1	1687	1,2
<b>Globale (GI)</b>	<b>152748</b>	<b>100,0</b>	<b>142564</b>	<b>100,0</b>

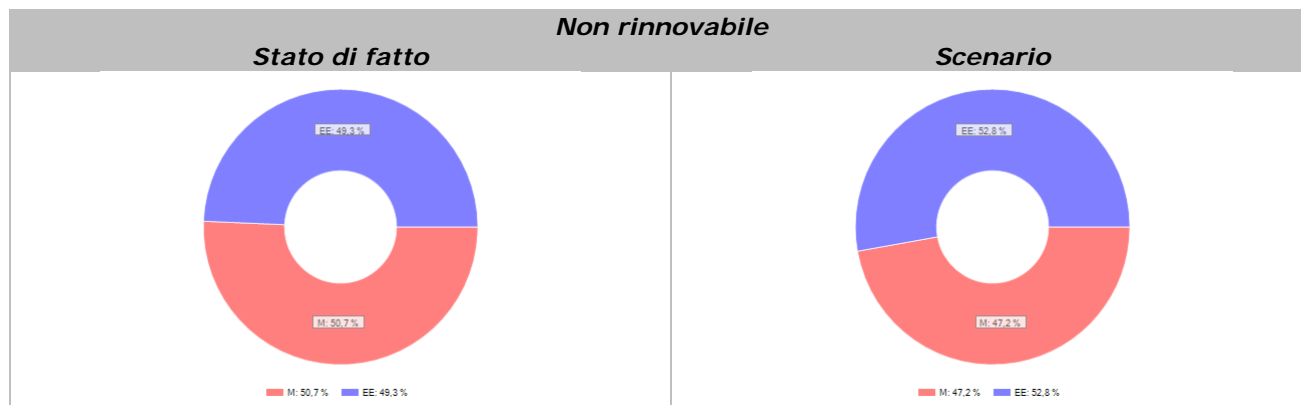


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	112	0,6	98	0,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	97,1	17645	97,2
Trasporto (T)	407	2,2	407	2,2
<b>Globale (GI)</b>	<b>18163</b>	<b>100,0</b>	<b>18149</b>	<b>100,0</b>

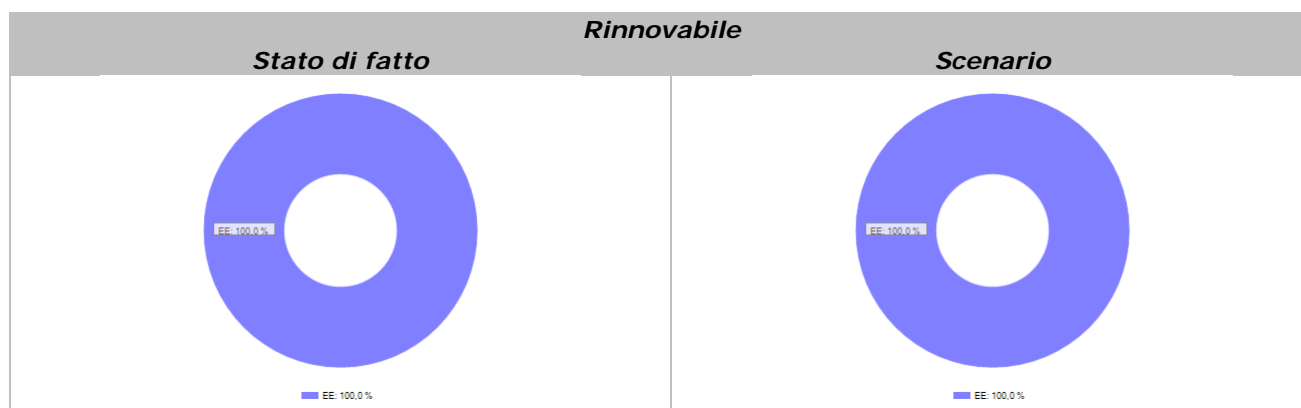


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77883	45,6	67694	42,1
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,0	75	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	53,2	90851	56,5
Trasporto (T)	2094	1,2	2094	1,3
<b>Globale (GI)</b>	<b>170911</b>	<b>100,0</b>	<b>160714</b>	<b>100,0</b>

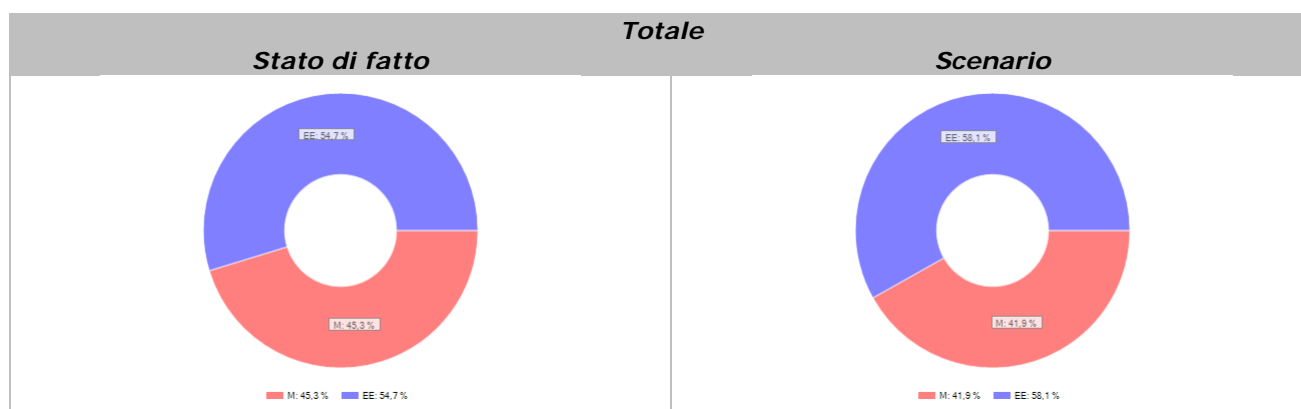
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	50,7	67263	47,2
Energia elettrica (EE)	75358	49,3	75302	52,8
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
<b>Totale</b>	<b>152748</b>	<b>100,0</b>	<b>142564</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	18163	100,0	18150	100,0
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
<b>Totale</b>	<b>18163</b>	<b>100,0</b>	<b>18150</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	45,3	67263	41,9
Energia elettrica (EE)	93521	54,7	93451	58,1
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
<b>Totale</b>	<b>170911</b>	<b>100,0</b>	<b>160714</b>	<b>100,0</b>

## 6.3 Scenario 1 + Scenario 2

### Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Scenario 1 + Scenario 2		
Costo stimato	C	93351,00	€
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_{gl}$	2414,20	€/anno
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	38,7	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	33,17	kWh <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> anno
Classe energetica raggiungibile	B		

### Descrizione sintetica scenario

### Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola



### 6.3.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

#### Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana
Zone di pertinenza	Edificio

#### Descrizione sintetica intervento

#### Stato di fatto

##### Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	Parete esterna		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO		
Superficie di calcolo	S <sub>calc</sub>	743,51	m <sup>2</sup>

##### Risultati stato di fatto

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	300,00	mm
Trasmittanza iniziale	U <sub>in</sub>	1,109	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza iniziale media	U <sub>in,media</sub>	1,254	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

#### Intervento

##### Isolante

Tipologia	Pannello polistirene espanso 35 kg/m³		
Conduttività	λ	0,028	W <sub>t</sub> /mK
Spessore	s	140,00	mm

##### Risultati intervento

Spessore totale	S <sub>tot</sub>	450,00	mm
Trasmittanza finale	U <sub>fin</sub>	0,169	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Percentuale di superficie isolata	p <sub>is</sub>	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U <sub>fin,eff</sub>	0,169	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Trasmittanza finale media	U <sub>fin,media</sub>	0,260	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K
Valore limite	U <sub>media,lim</sub>	0,300	W <sub>t</sub> /m <sup>2</sup> K

