

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2, UNI CEI/TR 11428 ed il progetto di linee guida CTI per le diagnosi energetiche degli edifici

Committente

Nome

*S.I.PRO. - Agenzia Provinciale per lo
Sviluppo S.p.A.*

Indirizzo

Via Cairoli, 13 - 44121 Ferrara (FE)

Edificio / condominio

Descrizione

Biblioteca e Materna Mesola

Indirizzo

via Mazzini 12

Studio tecnico

Nome

AESS Modena

Indirizzo

*Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO
Italy*

Software di calcolo

*Edilclima EC700 versione 8.17.49 ed
EC720 versione 4.17.49*

Data di redazione del documento

05/02/18

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici
4.2	Caratteristiche del fabbricato
4.2.1	Strutture disperdenti
4.2.2	Principali risultati dei calcoli
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	Impianto di riscaldamento idronico
4.3.2	Impianto di acqua calda sanitaria
4.3.3	Altri impianti
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	2015
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Sostituzione infissi
6.1.1	Sostituzione serramenti
6.1.2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.1.3	Prestazioni raggiungibili
6.2	Termoregolazione e sostituzione generatore
6.2.1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.2.2	Generatori multipli per il riscaldamento
6.2.3	Prestazioni raggiungibili
6.3	Isolamento sottotetto
6.3.1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
6.3.2	Prestazioni raggiungibili
6.4	Installazione pannelli solari termici
6.4.1	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria
6.4.2	Prestazioni raggiungibili
6.5	Complessivo
6.5.1	Sostituzione serramenti
6.5.2	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
6.5.3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.5.4	Generatori multipli per il riscaldamento
6.5.5	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria
6.5.6	Prestazioni raggiungibili
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Sostituzione infissi
7.2	Termoregolazione e sostituzione generatore
7.3	Isolamento sottotetto
7.4	Installazione pannelli solari termici
7.5	Complessivo

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. sostituzione di un generatore di potenza superiore ad 1 kWt, distacco dall'impianto termico centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore).

Modalità operative

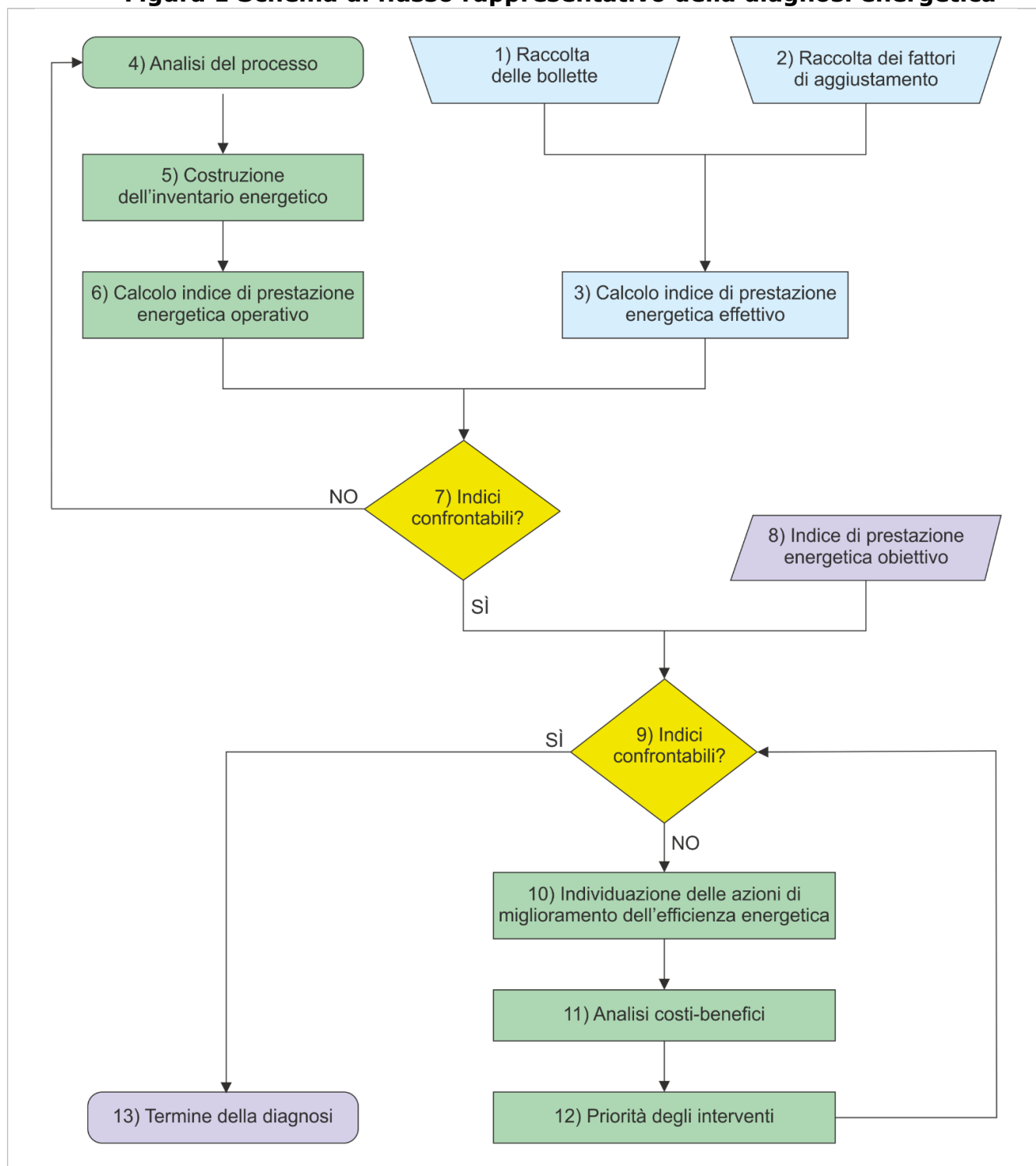
Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana 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 fornire 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. 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 dalla 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>Biblioteca e Materna Mesola</i>
Comune	<i>Mesola</i>
Provincia	<i>Ferrara</i>
CAP	<i>44026</i>
Indirizzo edificio	<i>via Mazzini 12</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2276</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>0</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '50</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio Scolastico sorge nel Comune di Mesola, a ridosso di Piazza Della Vittoria, a poca distanza dal centro storico del paese.

Il Complesso edilizio, è composto da un unico corpo di fabbrica, a due piani fuori terra; la costruzione risale, per una parte a circa gli anni '40, e per l'altra circa ai primi anni '70.

Per quanto riguarda la suddivisione funzionale, l'edificio scolastico si presenta suddiviso in tre zone ben distinte, una al piano terra, indicativamente nell'ala Ovest, con locali riservati alla scuola materna, una nell'ala Est, sempre al piano terra, con locali riservati alla Biblioteca e una grande sala a scopi civici; infine una al primo piano con locali riservati ad ufficio ed utilizzati pochi giorni alla settimana e una parte dedicata alle associazioni civiche, occupata per lo più in ore serali.

L'edificio è distinto al catasto in due subalterni (probabilmente la vecchia scuola elementare e la materna), ma la divisione fisica è diversa (la superficie della visura catastale non corrisponde all'utilizzo).

Anche la distribuzione degli impianti e dei circuiti, l'assegnazione delle caldaie non corrisponde alla divisione catastale, per cui si è considerato tutto come un unico edificio, sia per l'APE che per la diagnosi.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	1729,51	m^2
Superficie lorda	S_{lorda}	1933,26	m^2
Volume netto	V_{netto}	6627,98	m^3
Volume lordo	V_{lordo}	8683,26	m^3
Fattore di forma	S/V	0,46	m^{-1}

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H_{idr})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Separato
Climatizzazione estiva (C)	Autonomo	-
Ventilazione (V)	Centralizzato	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Centralizzato	Separato
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Assente	-
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	$EP_{\text{gl,nren}}$	196,47	$\text{kWh}_p/\text{m}^2\text{anno}$
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S_{gl}	31954,66	€/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	Sostituzione infissi		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Sostituzione serramenti			0,00	
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti			0,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		67091,93			
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		31954,66	29425,20	2529,46	7,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		26,5			
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,47	178,11	18,36	9,30
Classe energetica		E	E		

Scenario	2	Descrizione scenario	Termoregolazione e sostituzione generatore		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti			0,00	
2	Generatori multipli per il riscaldamento			0,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		60997,36			
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		31954,66	27250,62	4704,04	14,70
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		13,0			
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,47	162,12	34,35	17,50
Classe energetica		E	D		

Scenario	3	Descrizione scenario	Isolamento sottotetto		
Intervento	Descrizione intervento				Costo (C) [€]
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato				0,00
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		18250,18			
Spesa globale annua (S _g)[€/anno]		31954,66	28584,73	3369,93	10,50
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		5,4			
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,47	171,73	24,74	12,60
Classe energetica		E	E		

Scenario	4	Descrizione scenario	Installazione pannelli solari termici		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria			0,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		5808,62			
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		31954,66	30473,38	1481,28	4,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		3,9			
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,47	189,81	6,65	3,40
Classe energetica		E	E		

Scenario	5	Descrizione scenario	Complessivo		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Sostituzione serramenti			0,00	
3	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato			0,00	
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti			0,00	
5	Generatori multipli per il riscaldamento			0,00	
4	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria			0,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			134241,77		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		31954,66	22850,76	9103,90	28,50
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			14,7		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		196,47	133,93	62,54	31,80
Classe energetica		E	D		

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 8.17.49 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 4.17.49 (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). 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, inserendo però le temperature esterne medie mensili della stazione meteo Arpa di Mesola e i gradi giorno reali relativi all'anno 2015, per una adeguata comparazione del calcolo ai consumi reali di metano inseriti relativi al medesimo anno.

L'unità immobiliare costituisce zona termica, modellata per locali inserendo gli elementi disperdenti.

Il fattore di utilizzo dell'impianto di riscaldamento è pari a 0,80 che tiene in considerazione la domenica e il periodo natalizio in cui la scuola è chiusa.

Il consumo elettrico dell'impianto di raffrescamento è stato valutato con un indice di utilizzi pari a 0,03 che considera un funzionamento di 40 gg per 8 ore.

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	17 aprile	Al	13 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		180	

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	f_{CO2} [kg/kWh _{t/el}]	c [€/kWh _{t/el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460	0,25
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.

Valori limite

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

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici

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 definizioni 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	Mesola		
Provincia	Ferrara		
Altitudine s.l.m.		1	m
Latitudine nord		44°55'	
Longitudine est		12°13'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2276	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2239	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Nord-Est	
Distanza da mare		< 20	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,49	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,98	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,0	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		287,0	W/m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	-	-	-	-	-	20	20	20
θ _e [°C]	3,5	6,5	9,5	13,9	18,0	22,3	26,7	24,3	20,9	14,1	9,3	3,5
n _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	512	378	326	92	-	-	-	-	-	100	321	512
p [Pa]	686,4	692,4	915,7	1162,1	1460,6	1670,9	2017,4	2177,7	1787,1	1227,2	996,9	659,3

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,4	2,3	3,6	5,4	8,5	10,2	9,5	6,8	4,5	2,8	1,6	1,4
NE	1,6	3,0	5,3	8,3	11,7	13,5	13,0	9,8	7,0	3,6	1,8	1,5
E	3,6	5,9	8,6	11,7	14,5	16,1	15,8	12,7	10,6	6,0	3,3	3,0
SE	6,5	8,8	10,7	12,3	13,4	13,8	14,0	12,6	12,2	8,1	5,3	5,3
S	8,4	10,6	11,3	11,0	10,9	10,6	10,9	10,8	11,9	9,1	6,5	6,8
SO	6,5	8,8	10,7	12,3	13,4	13,8	14,0	12,6	12,2	8,1	5,3	5,3
O	3,6	5,9	8,6	11,7	14,5	16,1	15,8	12,7	10,6	6,0	3,3	3,0
NO	1,6	3,0	5,3	8,3	11,7	13,5	13,0	9,8	7,0	3,6	1,8	1,5
Orizzontale	4,4	7,5	11,8	16,9	22,0	24,8	24,2	18,9	14,9	8,1	4,3	3,7

Legenda:

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

4.2 Caratteristiche del fabbricato (involucro edilizio)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto, su base mensile, 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

La stratigrafia dei muri esterni è stata determinata sia da informazioni di tipo visivo, sia da valutazioni in merito all'epoca di costruzione dell'edificio. Non si è potuto effettuare indagini più approfondite, forometrie e saggi, ma per la semplicità della struttura in esame, l'indagine comparativa prevista dalla normativa è considerata comunque esaustiva.

Le stratigrafie riscontrate sono di un tipo sostanzialmente, che caratterizzano i muri esterni del complesso edilizio, in particolare:

PIANO TERRA E PRIMO: Struttura portante in muratura

Intonaco interno di colore chiaro (spessore 1,5 cm.)

Struttura portante in mattoni pieni (spessore 27 cm.)

Intonaco esterno di colore medio (spessore 1,5 cm.)

Lo spessore totale risultante delle pareti esterne, è pari a circa 30 cm. E si mantiene pressochè costante per tutto il perimetro dell'edificio. La stessa struttura si presenta nei muri di tamponamento nella zona di ingresso della Biblioteca in cui è presente un telaio in c.a.

Per quanto riguarda le strutture orizzontali, pavimento e soffitto, del complesso edilizio, la stratigrafia è stata valutata, come per le strutture murarie, in base all'epoca di costruzione desunta, e riportata nell'abaco delle strutture.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Sono presenti serramenti in alluminio anodizzato naturale, senza taglio termico e con un vetro camera da 8 mm. con aria. Le porte di uscita e di emergenza, più recenti, hanno un telaio in alluminio a taglio termico, con vetrocamera da 10 mm. con aria; presenza non costante di tende interne e tende oscuranti esterne in PVC.

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Muro esterno da 30	1,809	1496,16	147832,5	37,5	14300,4	73,6	22149,9	32,1
M2	U	Muro interno da 30	1,591	28,88	2006,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1525,04	149839,3	38,0	14300,4	73,6	22149,9	32,1

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
P1	G	Solaio contro terra	1,140	1099,23	68428,3	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1099,23	68428,3	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	Copertura piana	1,568	265,83	22756,9	5,8	0,0	0,0	5050,3	7,3
S2	U	Soffitto P1	1,875	834,02	76836,1	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1099,85	99593,0	25,2	0,0	0,0	5050,3	7,3

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	115x200	3,894	26,40	5614,0	1,4	531,1	2,7	2594,5	3,8
W3	T	80x80	4,003	7,68	1678,8	0,4	107,4	0,6	1026,3	1,5
W4	T	115x185	3,829	19,13	3999,9	1,0	337,9	1,7	1633,6	2,4
W5	T	80x270	3,881	7,82	1657,4	0,4	166,6	0,9	1931,6	2,8
W6	T	105x200	3,955	54,71	11817,6	3,0	1107,1	5,7	10243,3	14,8
W8	T	160x215	3,882	17,20	3645,8	0,9	303,1	1,6	2287,1	3,3
W9	T	PF 167x280	3,798	4,68	970,3	0,2	90,1	0,5	725,9	1,1
W10	T	80x419	3,776	7,13	1470,2	0,4	147,7	0,8	528,6	0,8

W11	T	160x230	3,934	11,04	2371,5	0,6	157,6	0,8	1111,6	1,6
W12	T	165x322	3,180	5,28	917,7	0,2	58,8	0,3	463,2	0,7
W13	T	135x230	3,992	3,11	676,8	0,2	68,0	0,3	214,8	0,3
W14	T	200x335	3,192	13,40	2336,0	0,6	223,4	1,1	1944,5	2,8
W15	T	500x377	3,206	18,85	3299,8	0,8	331,6	1,7	2979,6	4,3
W16	T	PF 115x255	3,137	2,93	502,7	0,1	50,5	0,3	385,1	0,6
W17	T	120x300	3,176	10,80	1872,8	0,5	188,2	1,0	1992,2	2,9
W18	T	160x300	3,172	4,80	831,4	0,2	83,5	0,4	303,9	0,4
W19	T	160x80	4,003	1,28	279,8	0,1	28,1	0,1	201,9	0,3
W20	T	105x175	3,873	1,84	388,1	0,1	37,2	0,2	287,5	0,4
W21	T	80x60	4,114	2,40	539,2	0,1	36,6	0,2	338,5	0,5
W22	T	PF 105x255	3,129	2,68	457,1	0,1	45,2	0,2	337,0	0,5
W23	T	PF 120x285	3,148	13,68	2351,5	0,6	200,2	1,0	1276,4	1,8
W24	T	W6 bis 105x200	3,955	31,57	6817,8	1,7	685,1	3,5	8463,0	12,3
W25	T	W1 bis 115x200	3,894	10,56	2245,6	0,6	157,2	0,8	526,8	0,8
Totale				278,96	56741,6	14,4	5142,4	26,4	41797,1	60,6

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,226	715,13	8825,4	2,2
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,191	366,01	3619,3	0,9
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	411,62	5127,2	1,3
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,092	456,97	2288,4	0,6
Totale				1949,73	19860,3	5,0

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Muro esterno da 30	1,809	1496,16	53750,5	37,5	18014,1	73,6	43079,4	35,8
M2	U	Muro interno da 30	1,591	28,88	729,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1525,04	54480,1	38,0	18014,1	73,6	43079,4	35,8

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
P1	G	Solaio contro terra	1,140	1099,23	24879,9	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1099,23	24879,9	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	Copertura piana	1,568	265,83	8274,2	5,8	0,0	0,0	13312,8	11,1
S2	U	Soffitto P1	1,875	834,02	27936,9	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1099,85	36211,1	25,2	0,0	0,0	13312,8	11,1

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	115x200	3,894	26,40	2041,2	1,4	669,0	2,7	5338,6	4,4
W3	T	80x80	4,003	7,68	610,4	0,4	135,3	0,6	1841,3	1,5
W4	T	115x185	3,829	19,13	1454,3	1,0	425,6	1,7	3529,0	2,9
W5	T	80x270	3,881	7,82	602,6	0,4	209,8	0,9	2516,8	2,1
W6	T	105x200	3,955	54,71	4296,7	3,0	1394,5	5,7	9344,8	7,8
W8	T	160x215	3,882	17,20	1325,6	0,9	381,9	1,6	5670,4	4,7
W9	T	PF 167x280	3,798	4,68	352,8	0,2	113,5	0,5	1759,4	1,5
W10	T	80x419	3,776	7,13	534,5	0,4	186,1	0,8	1530,1	1,3
W11	T	160x230	3,934	11,04	862,3	0,6	198,6	0,8	1744,9	1,5
W12	T	165x322	3,180	5,28	333,7	0,2	74,1	0,3	1231,8	1,0
W13	T	135x230	3,992	3,11	246,1	0,2	85,7	0,3	621,8	0,5
W14	T	200x335	3,192	13,40	849,4	0,6	281,4	1,1	4685,9	3,9
W15	T	500x377	3,206	18,85	1199,8	0,8	417,7	1,7	7112,6	5,9
W16	T	PF 115x255	3,137	2,93	182,8	0,1	63,6	0,3	775,2	0,6
W17	T	120x300	3,176	10,80	680,9	0,5	237,1	1,0	2581,3	2,1
W18	T	160x300	3,172	4,80	302,3	0,2	105,2	0,4	879,6	0,7
W19	T	160x80	4,003	1,28	101,7	0,1	35,4	0,1	482,0	0,4
W20	T	105x175	3,873	1,84	141,1	0,1	46,9	0,2	692,6	0,6
W21	T	80x60	4,114	2,40	196,0	0,1	46,1	0,2	586,7	0,5
W22	T	PF 105x255	3,129	2,68	166,2	0,1	57,0	0,2	680,3	0,6
W23	T	PF 120x285	3,148	13,68	855,0	0,6	252,2	1,0	3277,3	2,7
W24	T	W6 bis 105x200	3,955	31,57	2478,9	1,7	863,0	3,5	5473,5	4,6
W25	T	W1 bis 115x200	3,894	10,56	816,5	0,6	198,0	0,8	1495,8	1,2
Totale				278,96	20630,7	14,4	6477,8	26,4	63852,0	53,1

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ	L _{tot}	Q _{C,tr}	%

			[W _t /mK]	[m]	[kWh _t]	
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,226	715,13	3208,8	2,2
Z3	-	R - Parete - Copertura	0,191	366,01	1316,0	0,9
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,229	411,62	1864,2	1,3
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,092	456,97	832,0	0,6
Totale				1949,73	7221,0	5,0

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
M1	T	Muro esterno da 30	1,809	2,003	0,300	0,280
M2	U	Muro interno da 30	1,591	1,672	0,375	0,350

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P1	G	Solaio contro terra	1,140	1,183	0,310	0,290

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	T	Copertura piana	1,568	1,591	0,260	0,240
S2	U	Soffitto P1	1,875	1,916	0,289	0,267

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [W _t /m ² K]	U _{w,limite} [W _t /m ² K]		U _g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	115x200	3,894	1,900	1,400	3,300
W3	T	80x80	4,003	1,900	1,400	3,300
W4	T	115x185	3,829	1,900	1,400	3,300
W5	T	80x270	3,881	1,900	1,400	3,300
W6	T	105x200	3,955	1,900	1,400	3,300
W8	T	160x215	3,882	1,900	1,400	3,300
W9	T	PF 167x280	3,798	1,900	1,400	3,300
W10	T	80x419	3,776	1,900	1,400	3,300
W11	T	160x230	3,934	1,900	1,400	3,300
W12	T	165x322	3,180	1,900	1,400	3,300
W13	T	135x230	3,992	1,900	1,400	3,300
W14	T	200x335	3,192	1,900	1,400	3,300
W15	T	500x377	3,206	1,900	1,400	3,300
W16	T	PF 115x255	3,137	1,900	1,400	3,300
W17	T	120x300	3,176	1,900	1,400	3,300
W18	T	160x300	3,172	1,900	1,400	3,300
W19	T	160x80	4,003	1,900	1,400	3,300
W20	T	105x175	3,873	1,900	1,400	3,300
W21	T	80x60	4,114	1,900	1,400	3,300
W22	T	PF 105x255	3,129	1,900	1,400	3,300
W23	T	PF 120x285	3,148	1,900	1,400	3,300
W24	T	W6 bis 105x200	3,955	1,900	1,400	3,300
W25	T	W1 bis 115x200	3,894	1,900	1,400	3,300

Legenda dei simboli:

U	Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici)
U _{media}	Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione)
U _w	Trasmittanza serramento (vetro + telaio)
U _g	Trasmittanza solo vetro
S _{tot}	Superficie disperdente totale
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
L _{tot}	Lunghezza totale del ponte termico
Q _{H,tr}	Dispersioni per trasmissione
Q _{H,r}	Dispersioni per extraflusso
Q _{H,sol,op}	Apporti solari attraverso i componenti opachi
Q _{H,sol,w}	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:

T	Verso l'esterno
G	Verso il terreno
U	Verso locali confinanti non climatizzati
N	Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini)

A	Verso locali a temperatura fissa
E	Da locale non climatizzato verso l'esterno
R	Da locale non climatizzato verso il terreno
D	Divisorio interno alla zona climatizzata

4.2.2 Principali risultati dei calcoli

Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo, riguardanti l'intero edificio.

Energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	367262	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	19443	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	30199	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	27200	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	41797	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	30384	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	345798	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	199,94	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	100,69	kWh _t /m ²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	87031	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	24492	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	10980	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	56392	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	63852	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	29886	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	44078	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	25,49	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	26,73	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

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

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

dove:

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

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

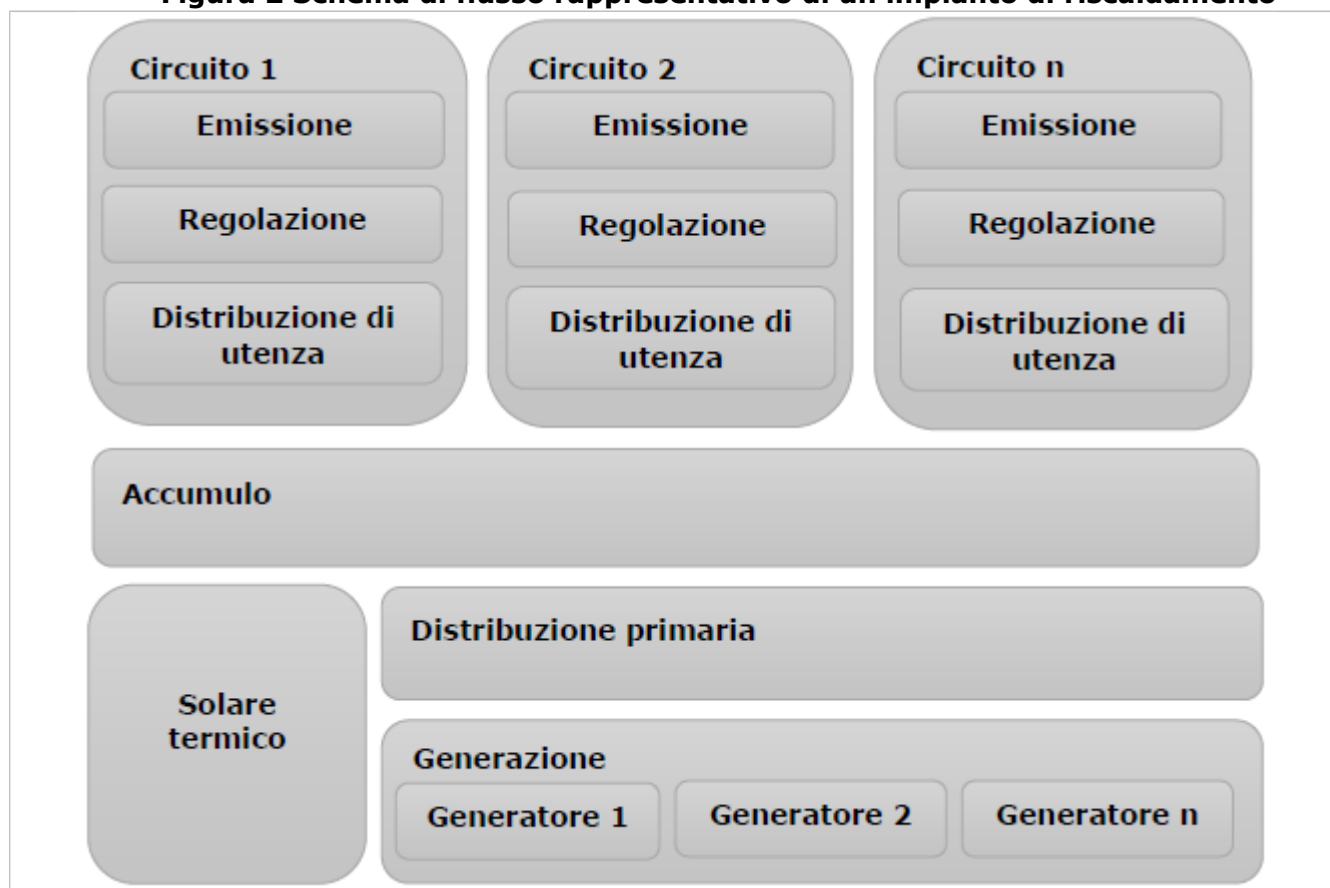
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

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

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso 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 rappresentativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, nel caso di impianto centralizzato, 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

Il Complesso Biblioteca e Materna di Mesola, è servito da una sola centrale termica, posta in un locale separato a ridosso dell'ingresso della Scuola Materna.

L'impianto di distribuzione prevede tre zone distinte:

CALDAIA FERROLI

- stanze associazioni: valvola a tre vie N.2 con climatica e termostato di zona;

- materna: valvola a tre vie N.1 con climatica;

CALDAIA RHOSS e pompe C e D:

piano primo e biblioteca insieme.

Il sistema di distribuzione risulta in parte annegato nella struttura, con un isolamento che si può valutare, in relazione all'età della costruzione, del tutto carente, ed in parte completamente a vista, come si può vedere nei locali della Scuola Materna, con la mancanza totale di isolamento.

I terminali di emissione, sono rappresentati da termosifoni in ghisa.

Nella sala civica al piano terra, presente nella zona Biblioteca, è presente un sistema di riscaldamento/raffrescamento ad aria, con una UTA posta nel sottoscala: i dati inseriti sono quelli presenti sulle targhe a bordo macchina. Mancava il dato dell'efficienza e della potenza elettrica del ventilatore, non recuperabile neanche nel sito della casa di produzione, pertanto questi dati sono stati stimati per macchine di uguale potenza e tipologia.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Pluricircuito
Fluido termovettore	Acqua

Biblioteca

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 13790
Tipologia di intermittenza	Attenuazione

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	92,3	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

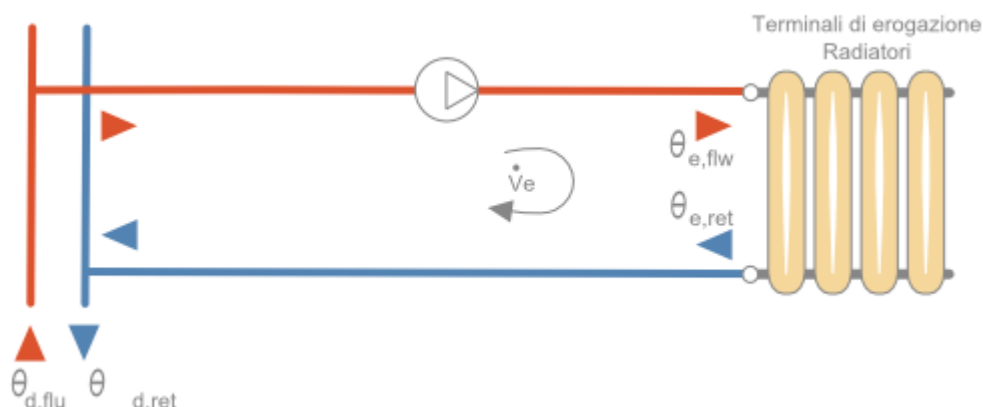
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	85,2	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	166,2	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	A temperatura fissa		
-----------------------	---------------------	--	--



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	61,1	61,1	61,1	61,1	-	-	-	-	-	61,1	61,1	61,1
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	61,1	61,1	61,1	61,1	-	-	-	-	-	61,1	61,1	61,1

Materna

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 13790
Tipologia di intermittenza	Attenuazione

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	92,3	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

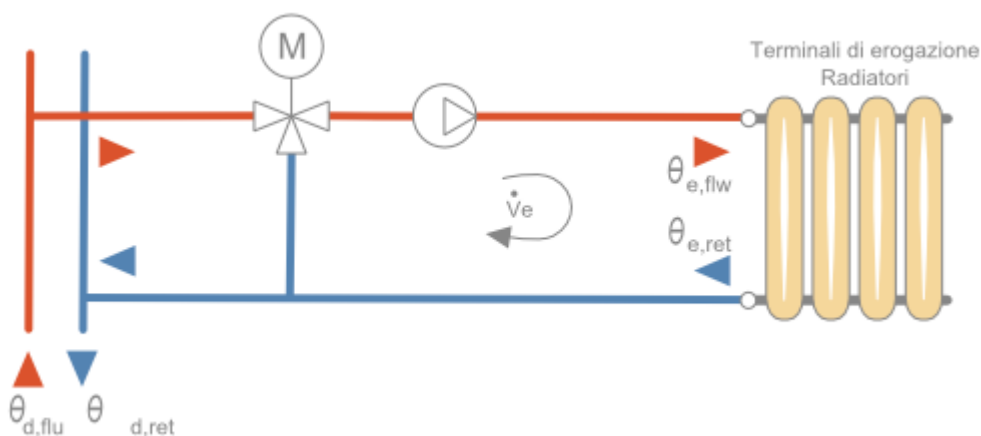
Tipologia	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche	On off		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	97,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	167,5	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito *ON-OFF, valvola a due vie*



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	50,5	49,6	42,7	34,9	-	-	-	-	-	29,4	46,8	51,0
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	56,4	56,0	52,9	49,4	-	-	-	-	-	46,9	54,8	56,6

Aule 1 piano

Regime di funzionamento	<i>Intermittente</i>
Metodo di calcolo	<i>UNI EN ISO 13790</i>
Tipologia di intermittenza	<i>Attenuazione</i>

Emissione

Tipologia	<i>Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)</i>											
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	92,3									%	
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0									kWh _{el}	

Regolazione

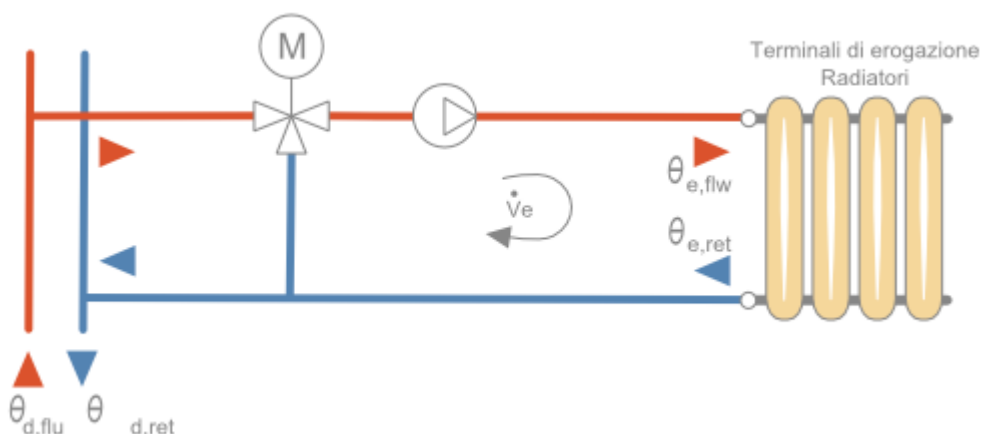
Tipologia	<i>Per singolo ambiente + climatica</i>											
Caratteristiche	<i>On off</i>											
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	97,0									%	

Distribuzione

Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>											
Tipologia di impianto	<i>Centralizzato a distribuzione orizzontale</i>											
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	99,0									%	
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	45,2									kWh _{el}	

Temperatura media

Tipologia di circuito *ON-OFF, valvola a due vie*

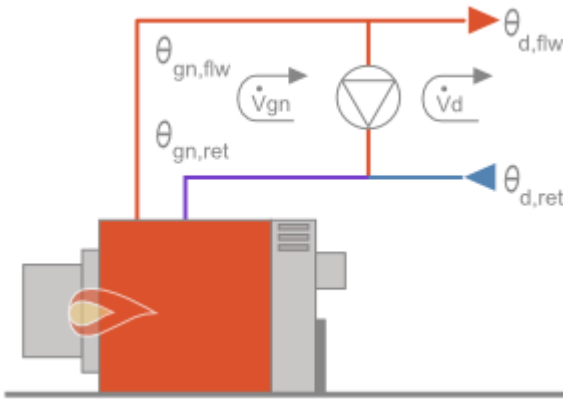


Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	39,4	39,0	35,7	32,0	-	-	-	-	-	29,4	37,6	39,6
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	51,4	51,2	49,8	48,1	-	-	-	-	-	46,9	50,6	51,6

Generazione

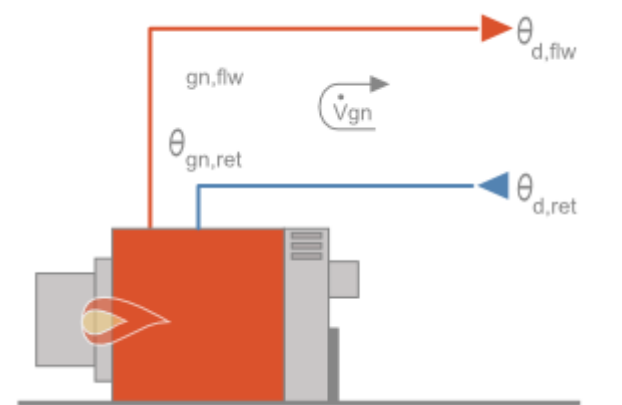
Configurazione centrale termica	<i>Generatori multipli</i>
Modalità di funzionamento	
Con priorità	<i>No</i>

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia tradizionale											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	FERROLI/PREXTHERM/100											
Potenza utile nominale	Φ_n	109,00		kW _t								
Immagine												
FOTO GENERATORE												
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	85,9		%								
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	94,1		kWh _{el}								
Vettore energetico												
Tipologia	Metano											
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940		kWh/Nm ³								
Costo	c	0,82		€/Nm ³								
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210		kg/kWh _p								
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)												
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050		-								
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000		-								
Totale	f _{p,tot}	1,050		-								
Circuito in centrale												
Tipologia di circuito	Circuito diretto con pompa anticondensa											
												
Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,aux}$) [°C]	63,7	63,7	64,2	64,7	-	-	-	-	-	65,0	63,9	63,7

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Generatore 2 - Caldaia tradizionale			
Dati generali			
Numero	2		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	RHOSS K225		
Potenza utile nominale	Φ_n	270,00	kW _t
Immagine			
FOTO GENERATORE			
Rendimenti termici			
Riscaldamento idronico	$\eta_{H, idr, gen, ut}$	87,4	%

Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	549,7	kWh _{el}									
Vettore energetico												
Tipologia	Metano											
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³									
Costo	c	0,82	€/Nm ³									
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p									
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)												
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-									
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-									
Totale	f _{p,tot}	1,050	-									
Circuito in centrale												
Tipologia di circuito	Collegamento diretto											
												
Temperature medie												
Riscaldamento (θ _{H,idr,gen,avg}) [°C]	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	63,7	63,7	64,2	64,7	-	-	-	-	-	65,0	63,9	63,7

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	345798	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	344427	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	1734	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	331812	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	274373	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	274373	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	156247	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	12974	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	169221	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	22116	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	191337	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	9688	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	201025	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	201025	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	201025	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	201025	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	193634	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	201025	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	29098	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	222732	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	379	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh _{el}

Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	644	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	1023	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	1023	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	235863	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	481	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	236344	kWh _p

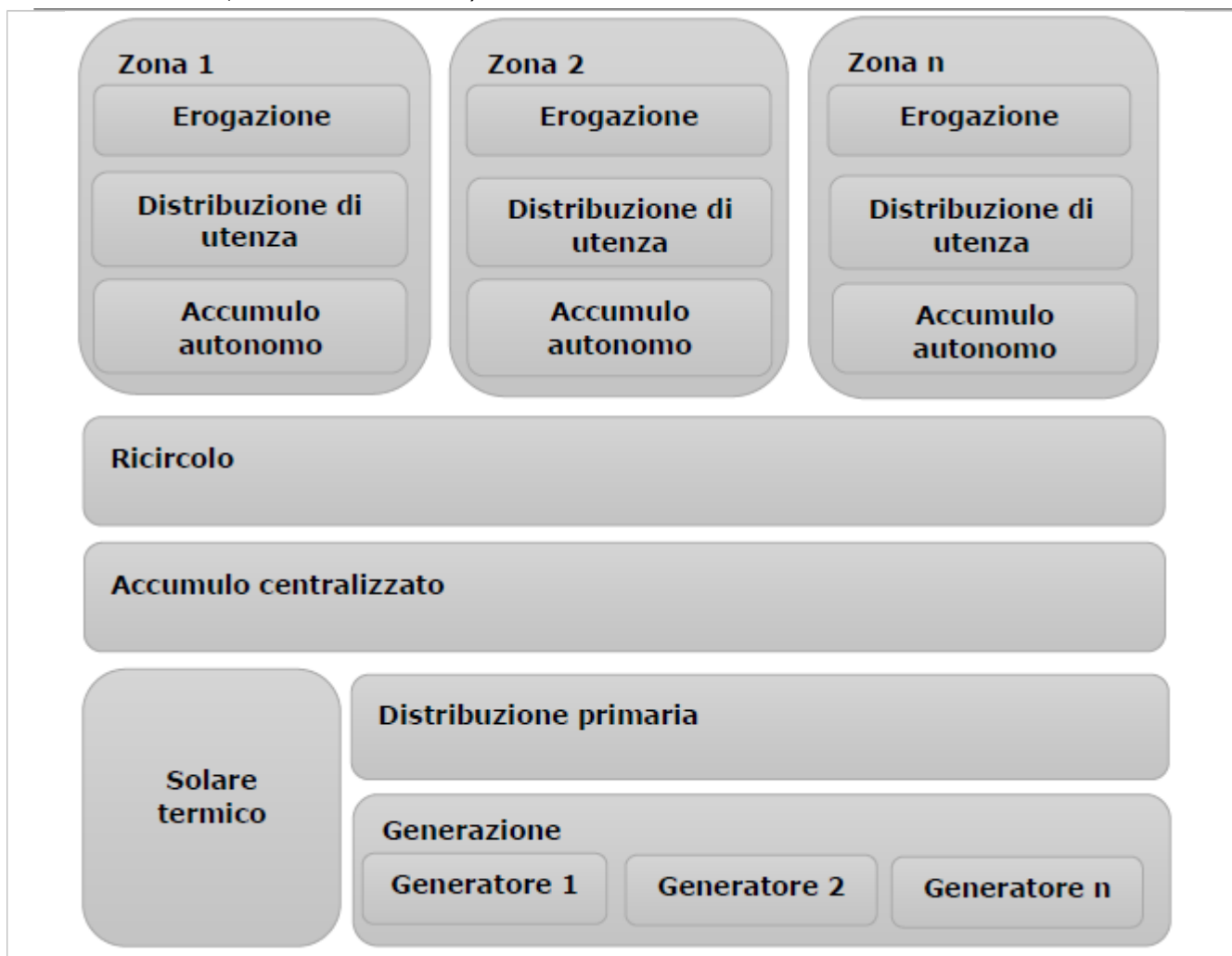
Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$	92,3	%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	88,4	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$	95,2	%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	90,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,idr,gen,p,nren}$	85,5	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,idr,gen,p,tot}$	85,4	%
Impianto areaulico			
Distribuzione primaria	$\eta_{H,aer,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,aer,gen,ut}$	95,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,aer,gen,p,nren}$	48,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,aer,gen,p,tot}$	39,3	%
Impianto idronico ed areaulico			
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	132,9	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	129,7	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	122,4	%

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 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 fabbisogni, 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 rappresentativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, in caso di impianto centralizzato, 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 risulta essere separata dal riscaldamento, con la presenza di due Boiler elettrici collocati nei servizi igienici, della Scuola Materna.
Il resto del fabbricato non è servito da ACS.*

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{w,nd}$	4347	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{w,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{w,du}$	92,6	%
Rendimento di accumulo	$\eta_{w,s}$	79,3	%

Generazione

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

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

<u>Dati generali</u>			
Numero	1		
Tipologia	Bollitore elettrico ad accumulo		
Metodo di calcolo	-		
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n	2,40	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		

Immagine

FOTO GENERATORE

Prestazioni

Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	75,0	%
Ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$	0,0	kWh _{el}
Vettore energetico			
Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	-	-
Costo	c	0,25	€/kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,460	kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,950	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,470	-
Totale	f _{p,tot}	2,420	-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}	0,0	kW _t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$	20,0	°C
Portata di progetto	V _{des}	0,0	kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,gen,avg}$	60,0	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	4347	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	4347	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	4347	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	348	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	4695	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	1224	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	5919	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	5919	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	5919	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	5919	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	5919	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	5919	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	1973	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	0	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	7892	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	7892	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	0	kWh _{el}

Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	7892	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	15390	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	3709	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	19099	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	79,3	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	75,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	38,5	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	31,0	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	28,2	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	22,8	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	28,9	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di ventilazione

Descrizione sintetica impianto di ventilazione

4.3.3.2 Impianto di riscaldamento aeraulico

Descrizione sintetica impianto di riscaldamento aeraulico

4.3.3.3 Impianto di raffrescamento

Descrizione sintetica impianto di raffrescamento

4.3.3.4 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

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.

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano								
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	22408	Nm ³	222732	0	233869	0	233869	18374,26	46774
Globale (gl)	22408	Nm³	222732	0	233869	0	233869	18374,26	46774

Servizio	Energia elettrica								
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	13510	kWh	13510	-	26345	6350	32695	3377,62	6215
Acqua calda sanitaria (W)	7892	kWh	7892	-	15390	3709	19099	1973,02	3630
Raffrescamento (C)	11126	kWh	11126	-	21696	5229	26925	2781,48	5118
Ventilazione (V)	2190	kWh	2190	-	4271	1029	5300	547,51	1007
Illuminazione (L)	19603	kWh	19603	-	38226	9213	47439	4900,77	9017
Globale (gl)	54322	kWh	54322	-	105927	25531	131458	13580,40	24988

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	21751,88
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02
Raffrescamento (C)	2781,48
Ventilazione (V)	547,51
Illuminazione (L)	4900,77
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	31954,66

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	92,3
Regolazione (η _{reg})	88,4
Distribuzione di utenza (η _{du})	95,2
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	90,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	85,5
Generazione (η _{gen,p,tot})	85,4

Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	48,7
Generazione (η _{gen,p,tot})	39,3

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	132,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	129,7
Valore limite (η_{lim})	122,4

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η _{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	92,6
Accumulo (η _s)	79,3
Ricircolo (η _{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	75,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	28,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	22,8
Valore limite (η_{lim})	28,9

Indici di prestazione termica del fabbricato

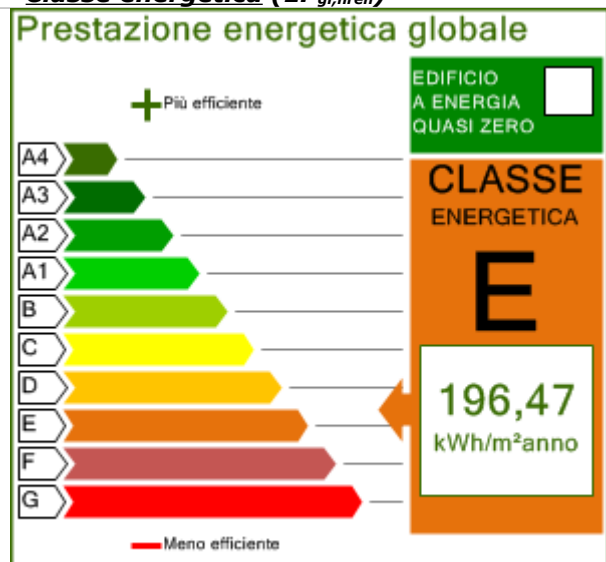
Servizio	Q _{nd} [kWh _h]	EP _{nd} [kWh _h /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _h /m ²]
Riscaldamento (H)	345798	199,94	100,69
Raffrescamento (C)	44078	25,49	26,73

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]

Riscaldamento (H)	260214	6350	266564	150,46	3,67	154,13	-
Acqua calda sanitaria (W)	15390	3709	19099	8,90	2,14	11,04	-
Raffrescamento (C)	21696	5229	26925	12,54	3,02	15,57	-
Ventilazione (V)	4271	1029	5300	2,47	0,60	3,06	-
Illuminazione (L)	38226	9213	47439	22,10	5,33	27,43	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	339796	25531	365327	196,47	14,76	211,23	127,41

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



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)	2,4	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	50		
Raffrescamento (C)	19,4	-	-	-
Globale (H + W + C)	4,9	20	35	50
Ventilazione (V)	19,4	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	7,0	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	52988,52
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36
Raffrescamento (C)	5117,92
Ventilazione (V)	1007,42
Illuminazione (L)	9017,41
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	71761,64

Legenda:

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

AESS Modena
Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy

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. Il confronto, effettuato, su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

5.1 2015

5.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2275	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2239	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	1,016	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H, reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Nm ³	22408	18283	22,6
2	Energia elettrica	Hidr, Haer, W, V, L	kWh	13510	11255	20,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl, reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Nm ³	22408	18283	22,6
2	Energia elettrica	Hidr, Haer, W, V, L	kWh	43196	40554	6,5

Legenda dei simboli:

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

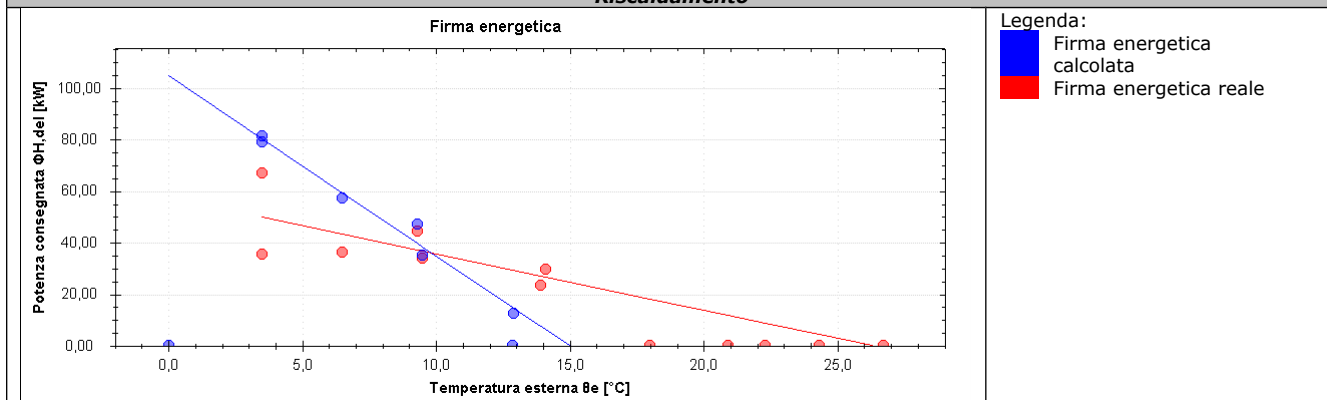
Legenda dei servizi:

H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto

5.1.2 Firme energetiche

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

Riscaldamento



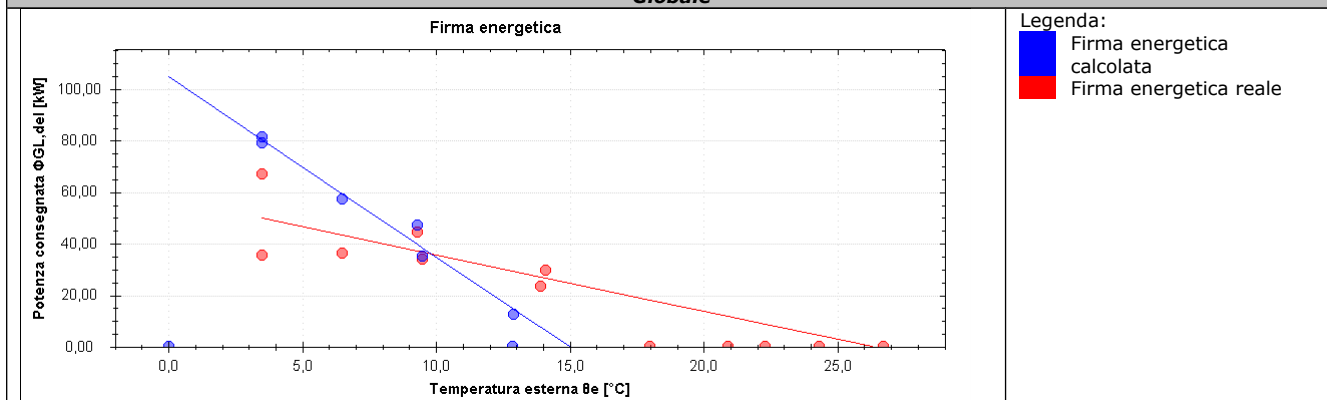
Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _H [Nm ³]	Q _{H,del} [kWh _{el}]	Φ _{H,del} [kW _{el}]
gennaio	H	3,5	31	31	512	-	5927	58911	79,18
febbraio	H	6,5	28	28	378	-	3876	38526	57,33
marzo	H	9,5	31	31	326	-	2637	26210	35,23
aprile	H	12,9	30	15	106	-	459	4563	12,68
maggio	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	0,0	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	0,0	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	H	12,9	31	17	121	-	0	0	0,00
novembre	H	9,3	30	30	321	-	3415	33944	47,14
dicembre	H	3,5	31	31	512	-	6094	60578	81,42
TOTALE			365	183	2275	-	22408	222732	312,98

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _H [Nm ³]	Q _{H,del} [kWh _{el}]	Φ _{H,del} [kW _{el}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	31	512	-	2675	26589	35,74
2 - Febbraio	H	6,5	28	28	378	-	2447	24323	36,20
3 - Marzo	H	9,5	31	31	326	-	2559	25436	34,19
4 - Aprile	H	13,9	30	15	92	-	857	8519	23,66
5 - Maggio	NH	18,0	31	0	0	-	0	0	0,00
6 - Giugno	NH	22,3	30	0	0	-	0	0	0,00
7 - Luglio	NH	26,7	31	0	0	-	0	0	0,00
8 - Agosto	NH	24,3	31	0	0	-	0	0	0,00
9 - Settembre	NH	20,9	30	0	0	-	0	0	0,00
10 - Ottobre	H	14,1	31	17	100	-	1214	12067	29,58
11 - Novembre	H	9,3	30	30	321	-	3223	32037	44,50
12 - Dicembre	H	3,5	31	31	512	-	5019	49889	67,05
TOTALE			365	183	2239	-	17994	178860	270,91

Globale



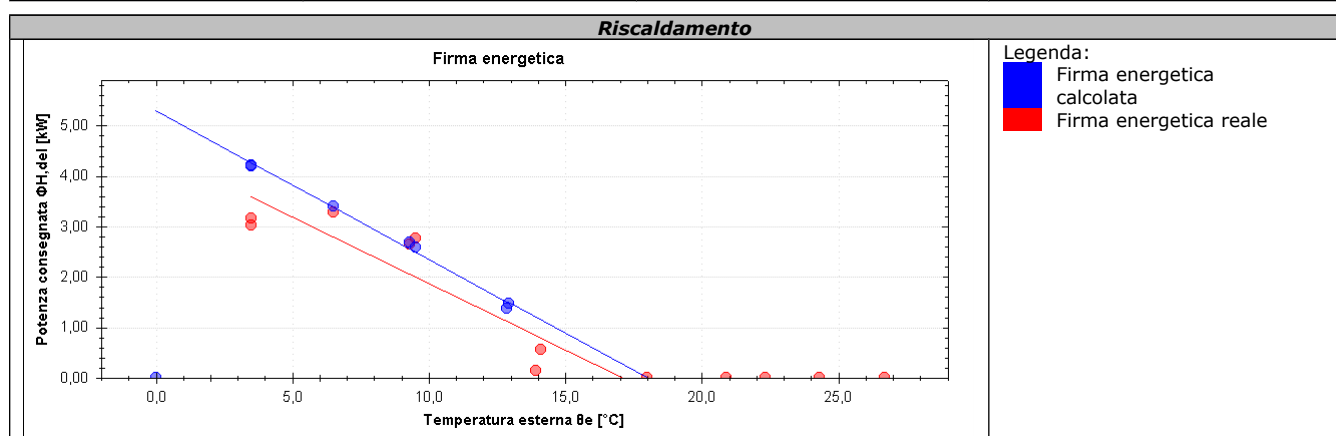
Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _{gl} [Nm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{el}]	Φ _{gl,del} [kW _{el}]
gennaio	H	3,5	31	31	512	0	5927	58911	79,18
febbraio	H	6,5	28	28	378	0	3876	38526	57,33
marzo	H	9,5	31	31	326	0	2637	26210	35,23
aprile	H	12,9	30	15	106	14	459	4563	12,68
maggio	NH	0,0	31	0	0	31	0	0	0,00
giugno	NH	0,0	30	0	0	30	0	0	0,00
luglio	NH	0,0	31	0	0	31	0	0	0,00

agosto	NH	0,0	31	0	0	31	0	0	0,00
settembre	NH	0,0	30	0	0	30	0	0	0,00
ottobre	H	12,9	31	17	121	13	0	0	0,00
novembre	H	9,3	30	30	321	0	3415	33944	47,14
dicembre	H	3,5	31	31	512	0	6094	60578	81,42
TOTALE			365	183	2275	180	22408	222732	312,98

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _{gl} [Nm³]	Q _{gl,del} [kWh _{el}]	Φ _{gl,del} [kW _{el}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	31	512	0	2675	26589	35,74
2 - Febbraio	H	6,5	28	28	378	0	2447	24323	36,20
3 - Marzo	H	9,5	31	31	326	0	2559	25436	34,19
4 - Aprile	H	13,9	30	15	92	14	857	8519	23,66
5 - Maggio	NH	18,0	31	0	0	31	0	0	0,00
6 - Giugno	NH	22,3	30	0	0	30	0	0	0,00
7 - Luglio	NH	26,7	31	0	0	31	0	0	0,00
8 - Agosto	NH	24,3	31	0	0	31	0	0	0,00
9 - Settembre	NH	20,9	30	0	0	30	0	0	0,00
10 - Ottobre	H	14,1	31	17	100	13	1214	12067	29,58
11 - Novembre	H	9,3	30	30	321	0	3223	32037	44,50
12 - Dicembre	H	3,5	31	31	512	0	5019	49889	67,05
TOTALE			365	183	2239	180	17994	178860	270,91

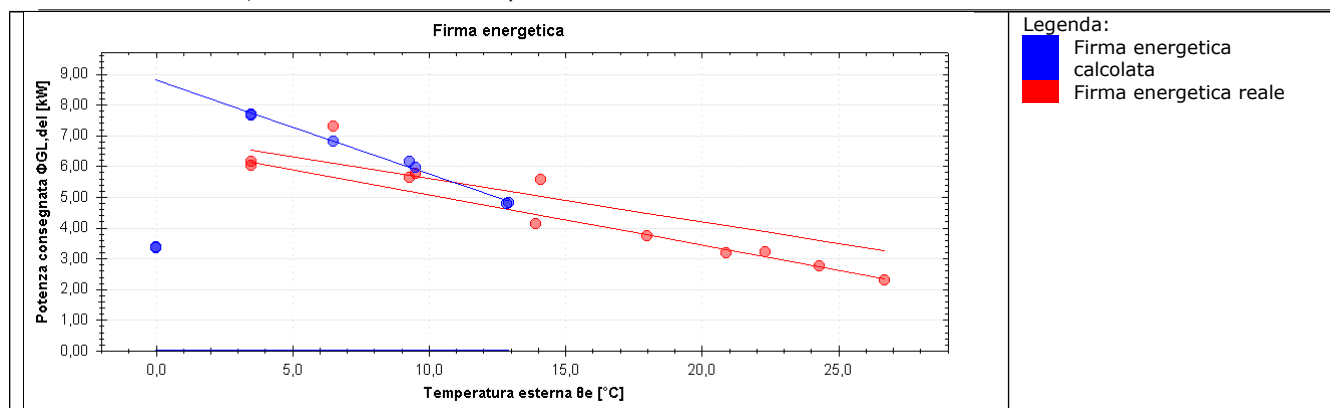
Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, Haer, W, V, L



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{el}]	Φ _{H,del} [kW _{el}]
gennaio	H	3,5	31	31	512	-	3126	3126	4,20
febbraio	H	6,5	28	28	378	-	2286	2286	3,40
marzo	H	9,5	31	31	326	-	1930	1930	2,59
aprile	H	12,9	30	15	106	-	530	530	1,47
maggio	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	0,0	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	0,0	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	0,0	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	H	12,9	31	17	121	-	559	559	1,37
novembre	H	9,3	30	30	321	-	1944	1944	2,70
dicembre	H	3,5	31	31	512	-	3135	3135	4,21
TOTALE			365	183	2275	-	13510	13510	19,95

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{el}]	Φ _{H,del} [kW _{el}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	31	512	-	2360	2360	3,17
2 - Febbraio	H	6,5	28	28	378	-	2209	2209	3,29
3 - Marzo	H	9,5	31	31	326	-	2065	2065	2,77
4 - Aprile	H	13,9	30	15	92	-	52	52	0,14
5 - Maggio	NH	18,0	31	0	0	-	0	0	0,00
6 - Giugno	NH	22,3	30	0	0	-	0	0	0,00
7 - Luglio	NH	26,7	31	0	0	-	0	0	0,00
8 - Agosto	NH	24,3	31	0	0	-	0	0	0,00
9 - Settembre	NH	20,9	30	0	0	-	0	0	0,00
10 - Ottobre	H	14,1	31	17	100	-	230	230	0,56
11 - Novembre	H	9,3	30	30	321	-	1904	1904	2,64
12 - Dicembre	H	3,5	31	31	512	-	2259	2259	3,04
TOTALE			365	183	2239	-	11077	11077	15,62

Globale



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{el}]	Φ _{gl,del} [kW _{el}]
gennaio	H	3,5	31	31	512	0	5703	5703	7,67
febbraio	H	6,5	28	28	378	0	4586	4586	6,82
marzo	H	9,5	31	31	326	0	4439	4439	5,97
aprile	H	12,9	30	15	106	14	2942	2942	4,82
maggio	NH	0,0	31	0	0	31	2484	2484	3,34
giugno	NH	0,0	30	0	0	30	2401	2401	3,33
luglio	NH	0,0	31	0	0	31	2482	2482	3,34
agosto	NH	0,0	31	0	0	31	2488	2488	3,34
settembre	NH	0,0	30	0	0	30	2429	2429	3,37
ottobre	H	12,9	31	17	121	13	3092	3092	4,78
novembre	H	9,3	30	30	321	0	4429	4429	6,15
dicembre	H	3,5	31	31	512	0	5721	5721	7,69
TOTALE			365	183	2275	180	43196	43196	60,62

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{el}]	Φ _{gl,del} [kW _{el}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	31	512	0	4592	4592	6,17
2 - Febbraio	H	6,5	28	28	378	0	4897	4897	7,29
3 - Marzo	H	9,5	31	31	326	0	4297	4297	5,77
4 - Aprile	H	13,9	30	15	92	14	2932	2932	4,14
5 - Maggio	NH	18,0	31	0	0	31	2782	2782	3,74
6 - Giugno	NH	22,3	30	0	0	30	2317	2317	3,22
7 - Luglio	NH	26,7	31	0	0	31	1704	1704	2,29
8 - Agosto	NH	24,3	31	0	0	31	2052	2052	2,76
9 - Settembre	NH	20,9	30	0	0	30	2300	2300	3,19
10 - Ottobre	H	14,1	31	17	100	13	3950	3950	5,56
11 - Novembre	H	9,3	30	30	321	0	4064	4064	5,64
12 - Dicembre	H	3,5	31	31	512	0	4491	4491	6,04
TOTALE			365	183	2239	180	40376	40376	55,82

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei codici:

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

6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Sostituzione infissi	67091,93	2529,46	26,5	18,36	E
2	Termoregolazione e sostituzione generatore	60997,36	4704,04	13,0	34,35	D
3	Isolamento sottotetto	18250,18	3369,93	5,4	24,74	E
4	Installazione pannelli solari termici	5808,62	1481,28	3,9	6,65	E
5	Complessivo	134241,77	9103,90	14,7	62,54	D

Legenda:

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

6.1 Sostituzione infissi

Dati generali

Numero	<i>1</i>		
Descrizione	<i>Sostituzione infissi</i>		
Costo stimato	C	<i>67091,93</i>	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	<i>2529,46</i>	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	<i>26,5</i>	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	<i>18,36</i>	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	<i>E</i>		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
<i>1</i>	<i>Sostituzione serramenti</i>
<i>2</i>	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>

Sostituzione di infissi

La sostituzione degli infissi è prevista in tutta il piano terra ad esclusione delle porte di ingresso su via Mazzini (lato biblioteca) e dei servizi della scuola materna. La scelta è ricaduta sugli ambiente maggiormente occupati e che beneficerebbero del miglioramento del comfort; inoltre anche il ritorno dell'investimento sarebbe sicuramente più breve, in quanto in linea con quelli che sono i limiti di spesa del CT2.0. La facciata su via Mazzini non subirebbe modifiche.