### 6.3.2 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata \*\*\*\* stelle - Scuola

#### Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola
Zona di pertinenza	Scuola

#### Descrizione sintetica intervento

#### Intervento

Configurazione centrale termica	Generatore singolo
---------------------------------	--------------------

#### **Caratteristiche caldaia**

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	$\Phi_n$	167,12	kW <sub>t</sub>
Salto termico fumi-acqua di ritorno	$\Delta\theta$	< 12	°C
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	104,00	%
Generatore monostadio	No		
Installazione all'esterno	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	$\theta_r$	40	°C
Rendimento di generazione	$\eta_{gen}$	104,00	%

#### **Vettore energetico**

Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh <sub>t</sub> /Nm <sup>3</sup>
Costo	c	0,87	€/Nm <sup>3</sup>
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>	f <sub>CO2</sub>	0,2100	kg/kWh <sub>t/el</sub>

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

Non rinnovabile	f <sub>p,nren</sub>	1,050	-
Rinnovabile	f <sub>p,ren</sub>	0,000	-
Totale	f <sub>p,tot</sub>	1,050	-

#### **Ausiliari**

Potenza ausiliari	$\Phi_{aux}$	525	W <sub>el</sub>
-------------------	--------------	-----	-----------------

### 6.3.3 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.

#### 6.3.3.1 Scuola

##### Consumi (Co)

Servizio	Metano [ Sm <sup>3</sup> ]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	4897	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-10,5
<b>Globale</b>	<b>7822</b>	<b>4904</b>	<b>-37,3</b>

Servizio	Energia elettrica [ kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	151	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	-9,5
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
<b>Globale</b>	<b>38645</b>	<b>38558</b>	<b>-0,2</b>

##### Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6466,70	4053,22	37,3
Acqua calda sanitaria (W)	6,93	6,20	10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9385,43	9385,43	0,0
Trasporto (T)	216,29	216,29	0,0
<b>Globale</b>	<b>16075,35</b>	<b>13661,15</b>	<b>15,0</b>

##### Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	93351,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS <sub>gl</sub> ) [€/anno]	2414,20
Tempo di ritorno semplice (t <sub>r</sub> ) [anni]	38,7

### **Rendimenti ( $\eta$ ) [%]**

<b>Riscaldamento idronico (<math>H_{idr}</math>)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Emissione ( $\eta_{em}$ )	89,0	91,0	2,2
Regolazione ( $\eta_{reg}$ )	97,0	97,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	97,0	97,0	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	99,4	99,6	0,2
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	90,7	104,0	14,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	85,8	98,5	14,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	85,7	98,3	14,7
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>204,1</b>	<b>239,9</b>	<b>17,5</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>203,8</b>	<b>239,5</b>	<b>17,5</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>209,4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Acqua calda sanitaria (W)</b>			
<b>Sottosistema</b>	<b>Stato di fatto</b>	<b>Scenario</b>	<b><math>\Delta</math> [%]</b>
Erogazione ( $\eta_{er}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza ( $\eta_{du}$ )	92,6	92,6	0,0
Accumulo ( $\eta_s$ )	100,0	100,0	0,0
Ricircolo ( $\eta_{ric}$ )	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria ( $\eta_{dp}$ )	100,0	100,0	0,0
Generazione ( $\eta_{gen,ut}$ )	93,1	104,0	11,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,nren}$ )	88,1	98,5	11,7
Generazione ( $\eta_{gen,p,tot}$ )	88,0	98,3	11,7
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,nren}</math>)</b>	<b>81,6</b>	<b>91,2</b>	<b>11,7</b>
<b>Globale medio stagionale (<math>\eta_{g,p,tot}</math>)</b>	<b>81,5</b>	<b>91,0</b>	<b>11,7</b>
<b>Valore limite (<math>\eta_{lim}</math>)</b>	<b>56,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	181,35	133,58	-26,3	94,50
Raffrescamento (C)	8,20	9,17	11,8	8,31

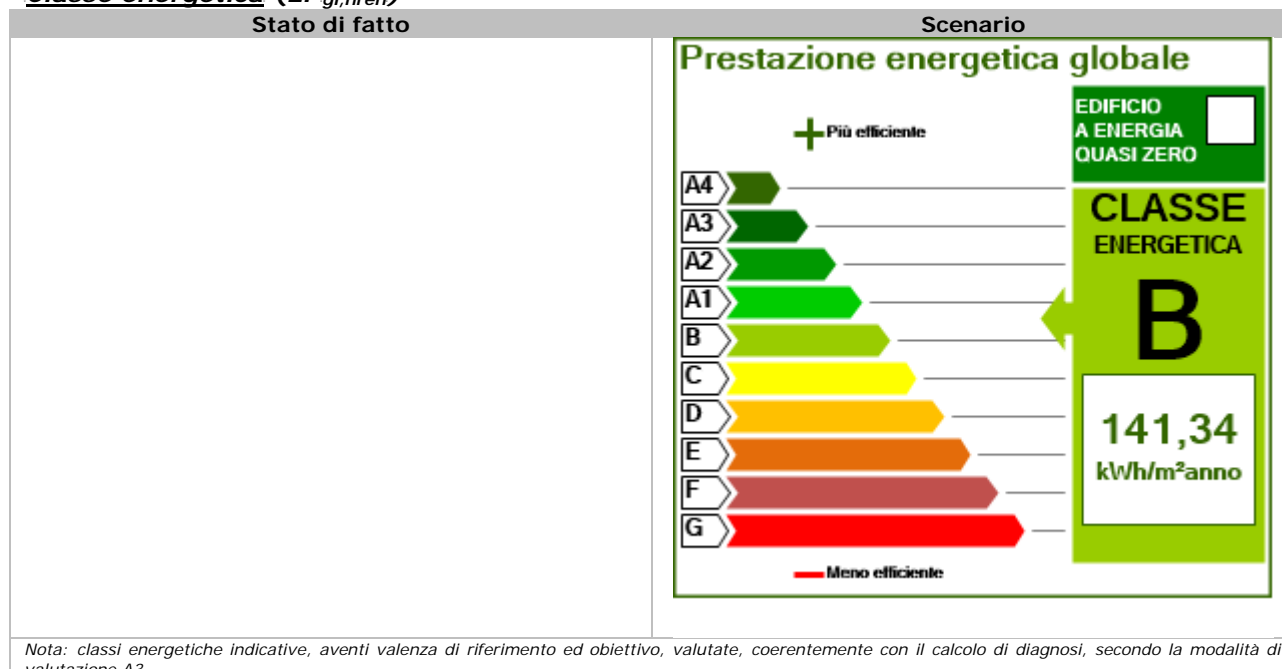
### Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [ $kWh_p/m^2$ ]

Non rinnovabile ( $EP_{nren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,85	55,69	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,09	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	83,64	83,64	0,0
Trasporto (T)	1,93	1,93	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>174,52</b>	<b>141,34</b>	<b>-19,0</b>

Rinnovabile ( $EP_{ren}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	0,13	0,08	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	-9,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	20,16	20,16	0,0
Trasporto (T)	0,46	0,46	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>20,75</b>	<b>20,70</b>	<b>-0,2</b>

Totale ( $EP_{tot}$ )			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	88,98	55,77	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,10	0,09	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	103,80	103,80	0,0
Trasporto (T)	2,39	2,39	0,0
<b>Globale (GI)</b>	<b>195,27</b>	<b>162,05</b>	<b>-17,0</b>
<b>Valore limite (<math>EP_{gl,tot,lim}</math>)</b>	<b>151,46</b>	-	-

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



### Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,1	0,1	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	0,1	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,1	0,1	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	10,6	12,8	19,8	-