6.1.1 Sostituzione serramenti

Dati generali

Intervento	<i>1</i>
Tipologia	<i>Sostituzione serramenti</i>
Descrizione	<i>Sostituzione serramenti</i>

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	<i>W21, W10, W20, W4, W17, W25, W13, W11, W18, W24, W12, W22, W16</i>		
Descrizione	<i>varie tipologie (vedi tavola allegata)</i>		
Tipo	<i>da locale climatizzato verso esterno</i>		
Esposizioni considerate	<i>diverse (vedi tavola allegata)</i>		
Superficie di calcolo	S_{calc}	<i>113,26</i>	m^2

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	$U_{g,in}$	<i>3,300</i>	W_t/m^2K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$	<i>3,137</i>	W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	<i>1,400</i>	W_t/m^2K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	<i>Doppio vetro 4+15+4 argon</i>		
k telaio		<i>1,600</i>	W_t/m^2K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	<i>Alluminio taglio termico - 75mm</i>		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	$U_{g,fin}$	<i>1,100</i>	W_t/m^2K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	<i>1,263</i>	W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	<i>1,400</i>	W_t/m^2K

6.1.2 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Descrizione sintetica intervento

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

Intervento

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

6.1.3 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Nm ³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	19432	-13,3
Globale	22408	19432	-13,3
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13039	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11102	-0,2
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19742	0,7
Globale	54322	53965	-0,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21751,88	19193,62	-11,8
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02	1973,02	0,0
Raffrescamento (C)	2781,48	2775,52	-0,2
Ventilazione (V)	547,51	547,51	0,0
Illuminazione (L)	4900,77	4935,52	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	31954,66	29425,20	-7,9

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	67091,93
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gi}) [€/anno]	2529,46
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	26,5

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	92,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	88,4	99,0	11,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,2	95,2	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	90,3	91,2	1,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	85,5	86,4	1,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	85,4	86,3	1,0

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,0	95,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	48,7	48,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	39,3	39,3	0,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	132,9	147,5	11,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	129,7	143,6	10,7
Valore limite (η_{lim})	122,4	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	79,3	79,3	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	28,2	28,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	22,8	22,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

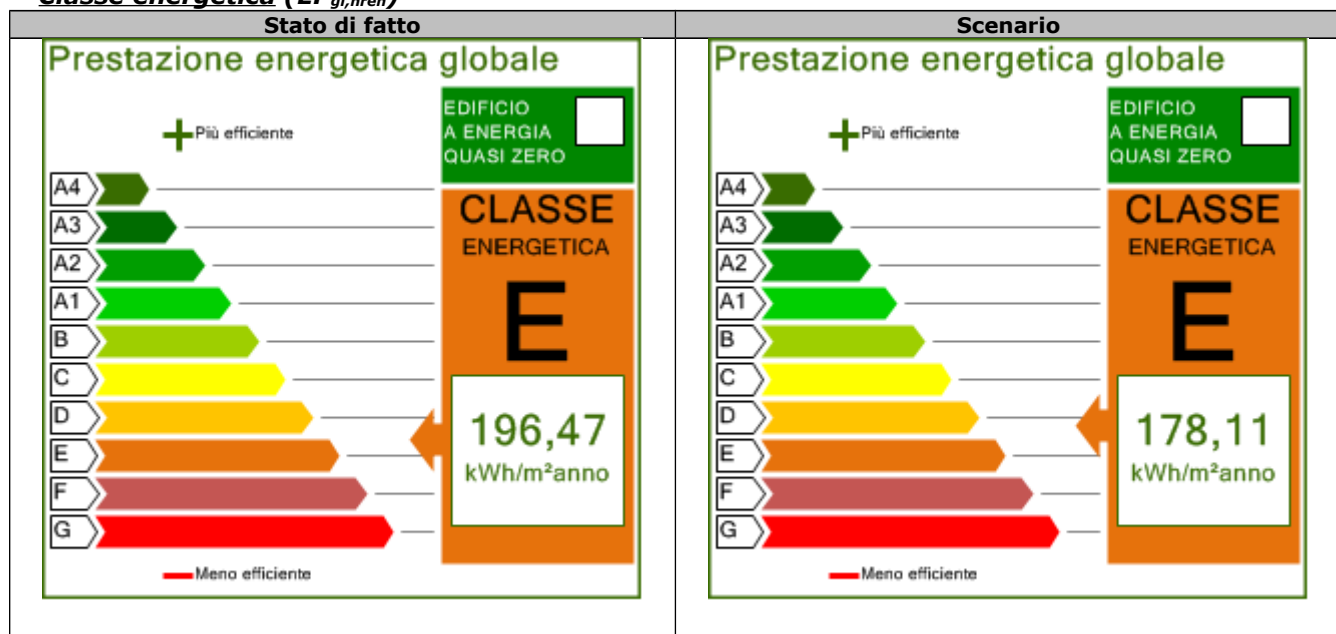
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	199,94	194,58	-2,7	100,69
Raffrescamento (C)	25,49	24,87	-2,4	26,73

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	150,46	131,96	-12,3
Acqua calda sanitaria (W)	8,90	8,90	0,0
Raffrescamento (C)	12,54	12,52	-0,2
Ventilazione (V)	2,47	2,47	0,0
Illuminazione (L)	22,10	22,26	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	196,47	178,11	-9,3
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	3,67	3,54	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	2,14	2,14	0,0
Raffrescamento (C)	3,02	3,02	-0,2
Ventilazione (V)	0,60	0,60	0,0
Illuminazione (L)	5,33	5,36	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	14,76	14,67	-0,7
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	154,13	135,51	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	11,04	11,04	0,0
Raffrescamento (C)	15,57	15,53	-0,2

Ventilazione (V)	3,06	3,06	0,0
Illuminazione (L)	27,43	27,62	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	211,23	192,77	-8,7
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	127,41	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	2,4	2,6	8,4	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	4,9	5,4	10,2	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	7,0	7,6	8,6	-

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_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52988,52	46559,39	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36	3630,36	0,0
Raffrescamento (C)	5117,92	5106,96	-0,2
Ventilazione (V)	1007,42	1007,42	0,0
Illuminazione (L)	9017,41	9081,36	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	71761,64	65385,50	-8,9

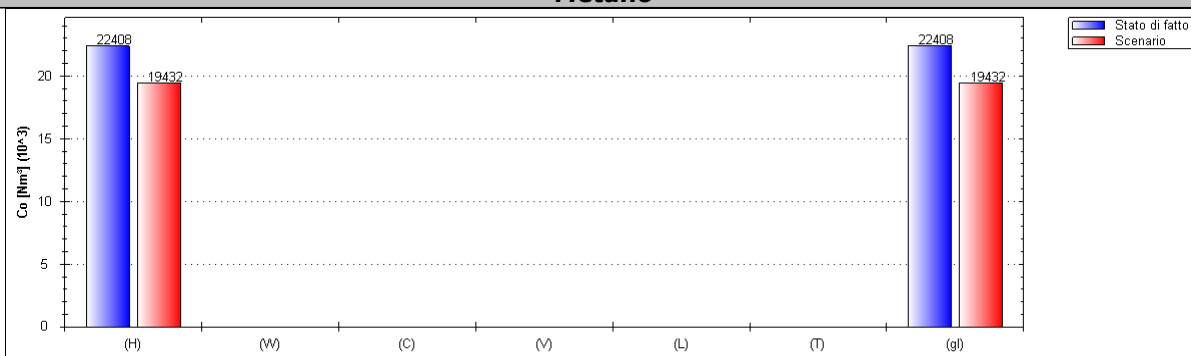
Legenda:

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

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

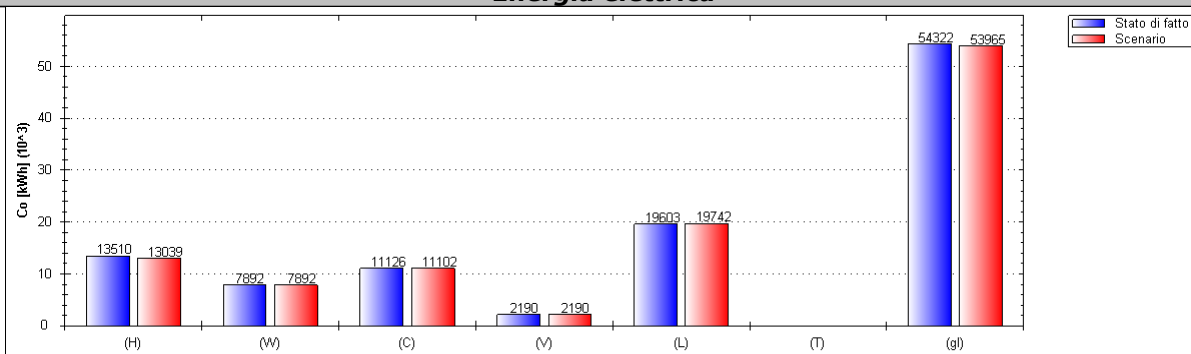
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	19432	-13,3
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	22408	19432	-13,3

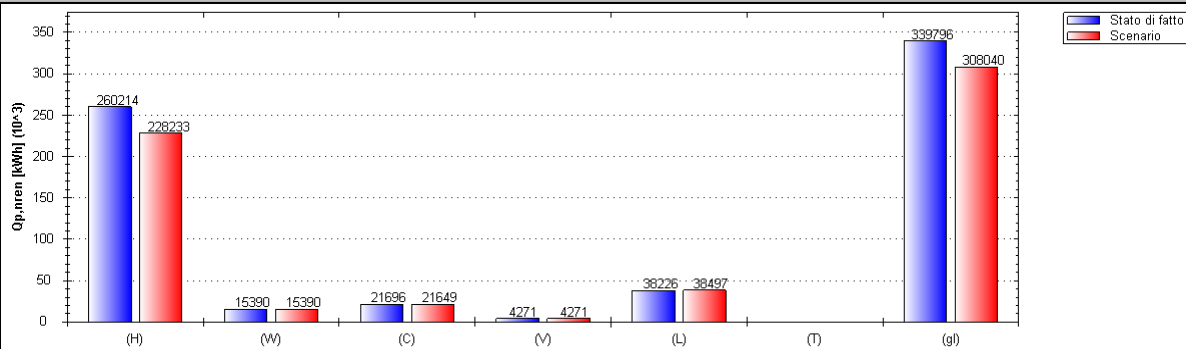
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13039	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11102	-0,2
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19742	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	54322	53965	-0,7

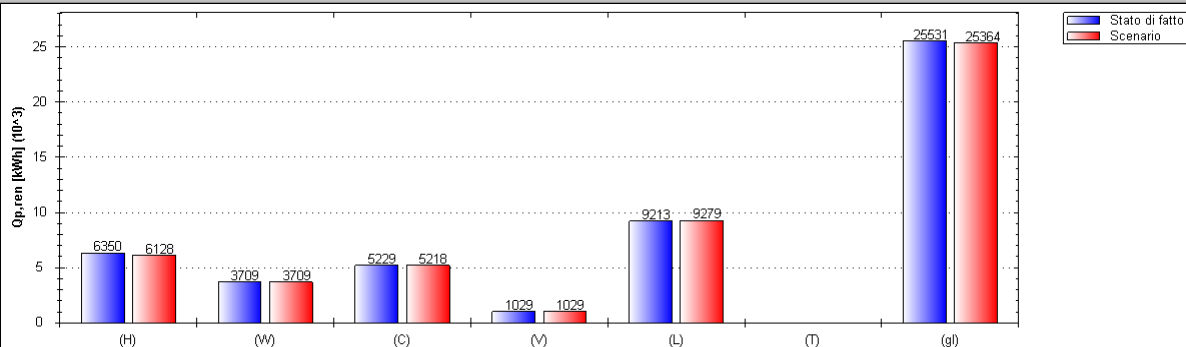
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



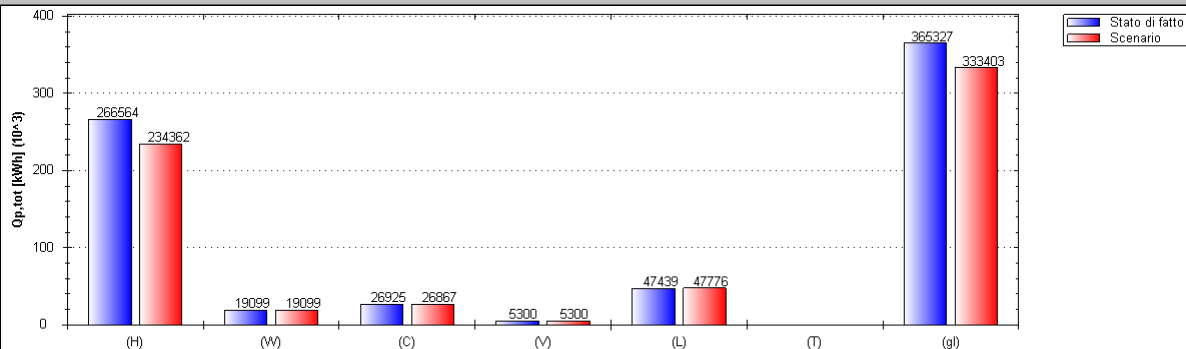
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	260214	228233	-12,3
Acqua calda sanitaria (W)	15390	15390	0,0
Raffrescamento (C)	21696	21649	-0,2
Ventilazione (V)	4271	4271	0,0
Illuminazione (L)	38226	38497	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	339796	308040	-9,3

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6350	6128	-3,5
Acqua calda sanitaria (W)	3709	3709	0,0
Raffrescamento (C)	5229	5218	-0,2
Ventilazione (V)	1029	1029	0,0
Illuminazione (L)	9213	9279	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	25531	25364	-0,7

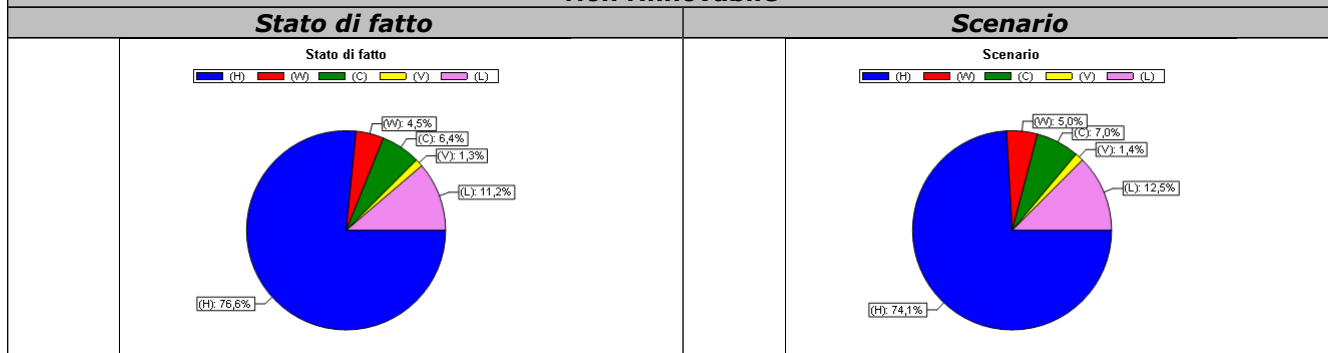
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	266564	234362	-12,1
Acqua calda sanitaria (W)	19099	19099	0,0
Raffrescamento (C)	26925	26867	-0,2
Ventilazione (V)	5300	5300	0,0
Illuminazione (L)	47439	47776	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	365327	333403	-8,7

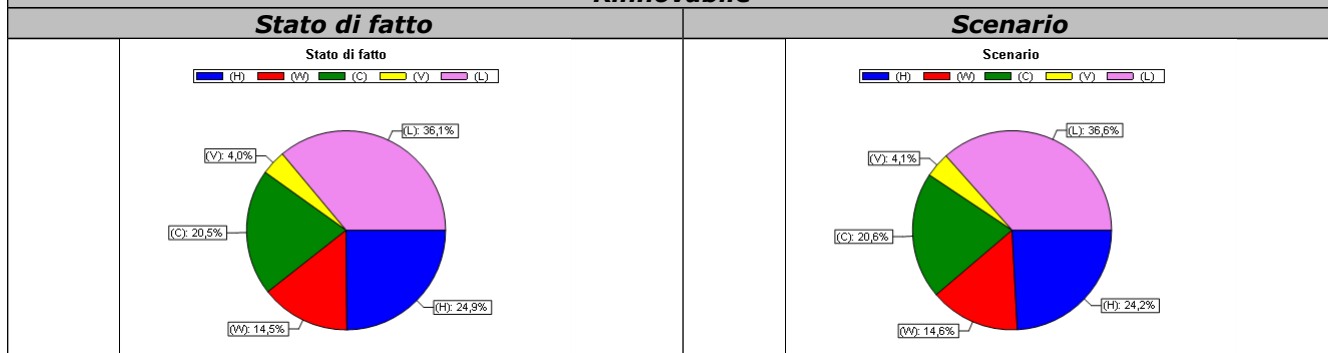
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



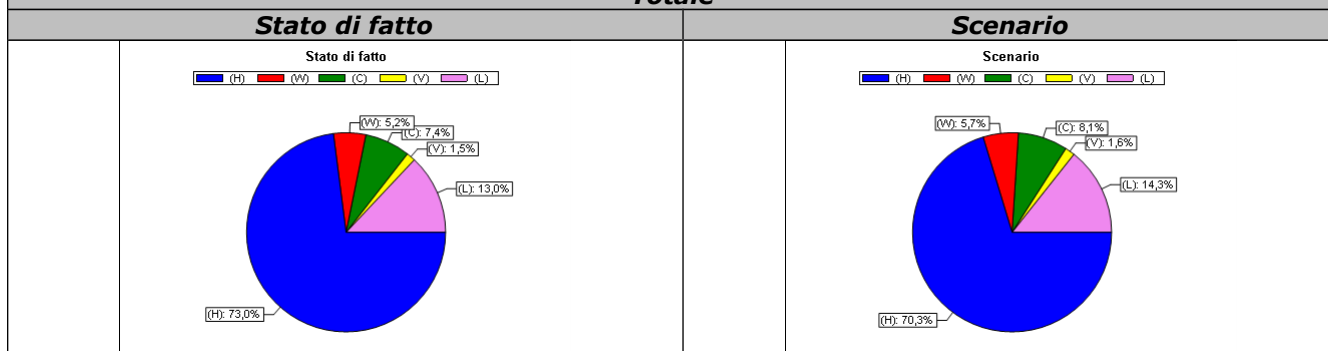
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	260214	76,6	228233	74,1
Acqua calda sanitaria (W)	15390	4,5	15390	5,0
Raffrescamento (C)	21696	6,4	21649	7,0
Ventilazione (V)	4271	1,3	4271	1,4
Illuminazione (L)	38226	11,2	38497	12,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	339796	100,0	308040	100,0

Rinnovabile



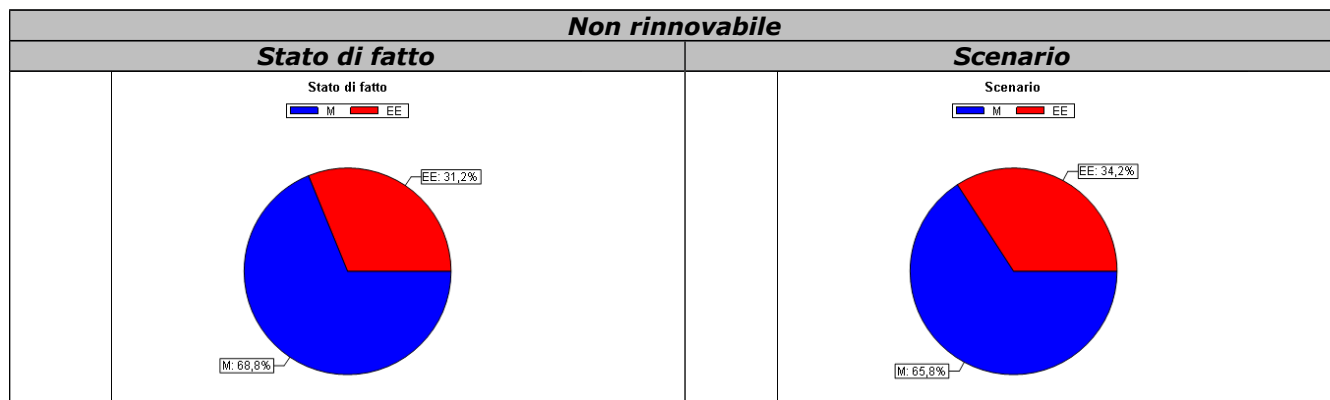
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	6350	24,9	6128	24,2
Acqua calda sanitaria (W)	3709	14,5	3709	14,6
Raffrescamento (C)	5229	20,5	5218	20,6
Ventilazione (V)	1029	4,0	1029	4,1
Illuminazione (L)	9213	36,1	9279	36,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	25531	100,0	25364	100,0

Totale

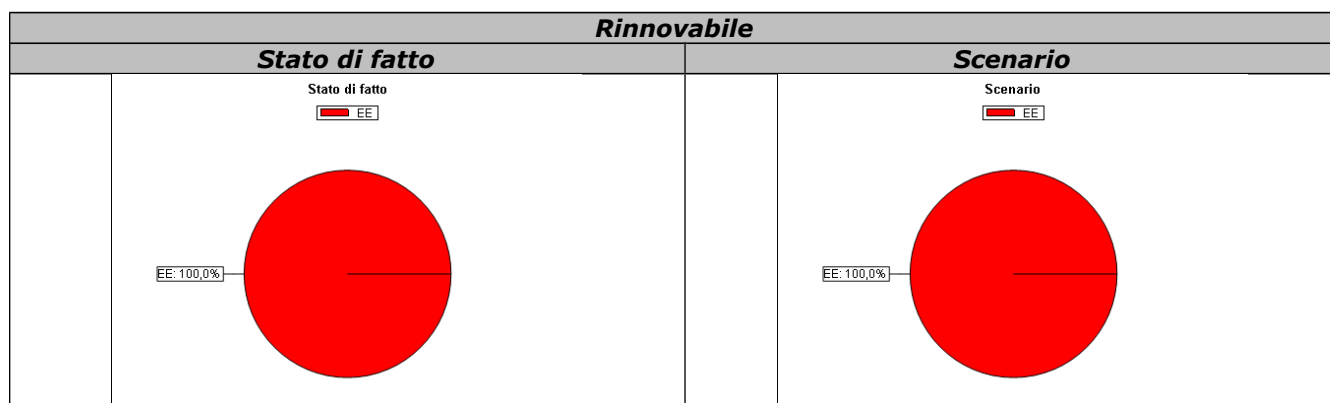


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	266564	73,0	234362	70,3
Acqua calda sanitaria (W)	19099	5,2	19099	5,7
Raffrescamento (C)	26925	7,4	26867	8,1
Ventilazione (V)	5300	1,5	5300	1,6
Illuminazione (L)	47439	13,0	47776	14,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	365327	100,0	333403	100,0

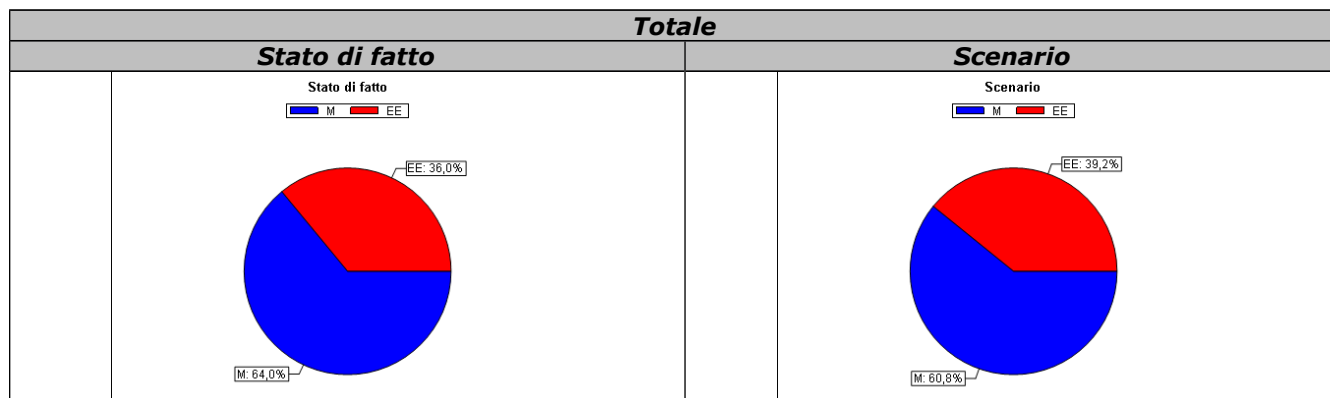
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	68,8	202808	65,8
Energia elettrica (EE)	105927	31,2	105232	34,2
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
Totale	339796	100,0	308040	100,0

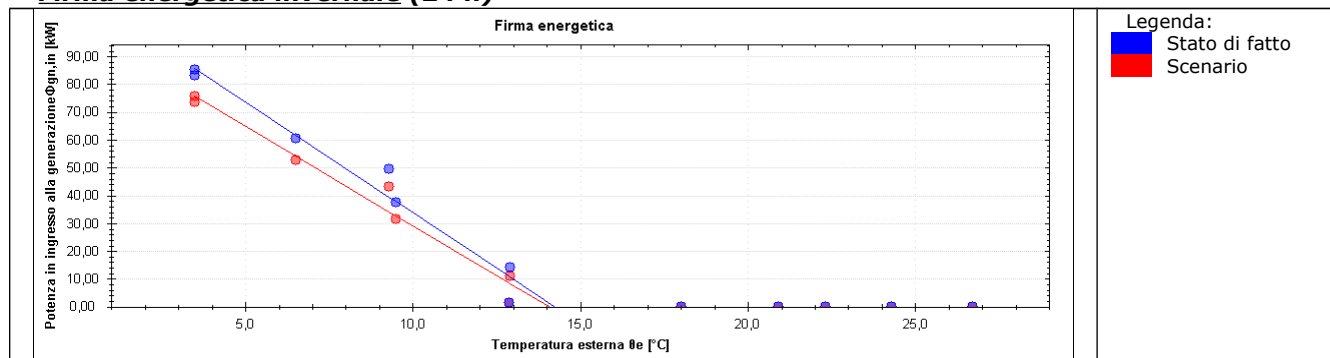


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	25531	100,0	25364	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	25531	100,0	25364	100,0



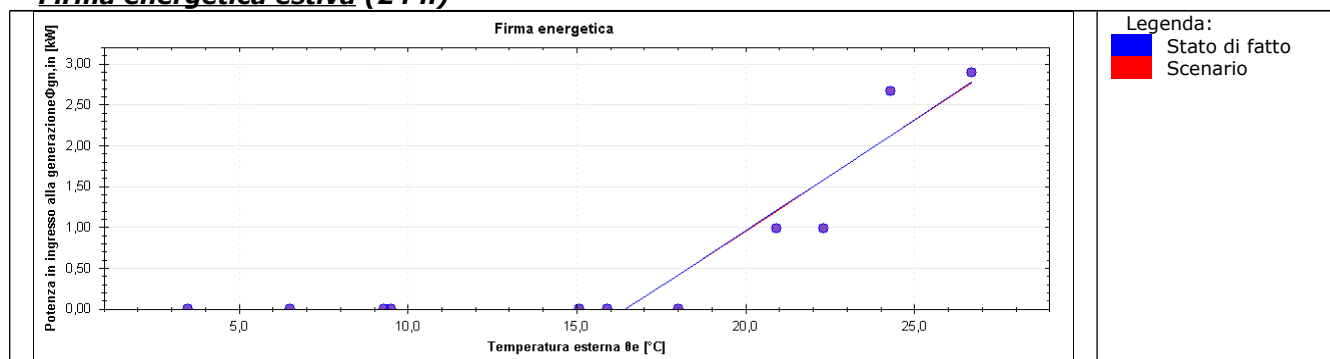
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	64,0	202808	60,8
Energia elettrica (EE)	131458	36,0	130595	39,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	365327	100,0	333403	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	31	61763	83,01	31	54780	73,63
febbraio	6,5	28	40634	60,47	28	35353	52,61
marzo	9,5	31	28025	37,67	31	23507	31,59
aprile	12,9	15	5074	14,09	15	3969	11,03
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	26,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	24,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	20,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	12,9	17	559	1,37	17	559	1,37
novembre	9,3	30	35734	49,63	30	31023	43,09
dicembre	3,5	31	63430	85,26	31	56447	75,87
TOTALE		183	235220	332	183	205638	289

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	6,5	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	9,5	0	0	0,00	0	0	0,00
aprile	15,1	14	0	0,00	13	0	0,00
maggio	18,0	31	0	0,00	31	0	0,00
giugno	22,3	30	715	0,99	30	713	0,99
luglio	26,7	31	2157	2,90	31	2149	2,89
agosto	24,3	31	1986	2,67	31	1984	2,67
settembre	20,9	30	706	0,98	30	706	0,98
ottobre	15,9	13	0	0,00	13	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		180	5564	8	179	5552	8

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

6.2 Termoregolazione e sostituzione generatore

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Termoregolazione e sostituzione generatore		
Costo stimato	C	60997,36	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	4704,04	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	13,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	34,35	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
2	Generatori multipli per il riscaldamento

6.2.1 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Descrizione sintetica intervento

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

Intervento

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

6.2.2 Generatori multipli per il riscaldamento

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Generatori multipli per il riscaldamento
Descrizione	Generatori multipli per il riscaldamento

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Caratteristiche caldaia			
Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	100,00	kW _t
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	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico			
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	410	W _{el}

Generatore 2 - Caldaia a condensazione

Caratteristiche caldaia			
Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	270,00	kW _t
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	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico			
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	661	W _{el}

6.2.3 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.

Consumi (Co)

Metano [Nm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	16785	-25,1
Globale	22408	16785	-25,1
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13136	-2,8
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11126	0,0
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Globale	54322	53947	-0,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21751,88	17047,84	-21,6
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02	1973,02	0,0
Raffrescamento (C)	2781,48	2781,48	0,0
Ventilazione (V)	547,51	547,51	0,0
Illuminazione (L)	4900,77	4900,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	31954,66	27250,62	-14,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	60997,36
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	4704,04
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	13,0

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	92,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	88,4	99,0	11,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,2	95,2	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	90,3	107,6	19,2
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	85,5	101,8	19,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	85,4	101,6	19,0

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,0	95,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	48,7	48,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	39,3	39,3	0,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	132,9	172,2	29,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	129,7	167,1	28,8
Valore limite (η_{lim})	122,4	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	79,3	79,3	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	28,2	28,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	22,8	22,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

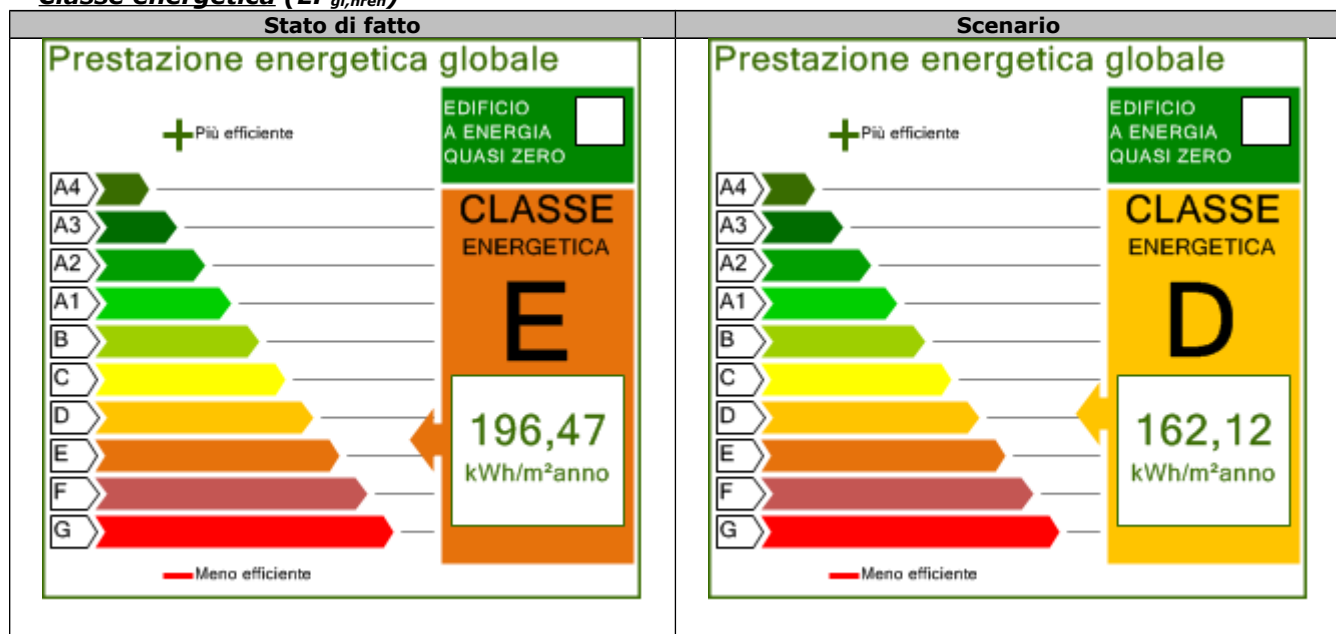
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	199,94	199,94	0,0	100,69
Raffrescamento (C)	25,49	25,49	0,0	26,73

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	150,46	116,10	-22,8
Acqua calda sanitaria (W)	8,90	8,90	0,0
Raffrescamento (C)	12,54	12,54	0,0
Ventilazione (V)	2,47	2,47	0,0
Illuminazione (L)	22,10	22,10	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	196,47	162,12	-17,5
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	3,67	3,57	-2,8
Acqua calda sanitaria (W)	2,14	2,14	0,0
Raffrescamento (C)	3,02	3,02	0,0
Ventilazione (V)	0,60	0,60	0,0
Illuminazione (L)	5,33	5,33	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	14,76	14,66	-0,7
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	154,13	119,67	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	11,04	11,04	0,0
Raffrescamento (C)	15,57	15,57	0,0

Ventilazione (V)	3,06	3,06	0,0
Illuminazione (L)	27,43	27,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	211,23	176,78	-16,3
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	127,41	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	2,4	3,0	25,2	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	4,9	6,0	22,5	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	7,0	8,3	18,6	-

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_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52988,52	41079,96	-22,5
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36	3630,36	0,0
Raffrescamento (C)	5117,92	5117,92	0,0
Ventilazione (V)	1007,42	1007,42	0,0
Illuminazione (L)	9017,41	9017,41	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	71761,64	59853,07	-16,6

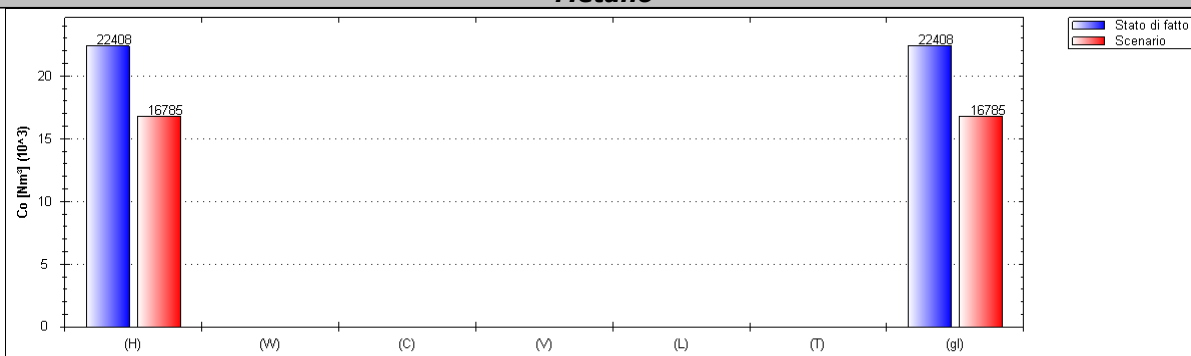
Legenda:

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

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

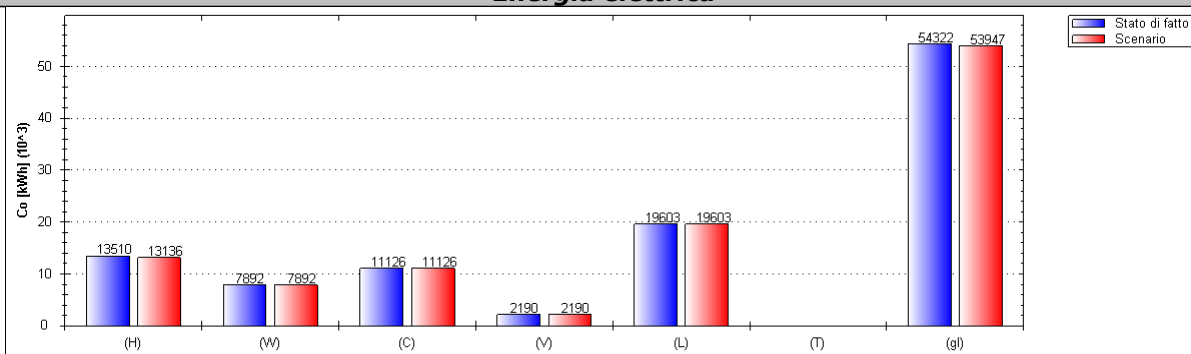
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	16785	-25,1
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	22408	16785	-25,1

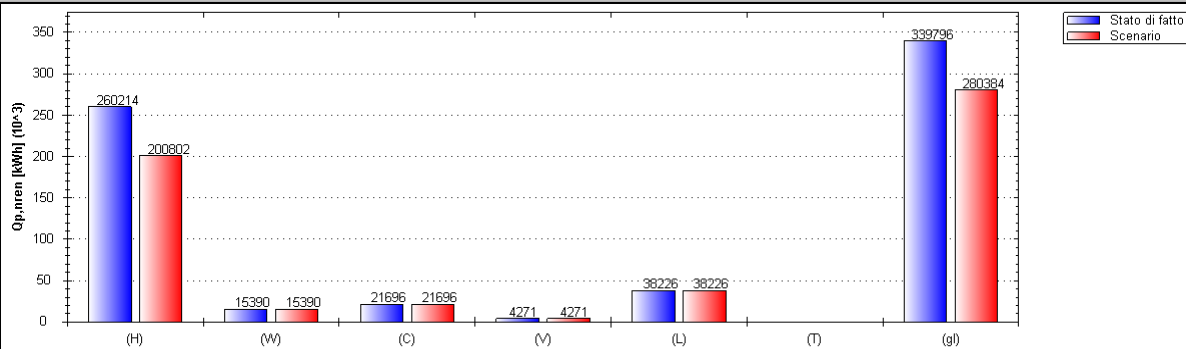
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13136	-2,8
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11126	0,0
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	54322	53947	-0,7

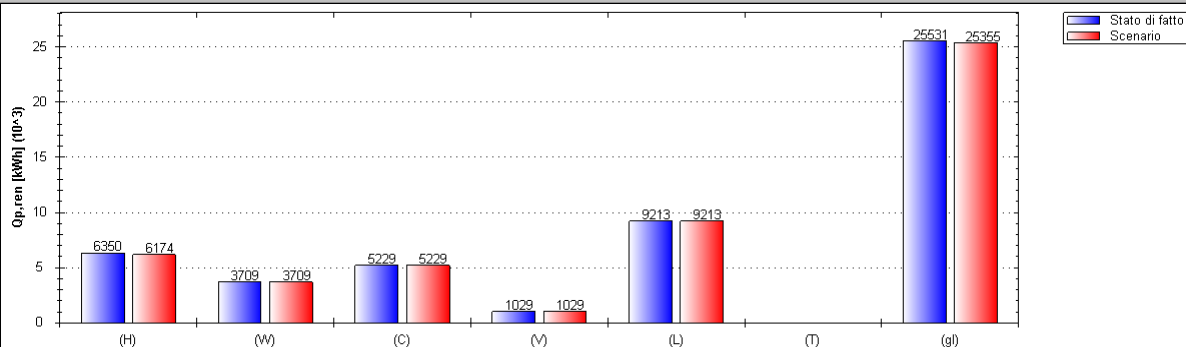
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



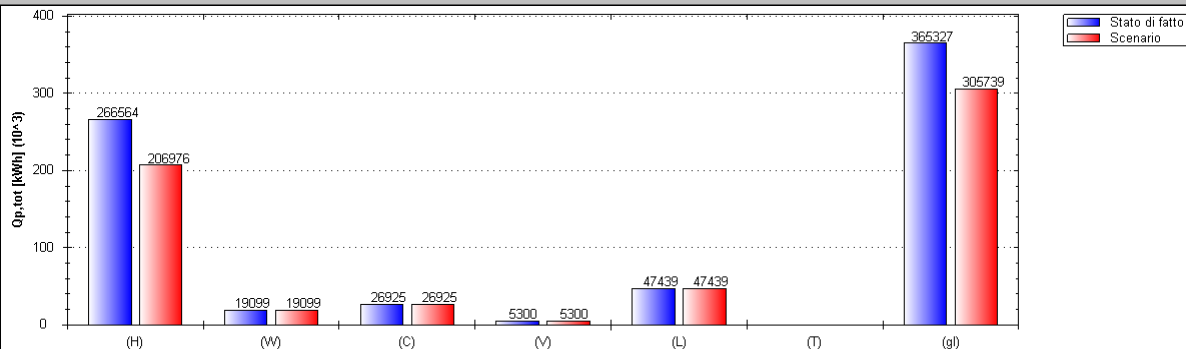
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	260214	200802	-22,8
Acqua calda sanitaria (W)	15390	15390	0,0
Raffrescamento (C)	21696	21696	0,0
Ventilazione (V)	4271	4271	0,0
Illuminazione (L)	38226	38226	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	339796	280384	-17,5

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6350	6174	-2,8
Acqua calda sanitaria (W)	3709	3709	0,0
Raffrescamento (C)	5229	5229	0,0
Ventilazione (V)	1029	1029	0,0
Illuminazione (L)	9213	9213	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	25531	25355	-0,7

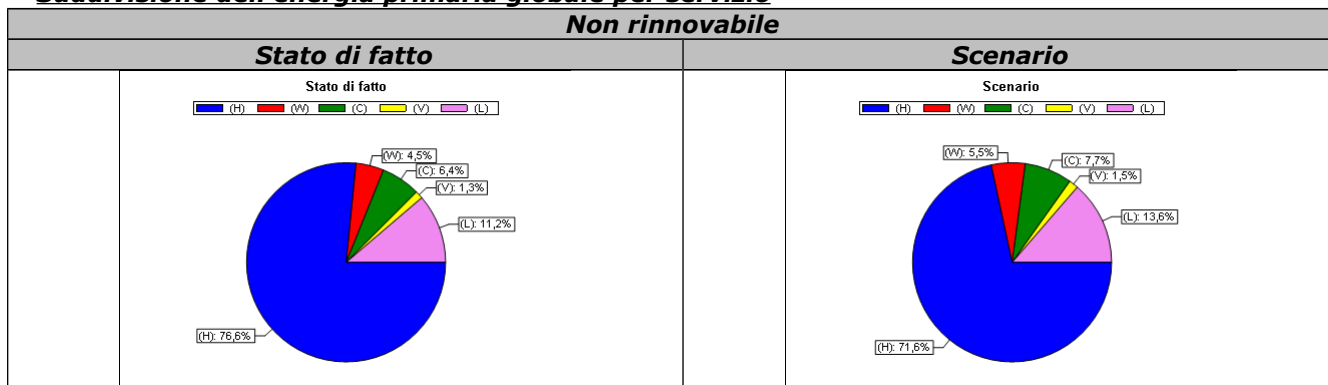
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	266564	206976	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	19099	19099	0,0
Raffrescamento (C)	26925	26925	0,0
Ventilazione (V)	5300	5300	0,0
Illuminazione (L)	47439	47439	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	365327	305739	-16,3