*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<sub>CO2</sub>) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	$\Delta$ [%]
Riscaldamento (H)	15570,89	9759,34	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	16,68	14,93	-10,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	17269,19	17269,19	0,0
Trasporto (T)	397,98	397,98	0,0
Globale (GI)	33254,75	27441,45	-17,5

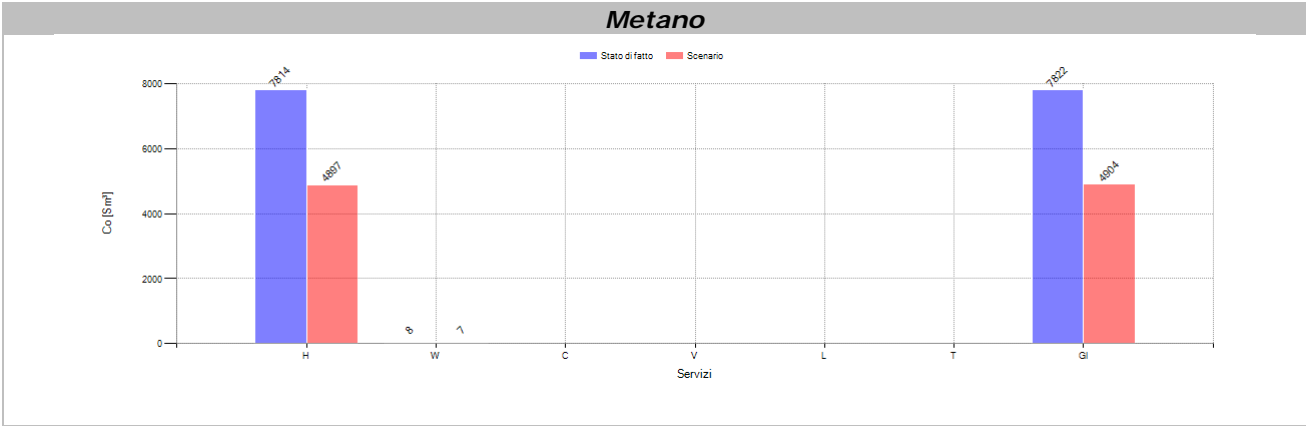
#### Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP <sub>nd</sub>	Indice di prestazione termica
EP <sub>nren</sub>	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP <sub>ren</sub>	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP <sub>tot</sub>	Indice di prestazione energetica totale
$\eta_{ut}$	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

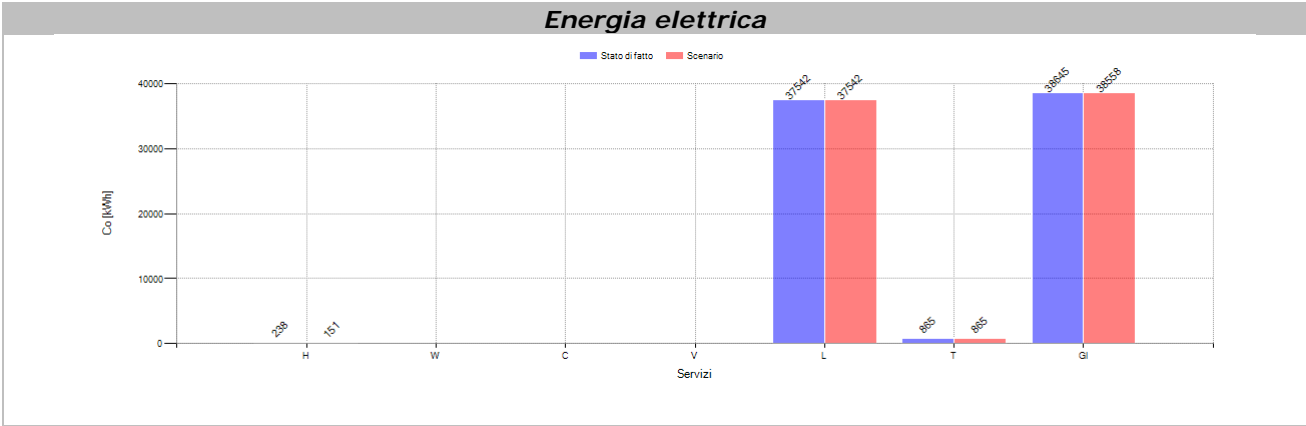
### Grafici

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 ( $\theta_e$ ), 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

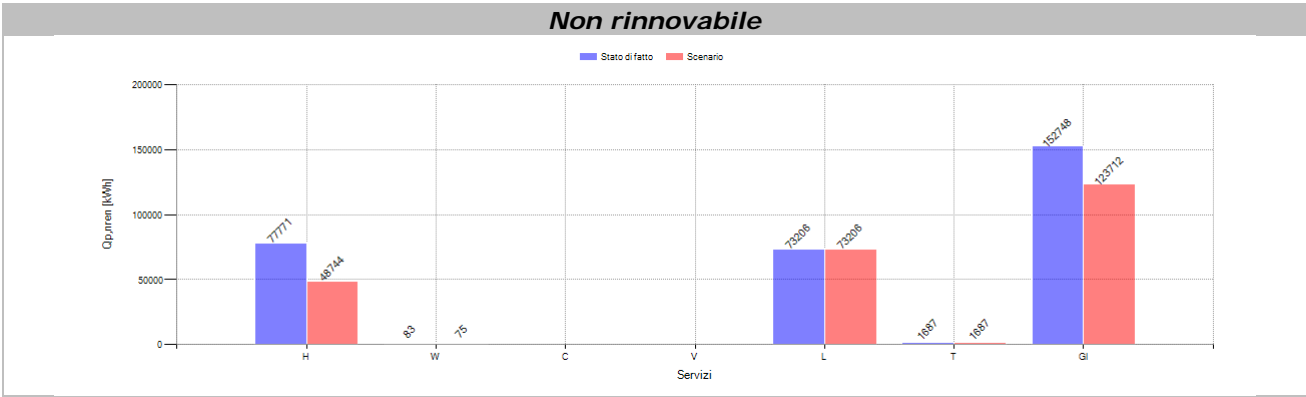


Servizio	Co <sub>in</sub> [ Sm³]	Co <sub>fin</sub> [ Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	7814	4897	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	8	7	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	7822	4904	-37,3

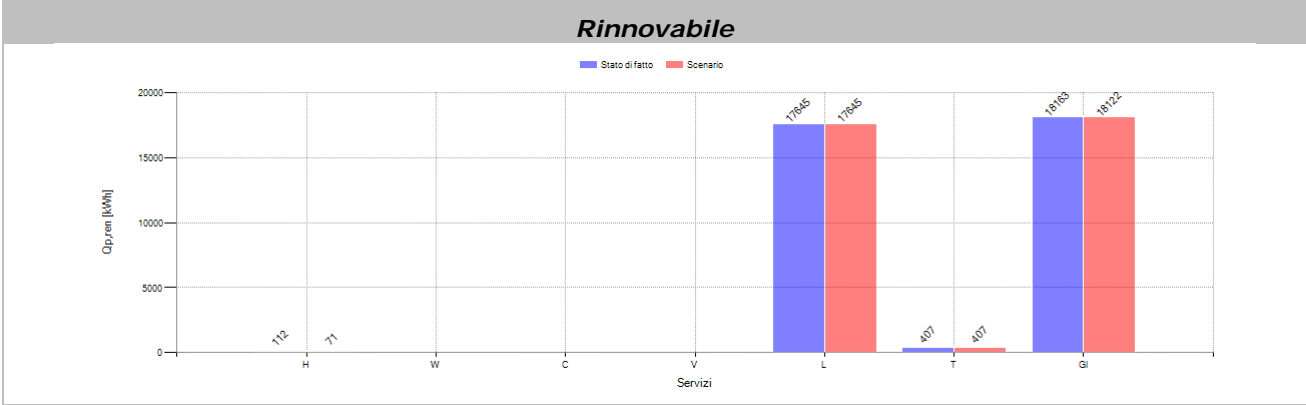


Servizio	Co <sub>in</sub> [ kWh]	Co <sub>fin</sub> [ kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	238	151	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	37542	37542	0,0
Trasporto (T)	865	865	0,0
Globale (GI)	38645	38558	-0,2