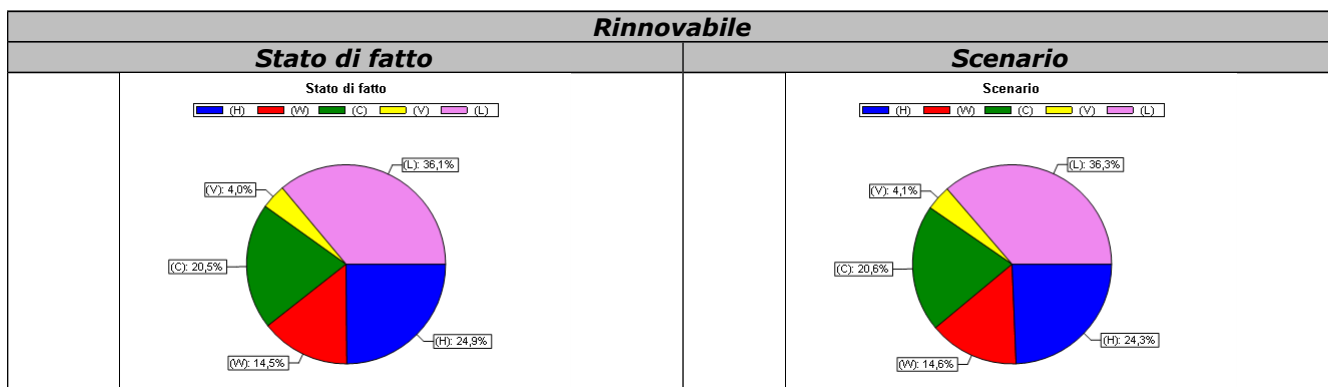
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



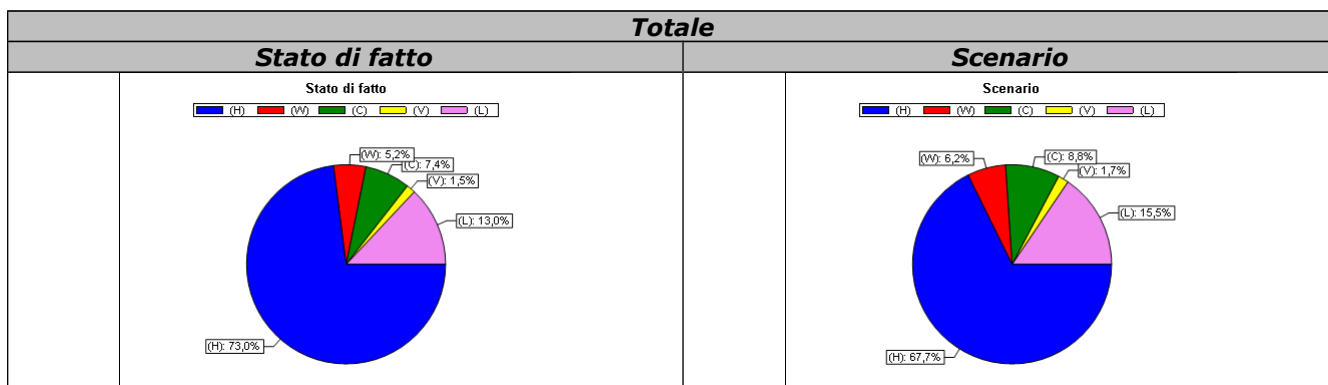
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	260214	76,6	200802	71,6
Acqua calda sanitaria (W)	15390	4,5	15390	5,5
Raffrescamento (C)	21696	6,4	21696	7,7
Ventilazione (V)	4271	1,3	4271	1,5
Illuminazione (L)	38226	11,2	38226	13,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	339796	100,0	280384	100,0

Rinnovabile



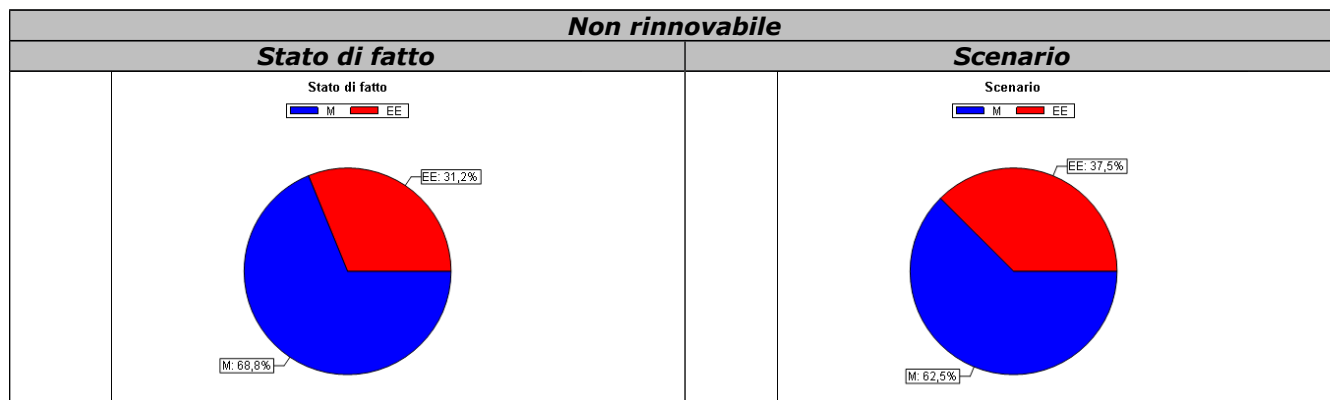
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	6350	24,9	6174	24,3
Acqua calda sanitaria (W)	3709	14,5	3709	14,6
Raffrescamento (C)	5229	20,5	5229	20,6
Ventilazione (V)	1029	4,0	1029	4,1
Illuminazione (L)	9213	36,1	9213	36,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	25531	100,0	25355	100,0

Totale

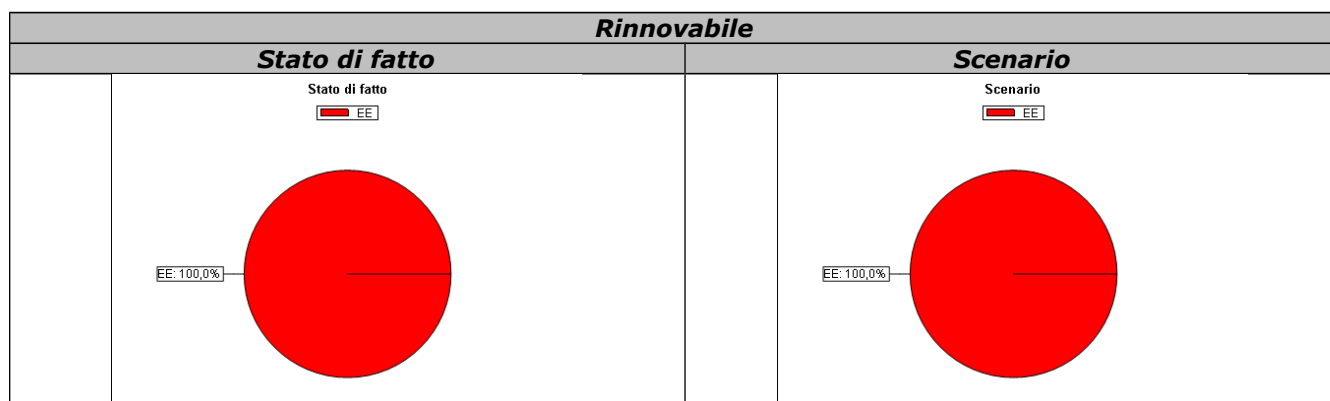


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	266564	73,0	206976	67,7
Acqua calda sanitaria (W)	19099	5,2	19099	6,2
Raffrescamento (C)	26925	7,4	26925	8,8
Ventilazione (V)	5300	1,5	5300	1,7
Illuminazione (L)	47439	13,0	47439	15,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	365327	100,0	305739	100,0

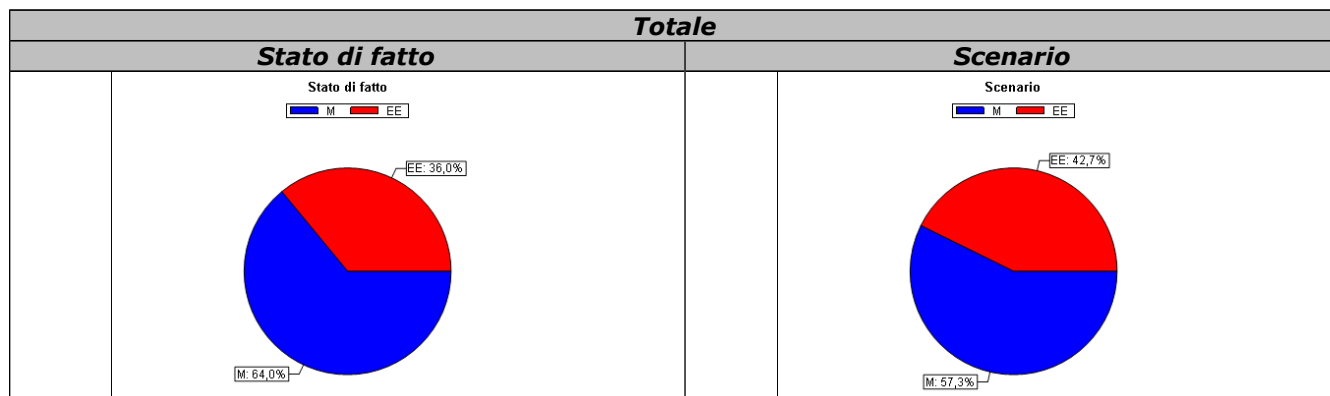
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	68,8	175187	62,5
Energia elettrica (EE)	105927	31,2	105197	37,5
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	339796	100,0	280384	100,0

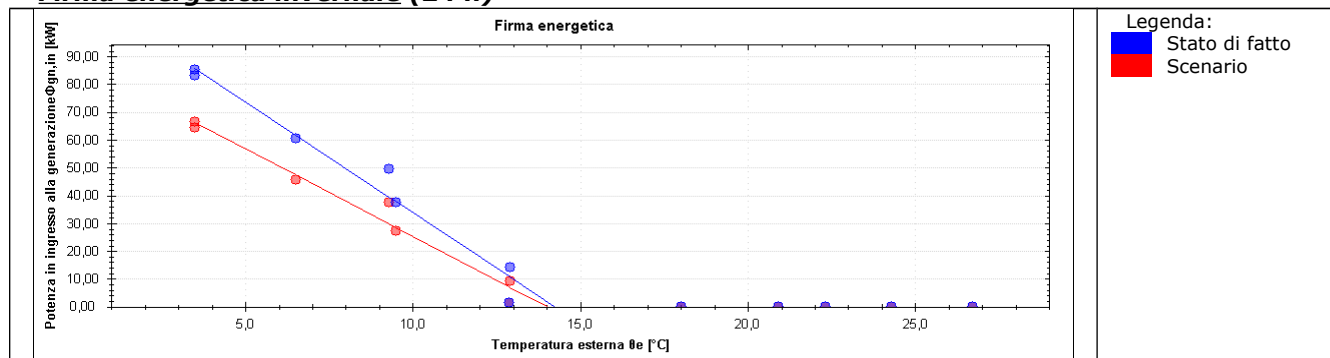


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	25531	100,0	25355	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	25531	100,0	25355	100,0



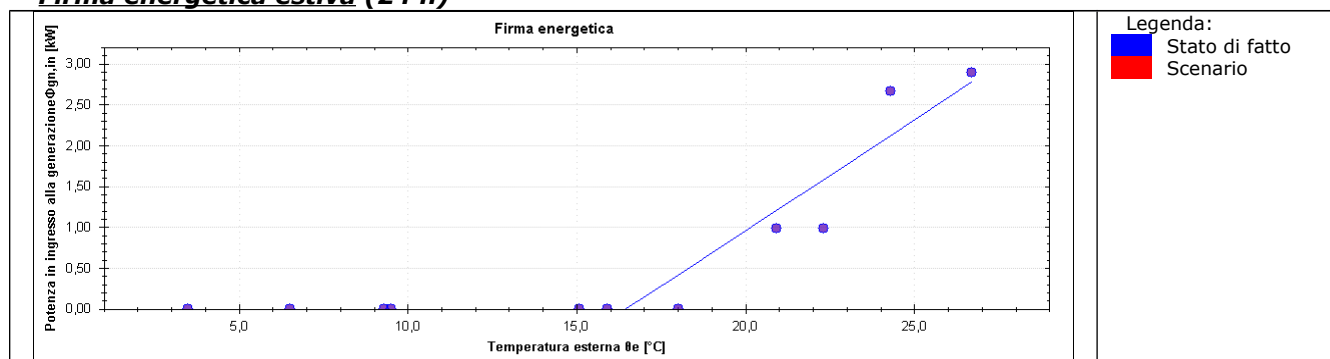
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	64,0	175187	57,3
Energia elettrica (EE)	131458	36,0	130552	42,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	365327	100,0	305739	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	31	61763	83,01	31	47950	64,45
febbraio	6,5	28	40634	60,47	28	30748	45,76
marzo	9,5	31	28025	37,67	31	20204	27,16
aprile	12,9	15	5074	14,09	15	3304	9,18
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	26,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	24,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	20,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	12,9	17	559	1,37	17	559	1,37
novembre	9,3	30	35734	49,63	30	27053	37,57
dicembre	3,5	31	63430	85,26	31	49516	66,55
TOTALE		183	235220	332	183	179333	252

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	6,5	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	9,5	0	0	0,00	0	0	0,00
aprile	15,1	14	0	0,00	14	0	0,00
maggio	18,0	31	0	0,00	31	0	0,00
giugno	22,3	30	715	0,99	30	715	0,99
luglio	26,7	31	2157	2,90	31	2157	2,90
agosto	24,3	31	1986	2,67	31	1986	2,67
settembre	20,9	30	706	0,98	30	706	0,98
ottobre	15,9	13	0	0,00	13	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		180	5564	8	180	5564	8

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

6.3 Isolamento sottotetto

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Isolamento sottotetto		
Costo stimato	C	18250,18	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3369,93	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	5,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	24,74	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

6.3.1 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S2		
Descrizione	Soffitto P1		
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati		
Superficie di calcolo	S _{calc}	834,02	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	310,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,875	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,916	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,037	W _t /mK
Spessore	s	160,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	470,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,206	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,248	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,289	W _t /m ² K

6.3.2 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.

Consumi (Co)

Metano [Nm ³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	18326	-18,2
Globale	22408	18326	-18,2
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13324	-1,4
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11222	0,9
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Globale	54322	54230	-0,2

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21751,88	18358,03	-15,6
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02	1973,02	0,0
Raffrescamento (C)	2781,48	2805,40	0,9
Ventilazione (V)	547,51	547,51	0,0
Illuminazione (L)	4900,77	4900,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	31954,66	28584,73	-10,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	18250,18
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	3369,93
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	5,4

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	92,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	88,4	87,2	-1,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,2	95,2	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	90,3	90,0	-0,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	85,5	85,3	-0,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	85,4	85,2	-0,3

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,0	95,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	48,7	48,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	39,3	39,3	0,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	132,9	127,8	-3,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	129,7	124,2	-4,3
Valore limite (η_{lim})	122,4	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	79,3	79,3	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	28,2	28,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	22,8	22,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

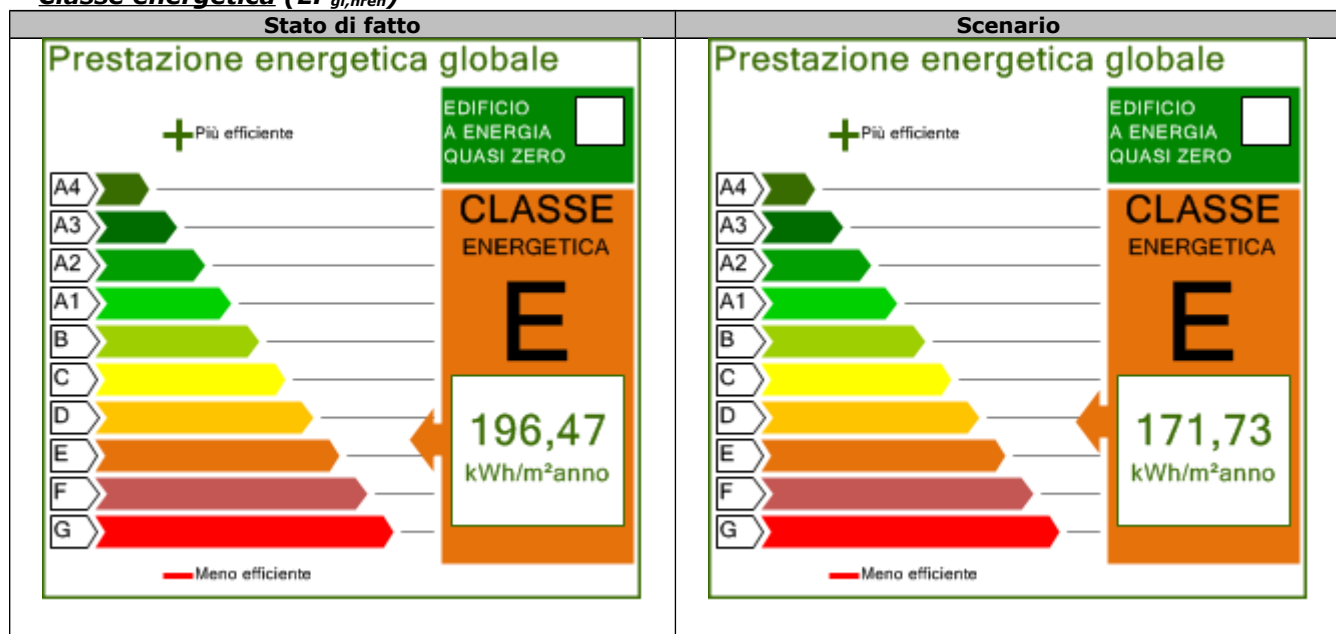
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	199,94	160,47	-19,7	100,69
Raffrescamento (C)	25,49	27,83	9,2	26,73

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	150,46	125,61	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	8,90	8,90	0,0
Raffrescamento (C)	12,54	12,65	0,9
Ventilazione (V)	2,47	2,47	0,0
Illuminazione (L)	22,10	22,10	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	196,47	171,73	-12,6
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	3,67	3,62	-1,4
Acqua calda sanitaria (W)	2,14	2,14	0,0
Raffrescamento (C)	3,02	3,05	0,9
Ventilazione (V)	0,60	0,60	0,0
Illuminazione (L)	5,33	5,33	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	14,76	14,74	-0,2
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	154,13	129,23	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	11,04	11,04	0,0
Raffrescamento (C)	15,57	15,70	0,9

Ventilazione (V)	3,06	3,06	0,0
Illuminazione (L)	27,43	27,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	211,23	186,47	-11,7
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	127,41	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	2,4	2,8	16,8	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	4,9	5,7	16,4	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	7,0	7,9	12,9	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52988,52	44382,05	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36	3630,36	0,0
Raffrescamento (C)	5117,92	5161,94	0,9
Ventilazione (V)	1007,42	1007,42	0,0
Illuminazione (L)	9017,41	9017,41	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	71761,64	63199,18	-11,9

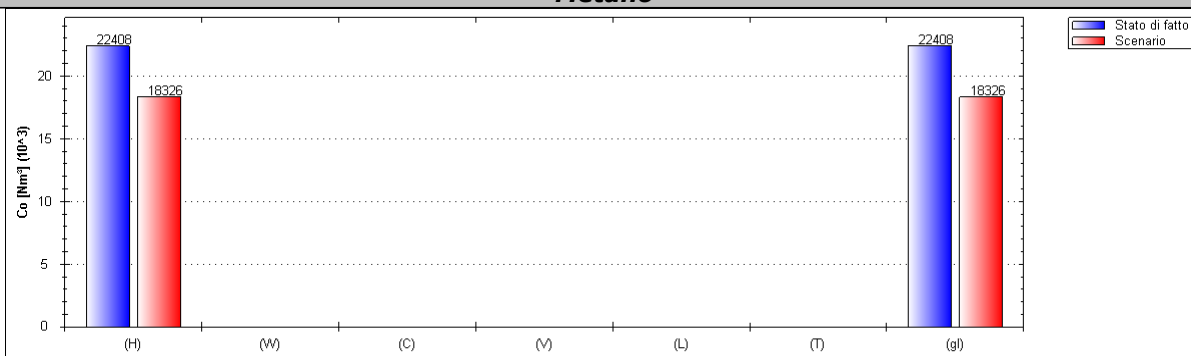
Legenda:

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

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

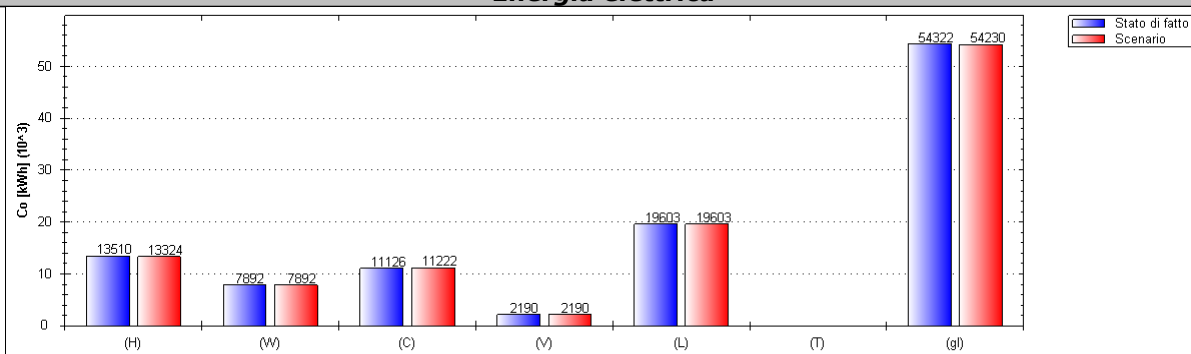
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	18326	-18,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	22408	18326	-18,2

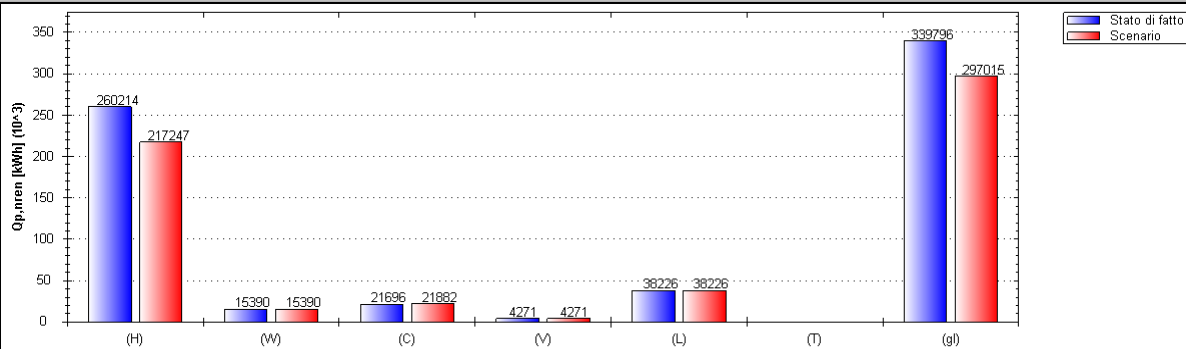
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13324	-1,4
Acqua calda sanitaria (W)	7892	7892	0,0
Raffrescamento (C)	11126	11222	0,9
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	54322	54230	-0,2

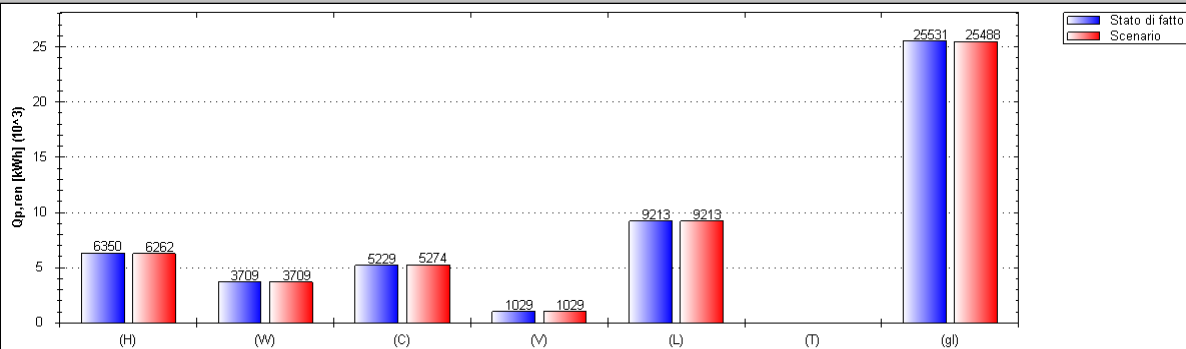
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



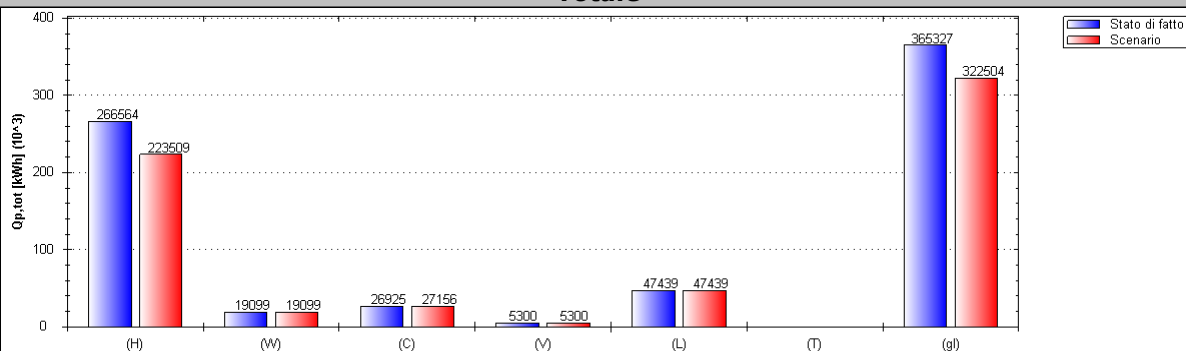
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	260214	217247	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	15390	15390	0,0
Raffrescamento (C)	21696	21882	0,9
Ventilazione (V)	4271	4271	0,0
Illuminazione (L)	38226	38226	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	339796	297015	-12,6

Rinnovabile



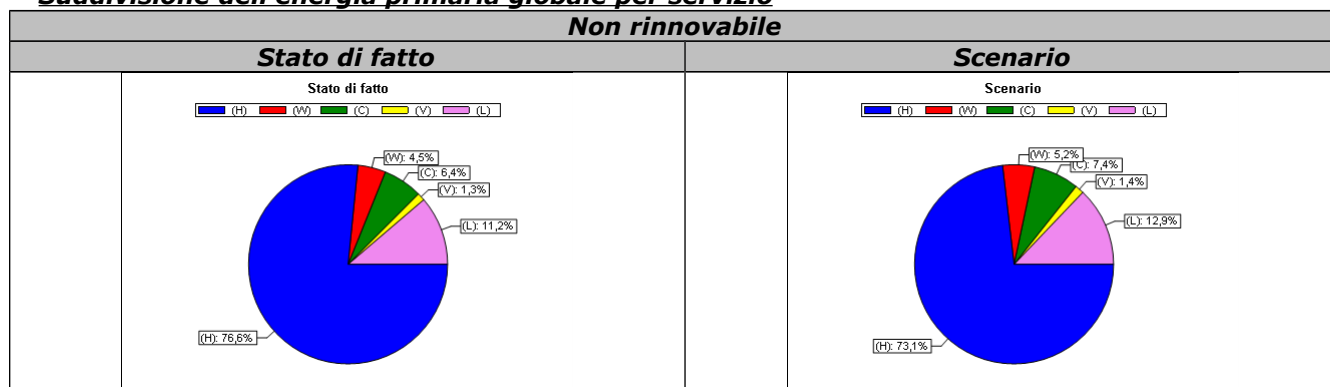
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6350	6262	-1,4
Acqua calda sanitaria (W)	3709	3709	0,0
Raffrescamento (C)	5229	5274	0,9
Ventilazione (V)	1029	1029	0,0
Illuminazione (L)	9213	9213	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	25531	25488	-0,2

Totale

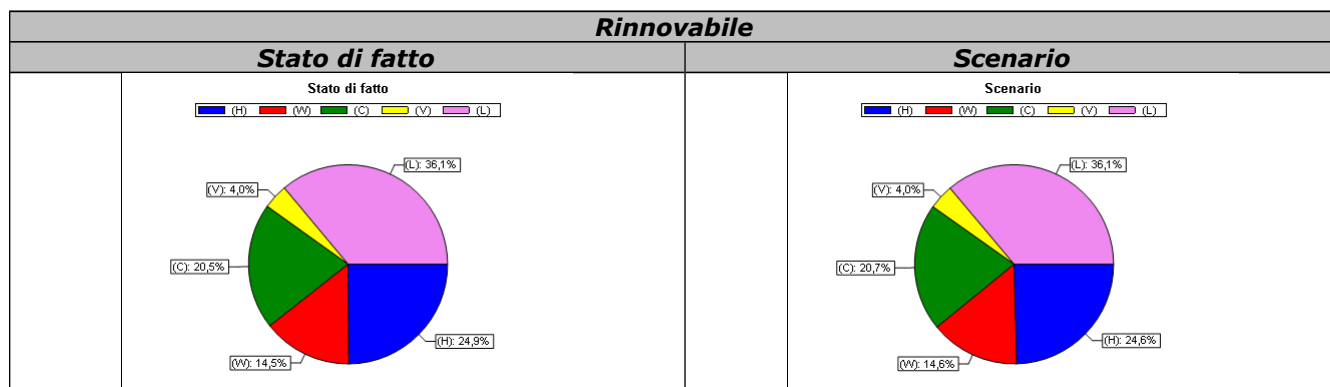


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	266564	223509	-16,2
Acqua calda sanitaria (W)	19099	19099	0,0
Raffrescamento (C)	26925	27156	0,9
Ventilazione (V)	5300	5300	0,0
Illuminazione (L)	47439	47439	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	365327	322504	-11,7

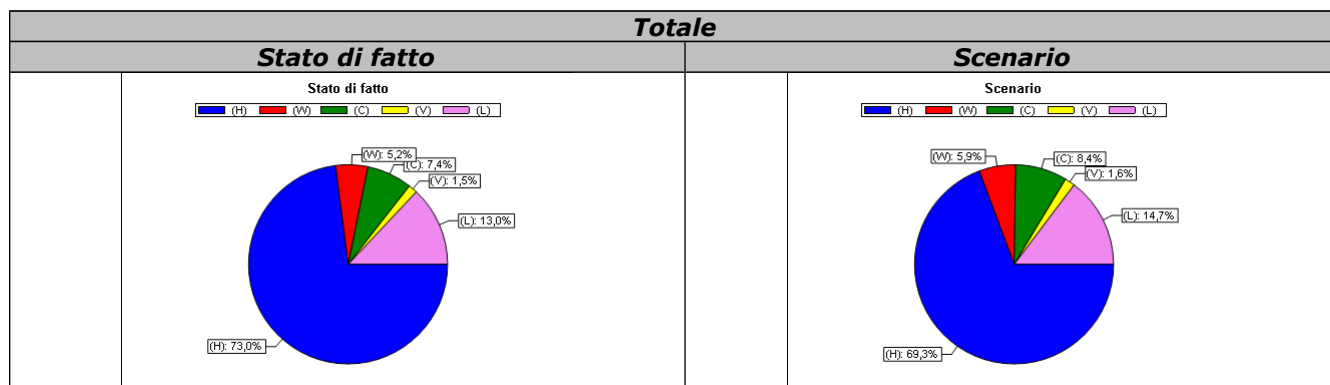
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	260214	76,6	217247	73,1
Acqua calda sanitaria (W)	15390	4,5	15390	5,2
Raffrescamento (C)	21696	6,4	21882	7,4
Ventilazione (V)	4271	1,3	4271	1,4
Illuminazione (L)	38226	11,2	38226	12,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	339796	100,0	297015	100,0

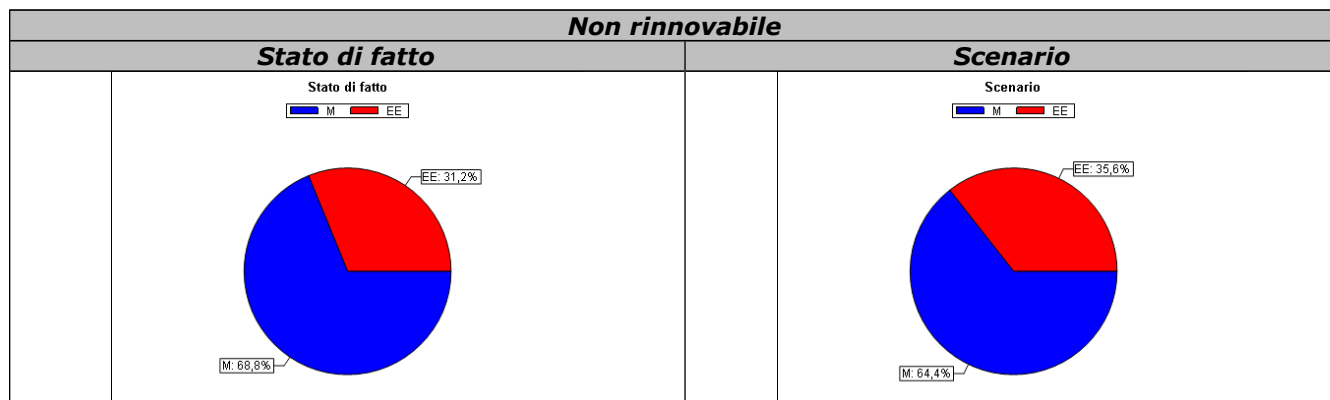


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	6350	24,9	6262	24,6
Acqua calda sanitaria (W)	3709	14,5	3709	14,6
Raffrescamento (C)	5229	20,5	5274	20,7
Ventilazione (V)	1029	4,0	1029	4,0
Illuminazione (L)	9213	36,1	9213	36,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	25531	100,0	25488	100,0

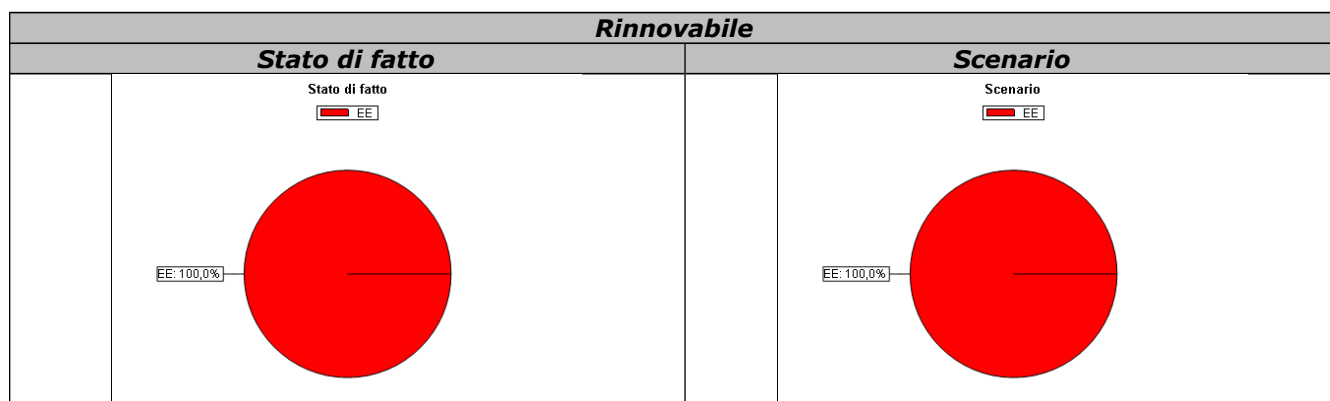


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	266564	73,0	223509	69,3
Acqua calda sanitaria (W)	19099	5,2	19099	5,9
Raffrescamento (C)	26925	7,4	27156	8,4
Ventilazione (V)	5300	1,5	5300	1,6
Illuminazione (L)	47439	13,0	47439	14,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	365327	100,0	322504	100,0

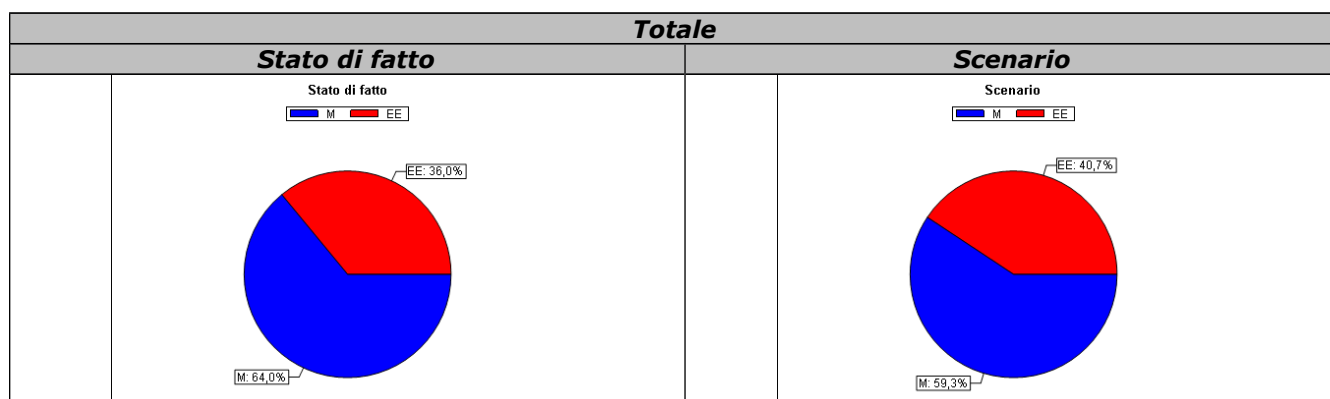
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	68,8	191266	64,4
Energia elettrica (EE)	105927	31,2	105749	35,6
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	339796	100,0	297015	100,0

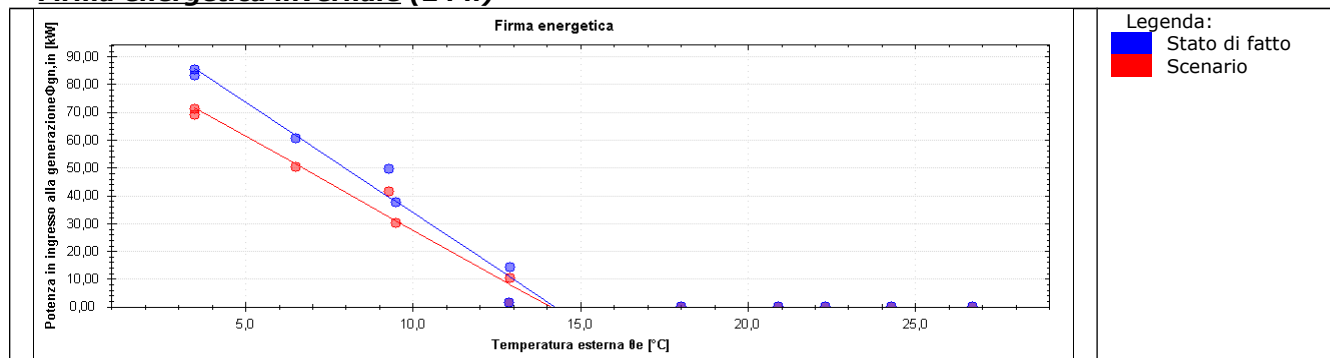


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	25531	100,0	25488	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	25531	100,0	25488	100,0



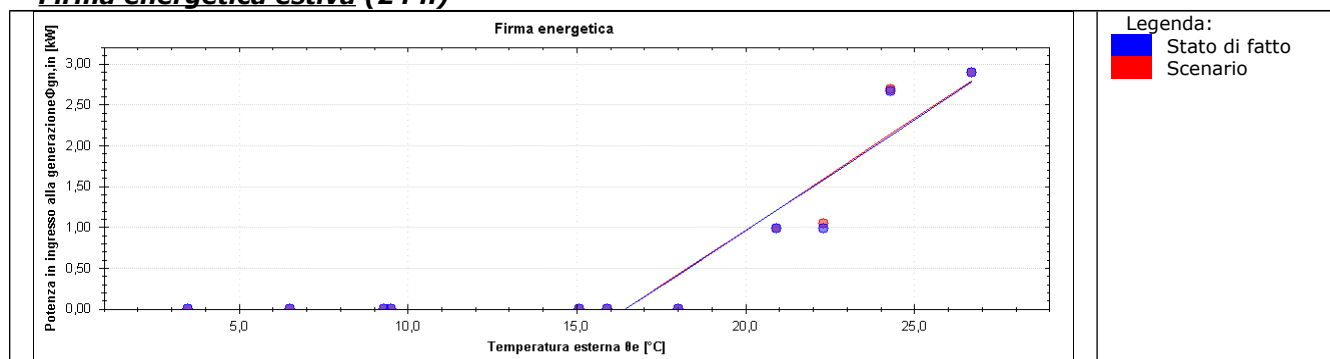
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	64,0	191266	59,3
Energia elettrica (EE)	131458	36,0	131238	40,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	365327	100,0	322504	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	31	61763	83,01	31	51457	69,16
febbraio	6,5	28	40634	60,47	28	33678	50,12
marzo	9,5	31	28025	37,67	31	22475	30,21
aprile	12,9	15	5074	14,09	15	3695	10,26
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	26,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	24,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	20,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	12,9	17	559	1,37	17	559	1,37
novembre	9,3	30	35734	49,63	30	29763	41,34
dicembre	3,5	31	63430	85,26	31	53019	71,26
TOTALE		183	235220	332	183	194646	274

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	6,5	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	9,5	0	0	0,00	0	0	0,00
aprile	15,1	14	0	0,00	15	0	0,00
maggio	18,0	31	0	0,00	31	1	0,00
giugno	22,3	30	715	0,99	30	749	1,04
luglio	26,7	31	2157	2,90	31	2150	2,89
agosto	24,3	31	1986	2,67	31	2004	2,69
settembre	20,9	30	706	0,98	30	708	0,98
ottobre	15,9	13	0	0,00	14	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		180	5564	8	182	5612	8

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

6.4 Installazione pannelli solari termici

Dati generali

Numero	4		
Descrizione	Installazione pannelli solari termici		
Costo stimato	C	5808,62	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1481,28	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	3,9	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	6,65	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

6.4.1 Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria
Descrizione	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

Intervento

Esposizione			
Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	10,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	

Collettori solari			
Tipologia	Collettori piani vetrati		
Coefficiente di perdita lineare	a_1	3,500	W_t/m^2K
Coefficiente di perdita quadratico	a_2	0,015	W_t/m^2K^2
Rendimento a perdite nulle	η_0	0,78	-
Coefficiente angolo di incidenza	IAM	0,94	-
Superficie di apertura del singolo collettore	S	4,00	m^2
Numero di collettori	n	2	

Accumulo impianto solare			
Dispersione termica	$k_{W,sol,boll}$	2,633	W_t/K
Volume nominale	V_n	300,000	litri
Temperatura media	θ_s	50,000	°C

6.4.2 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.