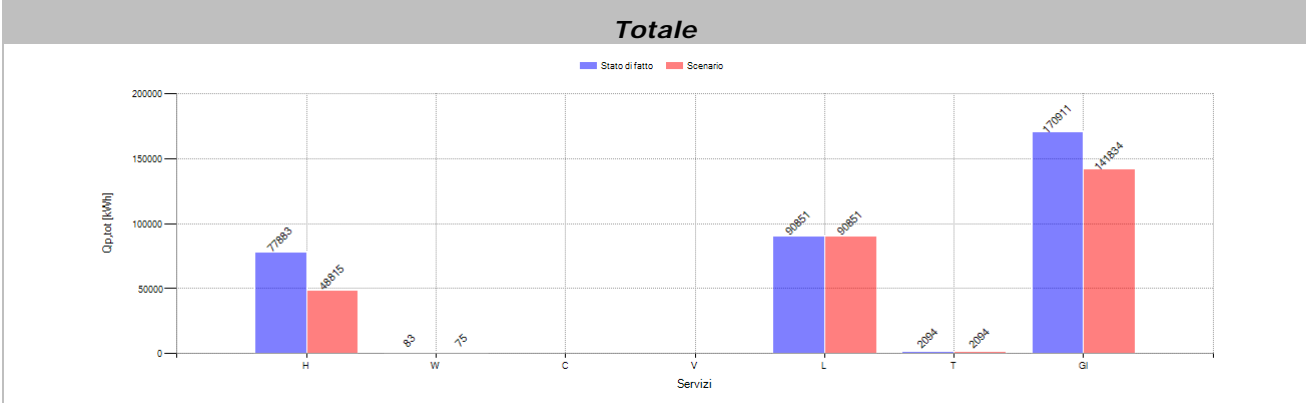
Consumi di energia primaria



Servizio	Q <sub>p,nren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,nren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	77771	48744	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	83	75	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	73206	0,0
Trasporto (T)	1687	1687	0,0
Globale (GI)	152748	123712	-19,0



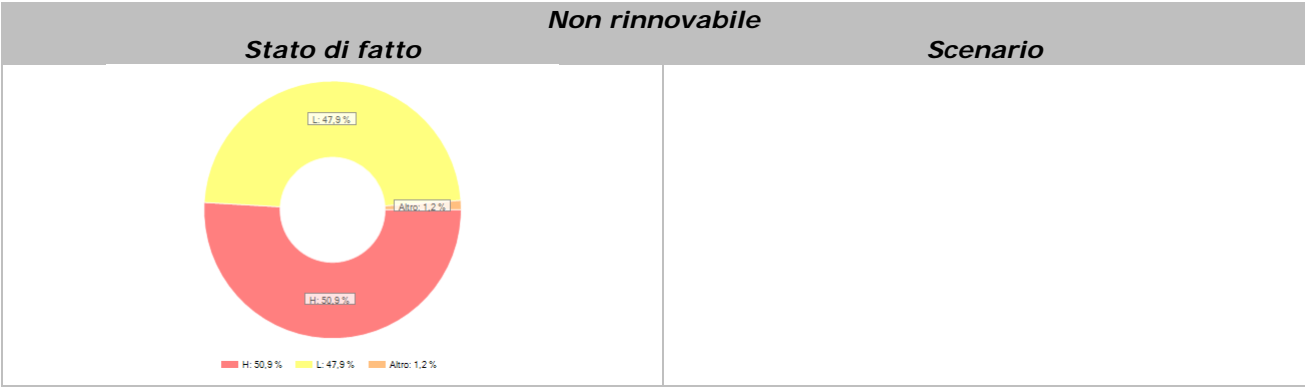
Servizio	Q <sub>p,ren,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,ren,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	112	71	-36,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	17645	0,0
Trasporto (T)	407	407	0,0
Globale (GI)	18163	18122	-0,2



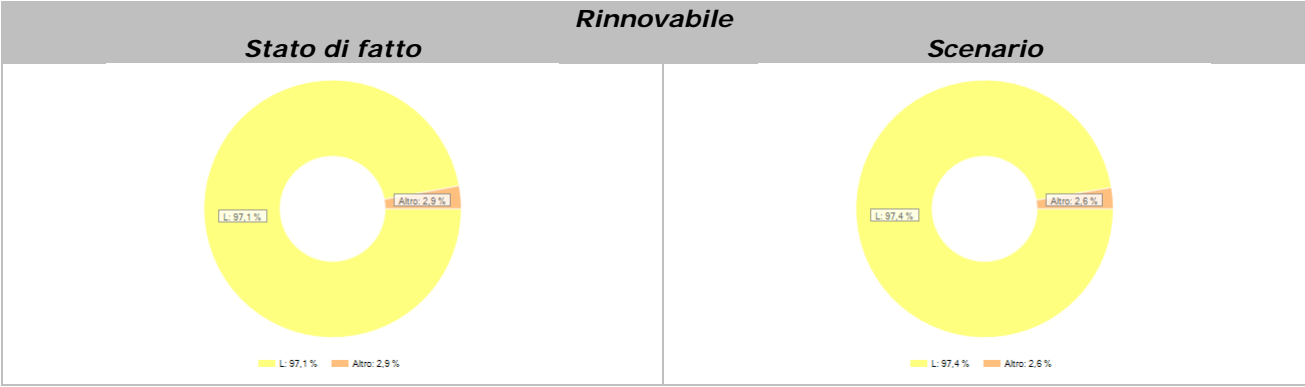
Servizio	Q <sub>p,tot,in</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Q <sub>p,tot,fin</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	77883	48815	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	83	75	-10,5
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	90851	0,0
Trasporto (T)	2094	2094	0,0
Globale (GI)	170911	141834	-17,0



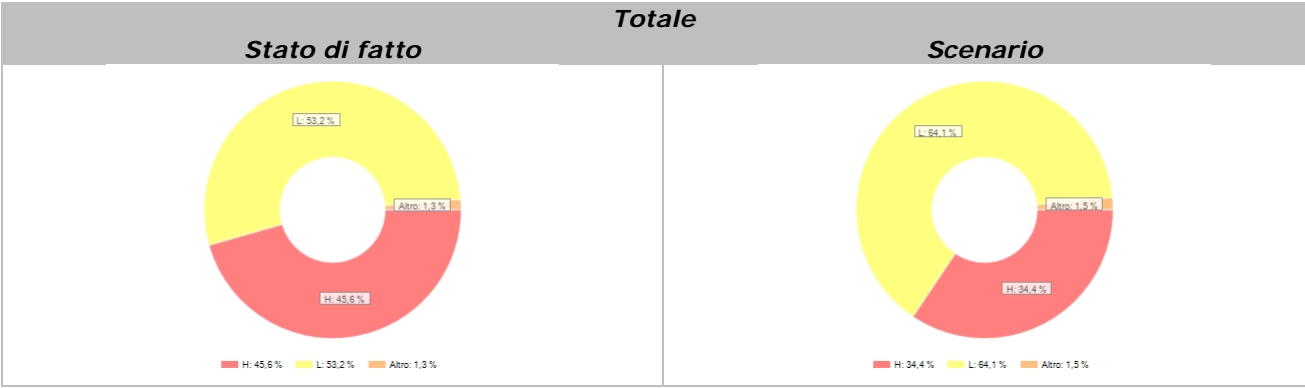
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77771	50,9	48744	39,4
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,1	75	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	73206	47,9	73206	59,2
Trasporto (T)	1687	1,1	1687	1,4
Globale (GI)	152748	100,0	123712	100,0

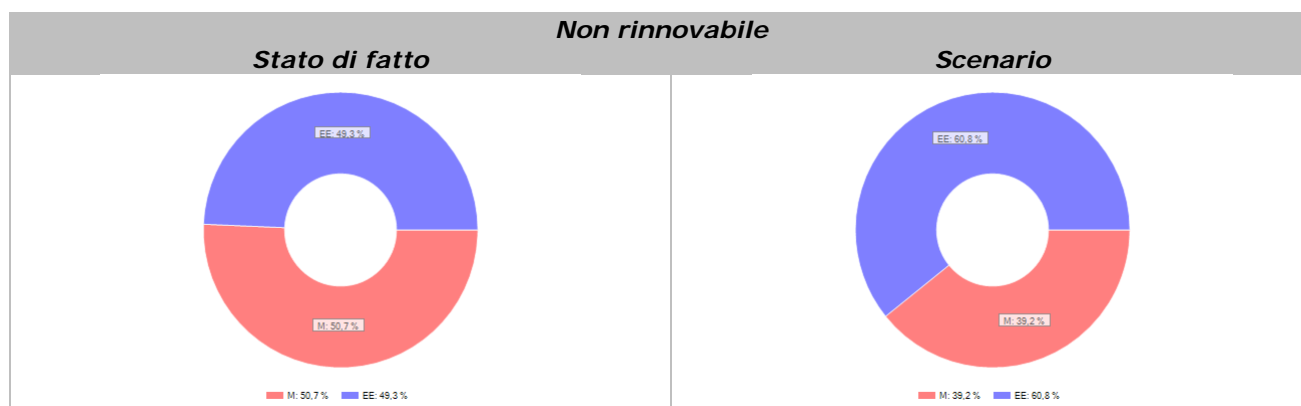


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	112	0,6	71	0,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	17645	97,1	17645	97,4
Trasporto (T)	407	2,2	407	2,2
Globale (GI)	18163	100,0	18122	100,0

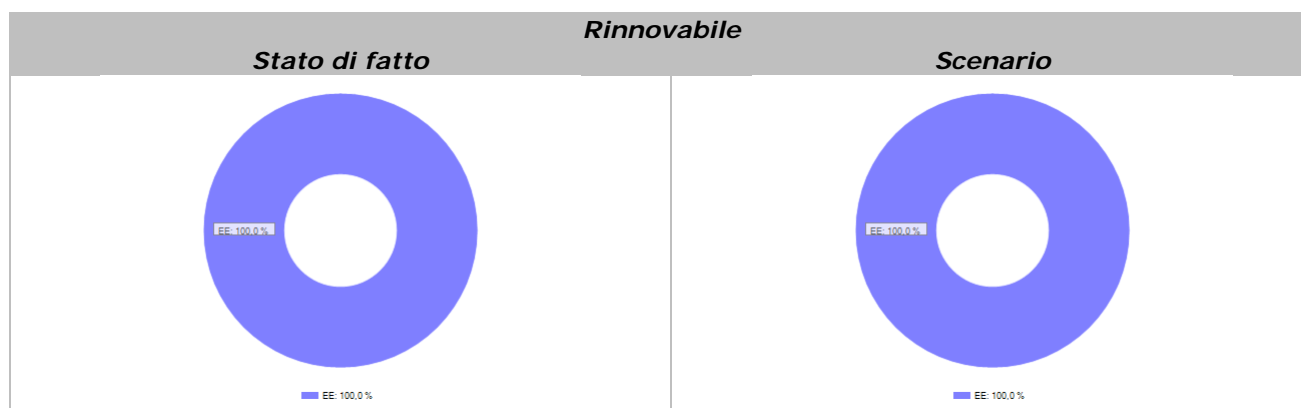


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Riscaldamento (H)	77883	45,6	48815	34,4
Acqua calda sanitaria (W)	83	0,0	75	0,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	90851	53,2	90851	64,1
Trasporto (T)	2094	1,2	2094	1,5
Globale (GI)	170911	100,0	141834	100,0

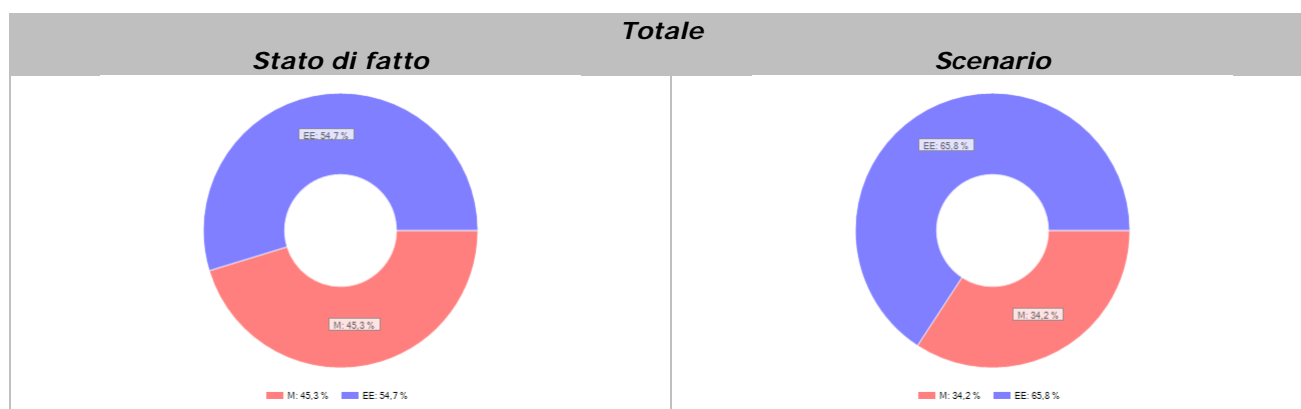
### Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,nren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	50,7	48524	39,2
Energia elettrica (EE)	75358	49,3	75188	60,8
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
<b>Totale</b>	<b>152748</b>	<b>100,0</b>	<b>123712</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,ren</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	18163	100,0	18122	100,0
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
<b>Totale</b>	<b>18163</b>	<b>100,0</b>	<b>18122</b>	<b>100,0</b>



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%	Q <sub>p,tot</sub> [kWh <sub>p</sub> ]	%
Metano (M)	77390	45,3	48524	34,2
Energia elettrica (EE)	93521	54,7	93310	65,8
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
<b>Totale</b>	<b>170911</b>	<b>100,0</b>	<b>141834</b>	<b>100,0</b>

## 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 <sub>in,tot</sub> [€]	t <sub>calc</sub> [anni]	VAN <sub>op</sub> [€]
1	<i>Isolamento a cappotto</i>	74351,00	20	-38947,77
2	<i>Sostituzione generatore di calore</i>	19000,00	20	-32092,56
3	<i>Scenario 1 + Scenario 2</i>	93351,00	20	-52303,34

#### Legenda:

C <sub>in,tot</sub>	Costo totale iniziale
t <sub>calc</sub>	Periodo di calcolo considerato
VAN <sub>op</sub>	Valore attuale netto dell'operazione

## 7.1 Isolamento a cappotto

### 7.1.1 Dati generali

#### Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.1.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	Al m <sup>2</sup>	100,00	743,51	74351,00	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	74351,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	74351,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	1736,66	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	43	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	43	anni

### 7.1.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>pv, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	74351,00	1,0	743,51	20	14,92	11091,99

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	Al m <sup>2</sup>	100,00	74351,00	0,00

#### Legenda:

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

C<sub>sost,att</sub> Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

### Costi finali di smaltimento

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	t <sub>smal</sub> [anno]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>smal</sub> [%]	k <sub>smal</sub> [%]	C <sub>smal</sub> [€]	R <sub>d,smal</sub> [%]	C <sub>smal,att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	40	74351,00	1,0	50,0	371,76	31,0	115,29

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
n <sub>sost</sub>	Numero di sostituzioni del singolo componente
t <sub>smal</sub>	Anno di smaltimento del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente
p <sub>smal</sub>	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k <sub>smal</sub>	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C <sub>smal</sub>	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
R <sub>d,smal</sub>	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
C <sub>smal,att</sub>	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

## 7.1.4 Ricavi in esercizio

### Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R <sub>risp</sub> [€]	t <sub>risp</sub> [anni]	f <sub>pv,risp</sub> [-]	R <sub>risp,att</sub> [€]
Riscaldamento	1736,66	20	14,92	25908,26
Acqua calda sanitaria	0,00	20	14,92	0,00
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	1736,66	20	14,92	25908,26

#### Legenda:

R <sub>risp</sub>	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t <sub>risp</sub>	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f <sub>pv,risp</sub>	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R <sub>risp,att</sub>	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

### Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	C <sub>in</sub> [€]	t <sub>uso</sub> [anni]	R <sub>fin</sub> [€]	t <sub>fin</sub> [anno]	R <sub>d,fin</sub> [%]	R <sub>fin,att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 10cm	40	0	74351,00	20	37175,50	20	55,7	20702,25

#### Legenda:

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

### Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C <sub>in,tot,det</sub>	74351,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t <sub>det</sub>	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f <sub>pv,det</sub>	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R <sub>det,att</sub>	0,00	€

## 7.1.5 Risultati

### Costi in esercizio

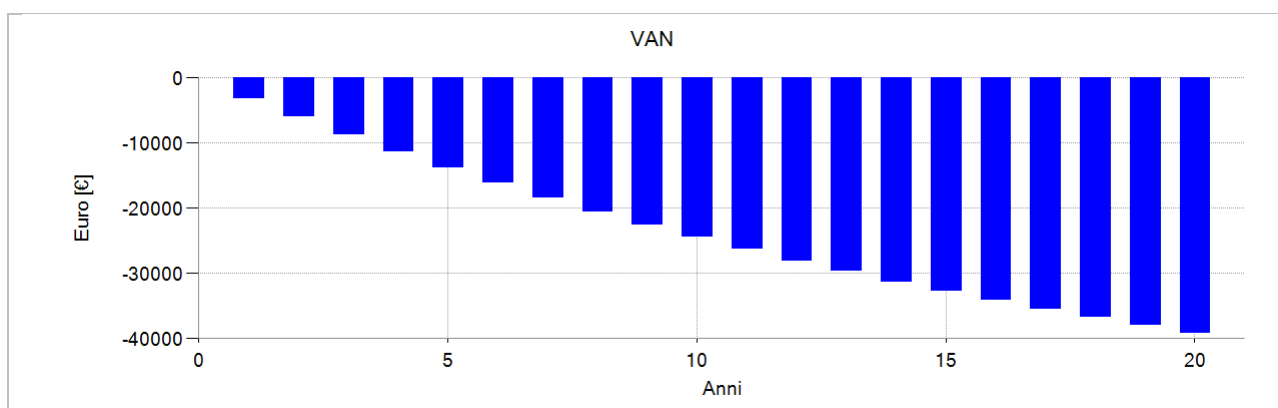
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C <sub>man,att</sub>	11091,99	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C <sub>sost,att</sub>	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C <sub>smal,att</sub>	115,29	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C <sub>per,att</sub>	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C <sub>ut,att</sub>	0,00	€

### Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	25908,26	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	20702,25	€
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	€

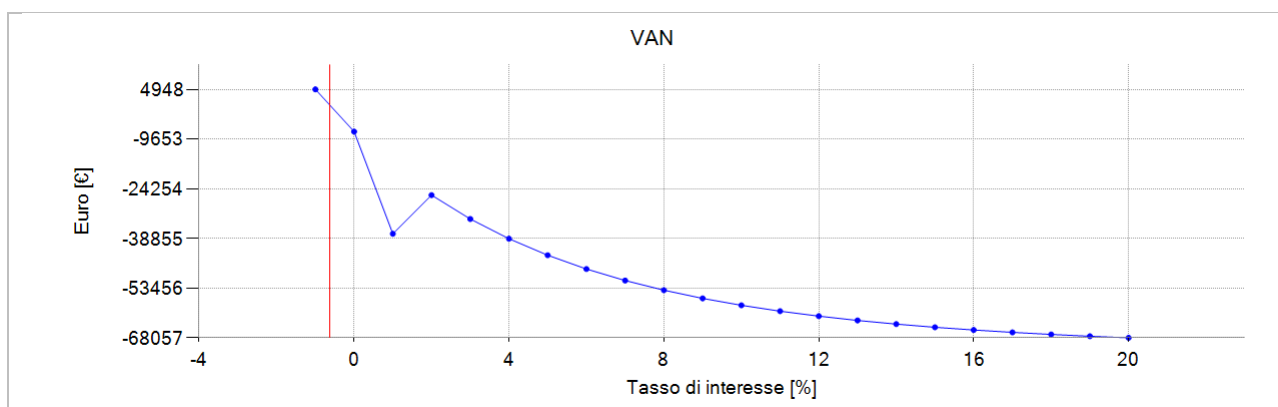
### Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	74351,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	74351,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	11207,28	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	46610,50	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	-38947,77	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalentente annuale dell'operazione	$a_{op}$	-2610,72	€

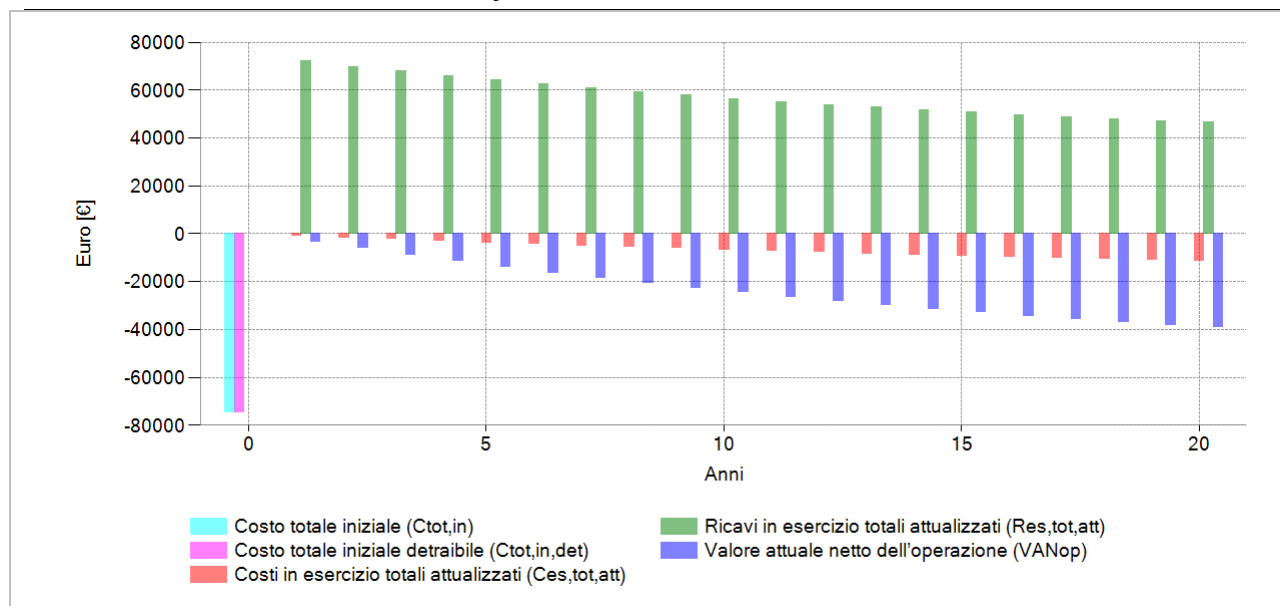


### Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,6240	%
Indice di profitto	IP	-0,52	-



## 7.1.6 Grafico dei flussi di cassa



## 7.2 Sostituzione generatore di calore

### 7.2.1 Dati generali

#### Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.2.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	19000,00	1,00	19000,00	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	19000,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	19000,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	846,57	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	22	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	22	anni

### 7.2.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>p, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	19000,00	9,0	1710,00	20	14,92	25510,49

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	12000,00	12000,00	0,00

#### Legenda:

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

#### Costi finali di smaltimento



Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	t <sub>smal</sub> [anno]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>smal</sub> [%]	k <sub>smal</sub> [%]	C <sub>smal</sub> [€]	R <sub>d,smal</sub> [%]	C <sub>smal,att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	20	19000,0 0	2,0	100,0	380,00	55,7	211,61

**Legenda:**

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
n <sub>sost</sub>	Numero di sostituzioni del singolo componente
t <sub>smal</sub>	Anno di smaltimento del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente
p <sub>smal</sub>	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k <sub>smal</sub>	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C <sub>smal</sub>	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
R <sub>d,smal</sub>	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
C <sub>smal,att</sub>	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

## 7.2.4 Ricavi in esercizio

### Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R <sub>risp</sub> [€]	t <sub>risp</sub> [anni]	f <sub>pv,risp</sub> [-]	R <sub>risp,att</sub> [€]
Riscaldamento	845,85	20	14,92	12618,70
Acqua calda sanitaria	0,73	20	14,92	10,84
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	846,57	20	14,92	12629,54

**Legenda:**

R <sub>risp</sub>	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t <sub>risp</sub>	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f <sub>pv,risp</sub>	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
R <sub>risp,att</sub>	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

### Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	C <sub>in</sub> [€]	t <sub>uso</sub> [anni]	R <sub>fin</sub> [€]	t <sub>fin</sub> [anno]	R <sub>d,fin</sub> [%]	R <sub>fin,att</sub> [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	19000,00	20	0,00	20	55,7	0,00

**Legenda:**

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

### Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C <sub>in,tot,det</sub>	19000,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t <sub>det</sub>	0	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f <sub>pv,det</sub>	0,00	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R <sub>det,att</sub>	0,00	€

## 7.2.5 Risultati

### Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C <sub>man,att</sub>	25510,49	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C <sub>sost,att</sub>	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C <sub>smal,att</sub>	211,61	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C <sub>per,att</sub>	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C <sub>ut,att</sub>	0,00	€

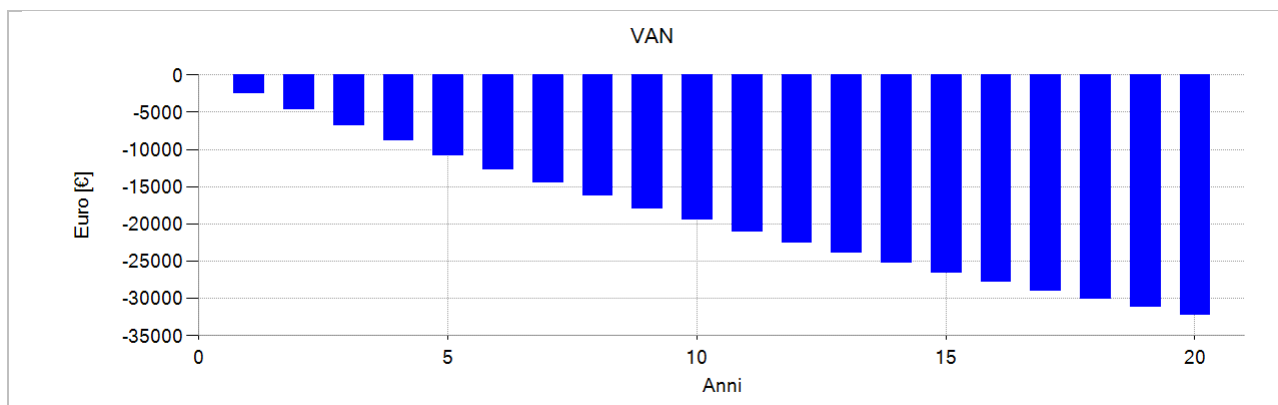
### Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R <sub>risp,att</sub>	12629,54	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R <sub>fin,att</sub>	0,00	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R <sub>det,att</sub>	0,00	€

Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

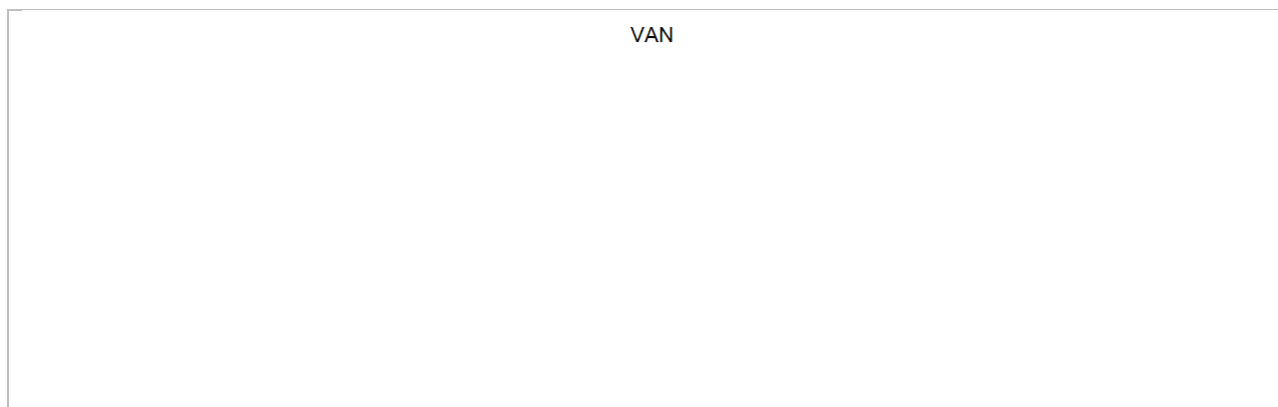
### **Risultati**

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	19000,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	19000,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	25722,10	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	12629,54	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	-32092,56	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	-2151,20	€

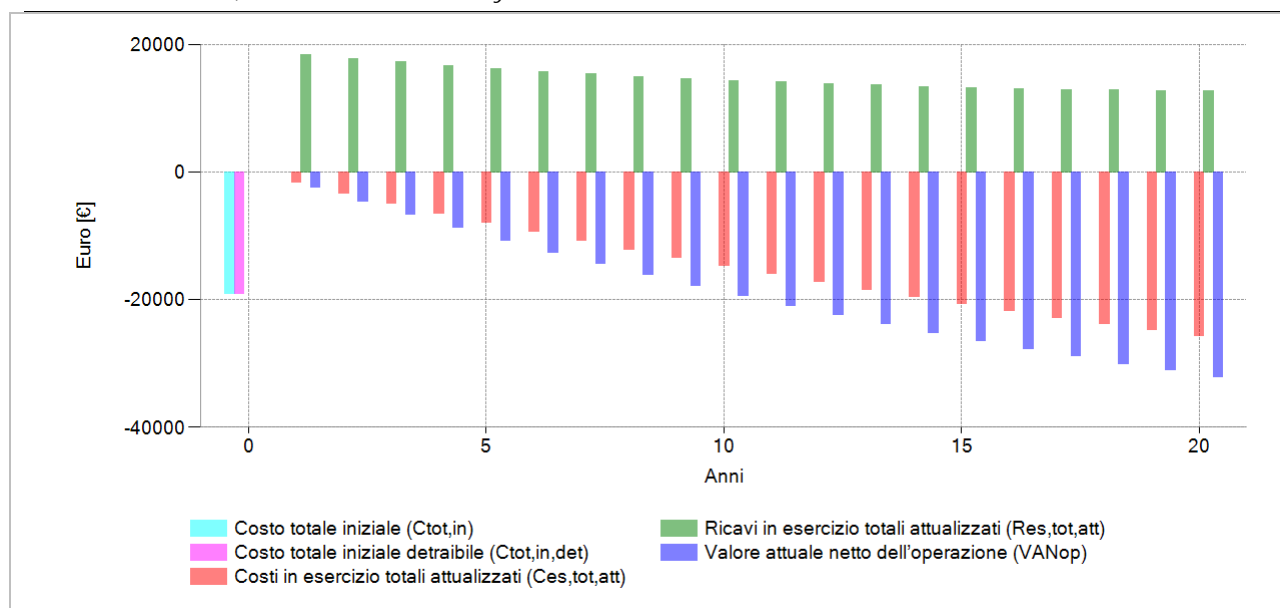


### **Indicatori economici aggiuntivi**

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-	%
Indice di profitto	IP	-1,69	-



## **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 <sub>i</sub>	1,00	%
Tasso di interesse reale	R <sub>r</sub>	2,97	%
Durata del calcolo	t <sub>calc</sub>	20	Anni

#### Detrazioni

Percentuale di detrazione	p <sub>det</sub>	Non valutata al momento	%
Numero di rate	n <sub>rate, det</sub>	-	-

### 7.3.2 Costi iniziali

#### Componenti

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	UM	C <sub>in</sub> [€/UM]	Q <sub>ta</sub> [UM]	C <sub>in</sub> [€]	Detraibile
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	Al m <sup>2</sup>	100,00	743,51	74351,00	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	19000,00	1,00	19000,00	Si

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q <sub>ta</sub>	Quantità del singolo componente
C <sub>in</sub>	Costo totale iniziale del singolo componente

#### Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	C <sub>toti, in</sub>	93351,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C <sub>toti, in, det</sub>	93351,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R <sub>risp</sub>	2414,20	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R <sub>det</sub>	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t <sub>r, det</sub>	39	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t <sub>r</sub>	39	anni

### 7.3.3 Costi in esercizio

#### Costi periodici di manutenzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	C <sub>in</sub> [€]	p <sub>man</sub> [%]	C <sub>man</sub> [€]	t <sub>man</sub> [anni]	f <sub>pv, man</sub> [-]	C <sub>man, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	74351,00	1,0	743,51	20	14,92	11091,99
Caldaia - a condensazione	20	19000,00	1,5	285,00	20	14,92	4251,75

#### Legenda:

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

#### Costi di sostituzione

Componente	t <sub>vita</sub> [anni]	n <sub>sost</sub> [-]	UM	C <sub>sost</sub> [€/UM]	C <sub>sost</sub> [€]	C <sub>sost, att</sub> [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	Al m <sup>2</sup>	100,00	74351,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	12000,00	12000,00	0,00

#### Legenda:

t <sub>vita</sub>	Durata di vita del singolo componente
n <sub>sost</sub>	Numero di sostituzioni del singolo componente
C <sub>sost</sub>	Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento)
C <sub>sost</sub>	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]	$C_{in}$ [€]	$p_{smal}$ [%]	$k_{smal}$ [%]	$C_{smal}$ [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	40	74351,00	1,0	50,0	371,76	31,0	115,29
Caldaia - a condensazione	20	0	20	19000,00	2,0	100,0	380,00	55,7	211,61

#### 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

## 7.3.4 Ricavi in esercizio

### Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	$R_{risp}$ [€]	$t_{risp}$ [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	2413,47	20	14,92	36005,22
Acqua calda sanitaria	0,73	20	14,92	10,84
Raffrescamento	0,00	20	14,92	0,00
Ventilazione	0,00	20	14,92	0,00
Illuminazione	0,00	20	14,92	0,00
Trasporto	0,00	20	14,92	0,00
Globale	2414,20	20	14,92	36016,05

#### 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]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Pannello polistirene espanso 35 kg/m <sup>3</sup> - spessore 12cm	40	0	74351,00	20	37175,50	20	55,7	20702,25
Caldaia - a condensazione	20	0	19000,00	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	$C_{in,tot,det}$	93351,00	€
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	€

## 7.3.5 Risultati

### Costi in esercizio

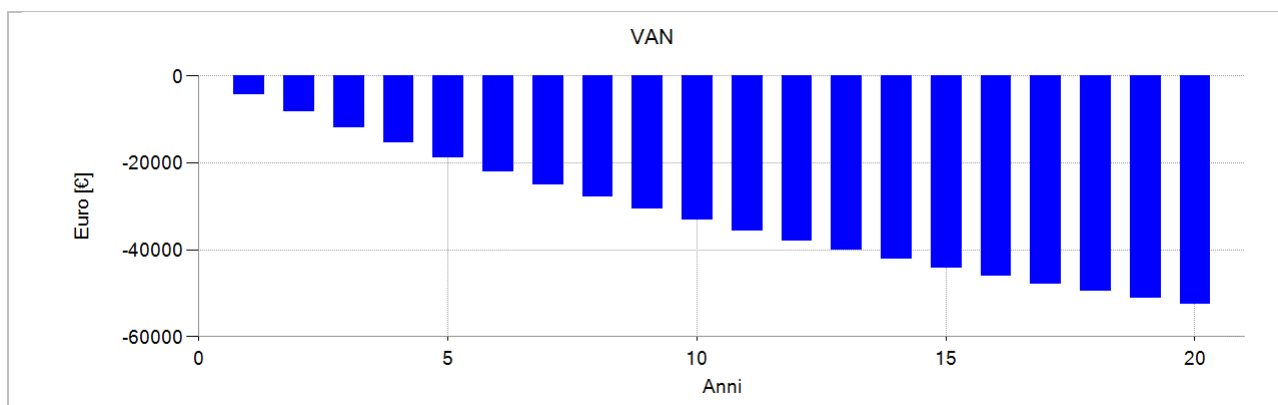
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	15343,74	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	326,90	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

### Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	36016,05	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	20702,25	€
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	€

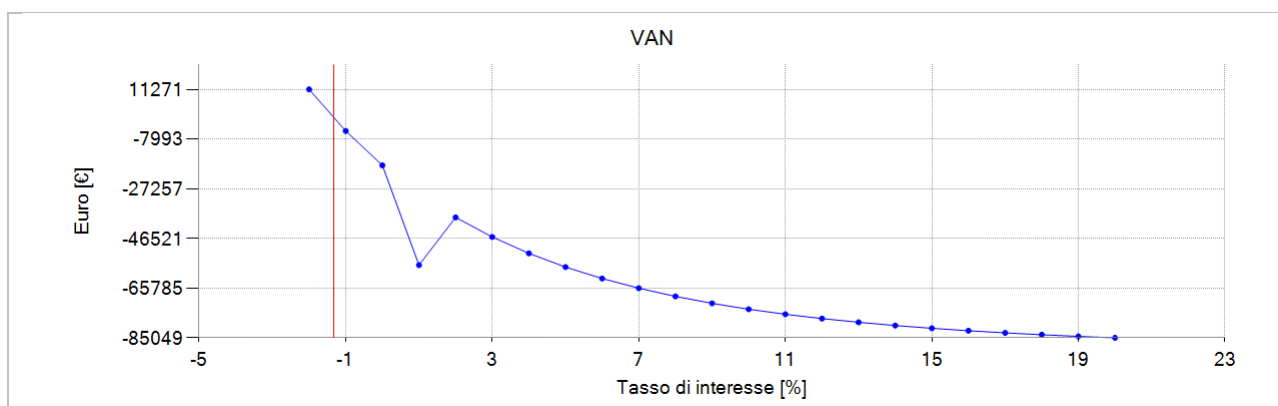
### Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	93351,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	93351,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	15670,64	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	56718,30	€
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	-52303,34	€
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,92	-
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	-3505,96	€



### Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	0,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,3224	%
Indice di profitto	IP	-0,56	-



## 7.3.6 Grafico dei flussi di cassa