Consumi (Co)

Metano [Nm^3]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	22419	0,0
Globale	22408	22419	0,0
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13511	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	7892	1931	-75,5
Raffrescamento (C)	11126	11126	0,0
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Globale	54322	48361	-11,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21751,88	21760,96	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02	482,66	-75,5
Raffrescamento (C)	2781,48	2781,48	0,0
Ventilazione (V)	547,51	547,51	0,0
Illuminazione (L)	4900,77	4900,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	31954,66	30473,38	-4,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	5808,62
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	1481,28
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	3,9

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	92,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	88,4	88,4	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,2	95,2	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	90,3	90,3	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	85,5	85,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	85,4	85,4	0,0

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,0	95,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	48,7	48,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	39,3	39,3	0,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	132,9	132,8	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	129,7	129,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	122,4	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	79,3	83,4	5,1
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	28,2	115,5	308,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	22,8	48,4	112,4
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

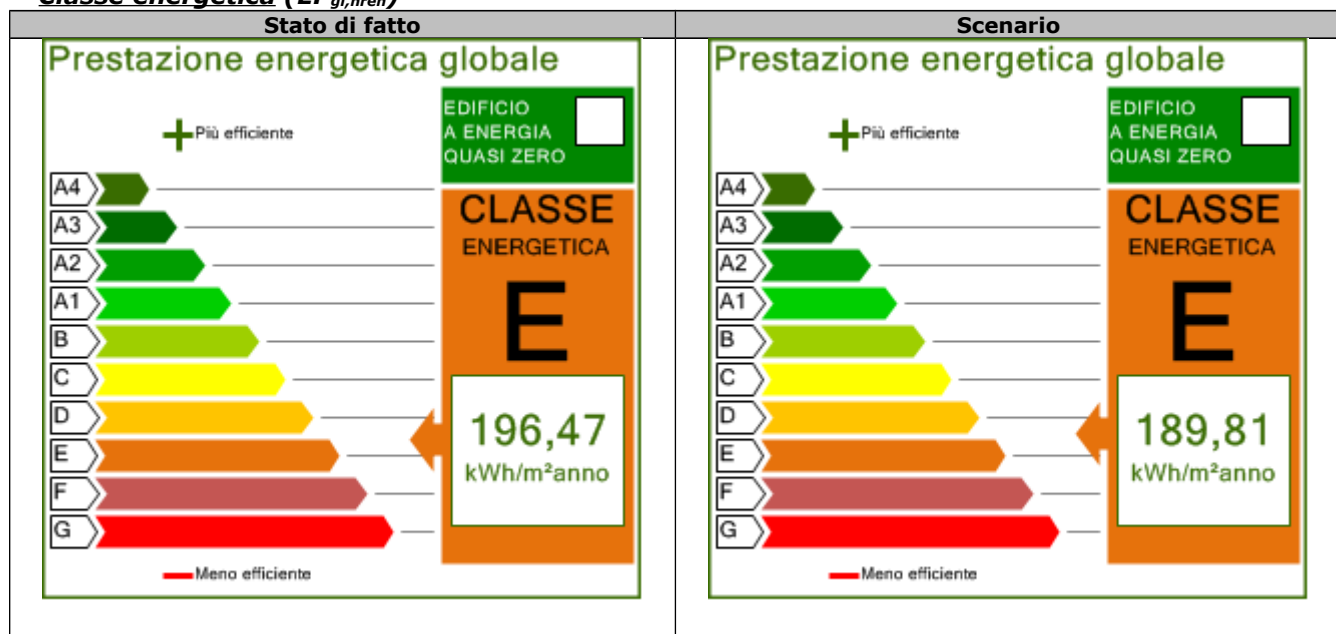
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	199,94	199,94	0,0	100,69
Raffrescamento (C)	25,49	25,49	0,0	26,73

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	150,46	150,52	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	8,90	2,18	-75,5
Raffrescamento (C)	12,54	12,54	0,0
Ventilazione (V)	2,47	2,47	0,0
Illuminazione (L)	22,10	22,10	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	196,47	189,81	-3,4
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	3,67	3,67	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	2,14	3,02	40,9
Raffrescamento (C)	3,02	3,02	0,0
Ventilazione (V)	0,60	0,60	0,0
Illuminazione (L)	5,33	5,33	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	14,76	15,64	5,9
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	154,13	154,19	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	11,04	5,20	-52,9
Raffrescamento (C)	15,57	15,57	0,0

Ventilazione (V)	3,06	3,06	0,0
Illuminazione (L)	27,43	27,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	211,23	205,45	-2,7
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	127,41	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	2,4	2,4	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	58,1	199,3	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	4,9	5,6	14,3	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	7,0	7,6	8,6	-

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_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52988,52	53011,55	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36	888,10	-75,5
Raffrescamento (C)	5117,92	5117,92	0,0
Ventilazione (V)	1007,42	1007,42	0,0
Illuminazione (L)	9017,41	9017,41	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	71761,64	69042,39	-3,8

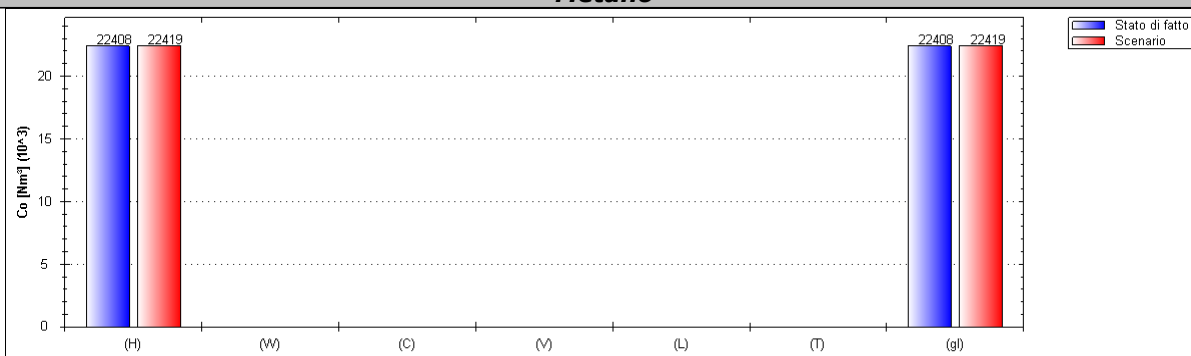
Legenda:

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

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

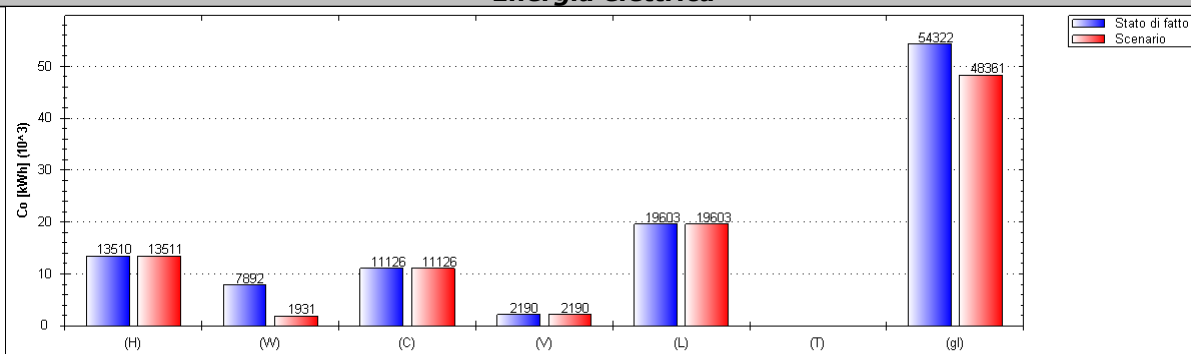
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	22419	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	22408	22419	0,0

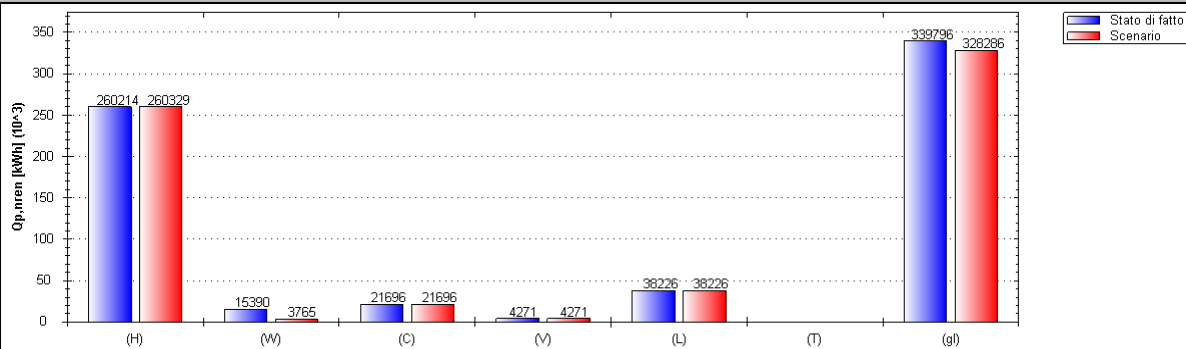
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13511	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	7892	1931	-75,5
Raffrescamento (C)	11126	11126	0,0
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19603	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	54322	48361	-11,0

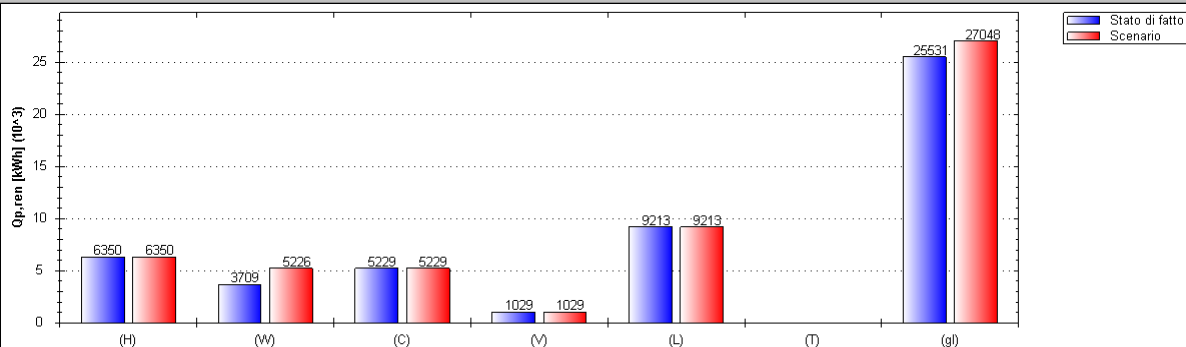
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



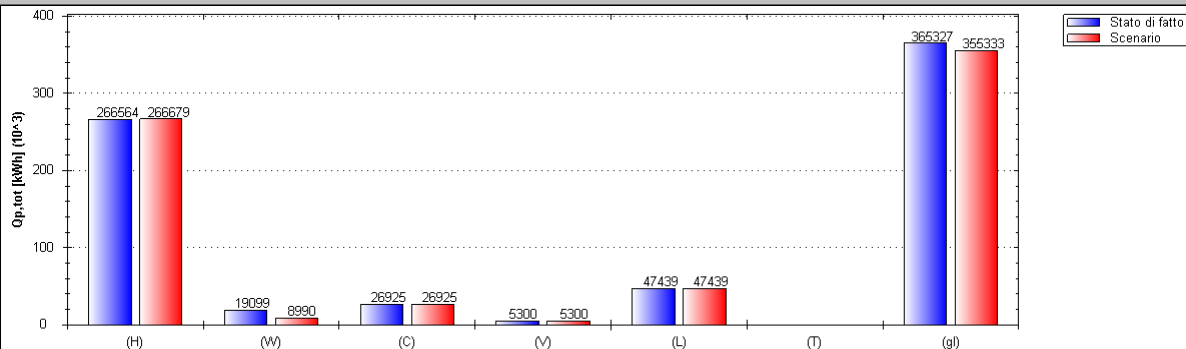
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	260214	260329	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	15390	3765	-75,5
Raffrescamento (C)	21696	21696	0,0
Ventilazione (V)	4271	4271	0,0
Illuminazione (L)	38226	38226	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	339796	328286	-3,4

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6350	6350	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	3709	5226	40,9
Raffrescamento (C)	5229	5229	0,0
Ventilazione (V)	1029	1029	0,0
Illuminazione (L)	9213	9213	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	25531	27048	5,9

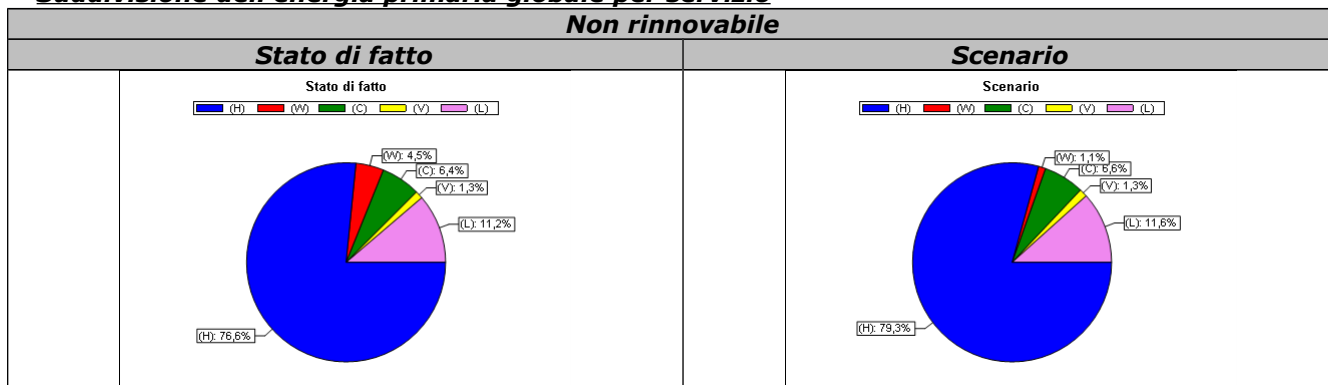
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	266564	266679	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	19099	8990	-52,9
Raffrescamento (C)	26925	26925	0,0
Ventilazione (V)	5300	5300	0,0
Illuminazione (L)	47439	47439	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	365327	355333	-2,7

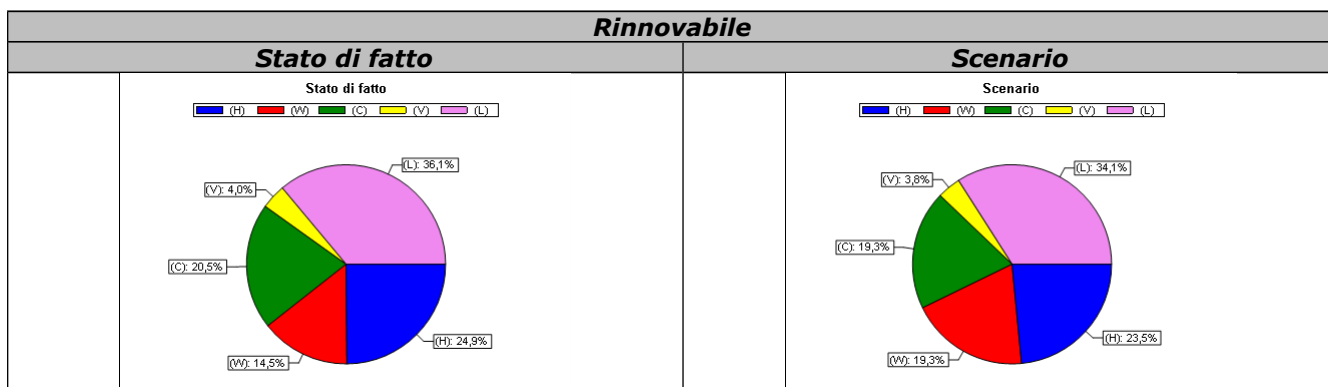
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



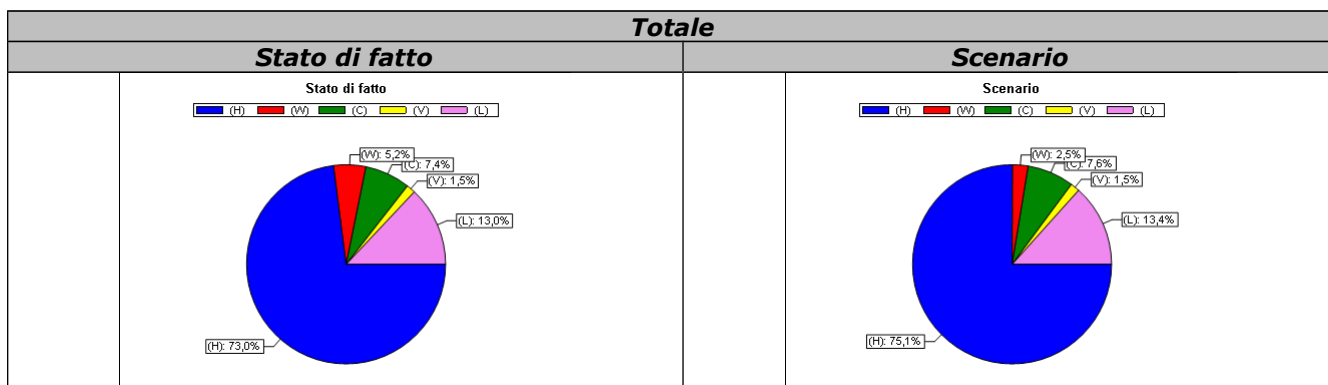
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	260214	76,6	260329	79,3
Acqua calda sanitaria (W)	15390	4,5	3765	1,1
Raffrescamento (C)	21696	6,4	21696	6,6
Ventilazione (V)	4271	1,3	4271	1,3
Illuminazione (L)	38226	11,2	38226	11,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	339796	100,0	328286	100,0

Rinnovabile



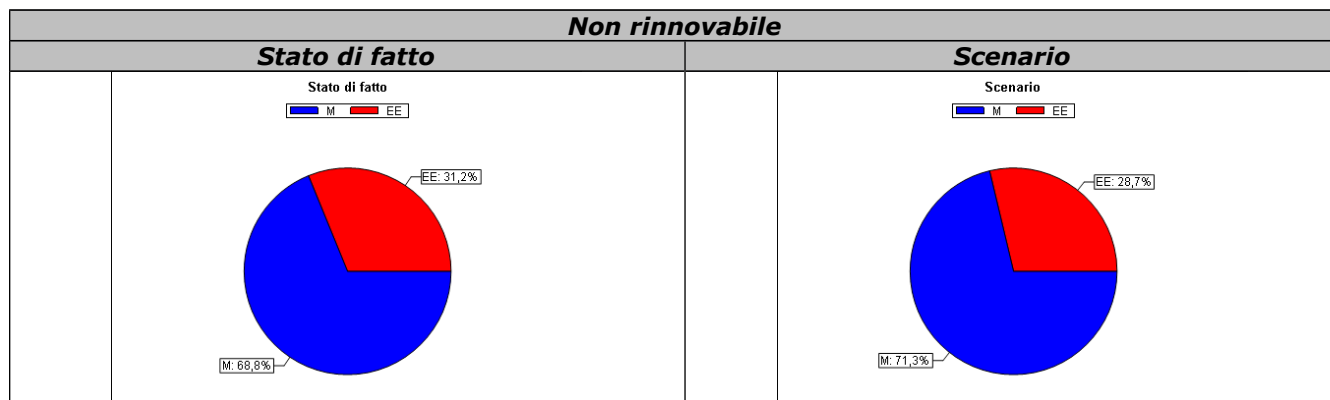
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	6350	24,9	6350	23,5
Acqua calda sanitaria (W)	3709	14,5	5226	19,3
Raffrescamento (C)	5229	20,5	5229	19,3
Ventilazione (V)	1029	4,0	1029	3,8
Illuminazione (L)	9213	36,1	9213	34,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	25531	100,0	27048	100,0

Totale

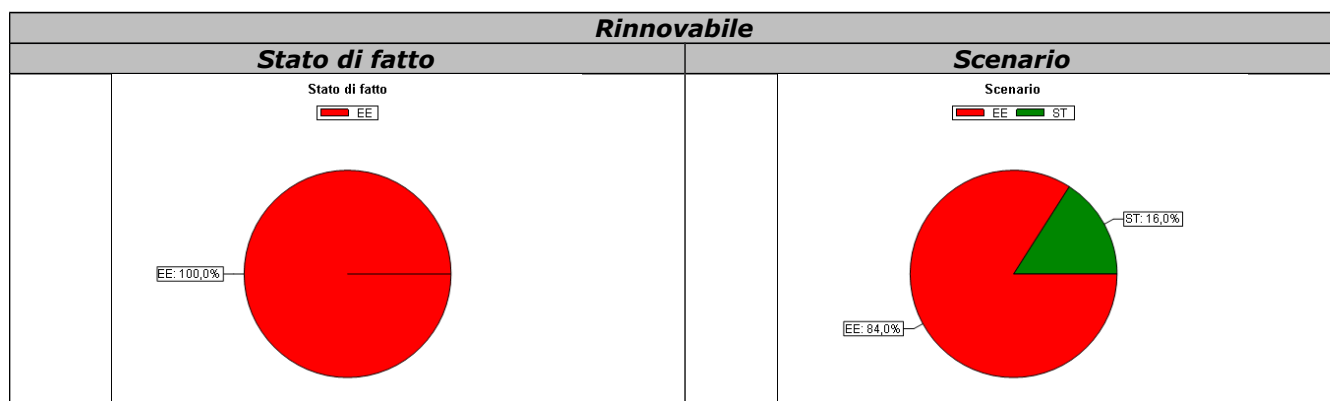


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	266564	73,0	266679	75,1
Acqua calda sanitaria (W)	19099	5,2	8990	2,5
Raffrescamento (C)	26925	7,4	26925	7,6
Ventilazione (V)	5300	1,5	5300	1,5
Illuminazione (L)	47439	13,0	47439	13,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	365327	100,0	355333	100,0

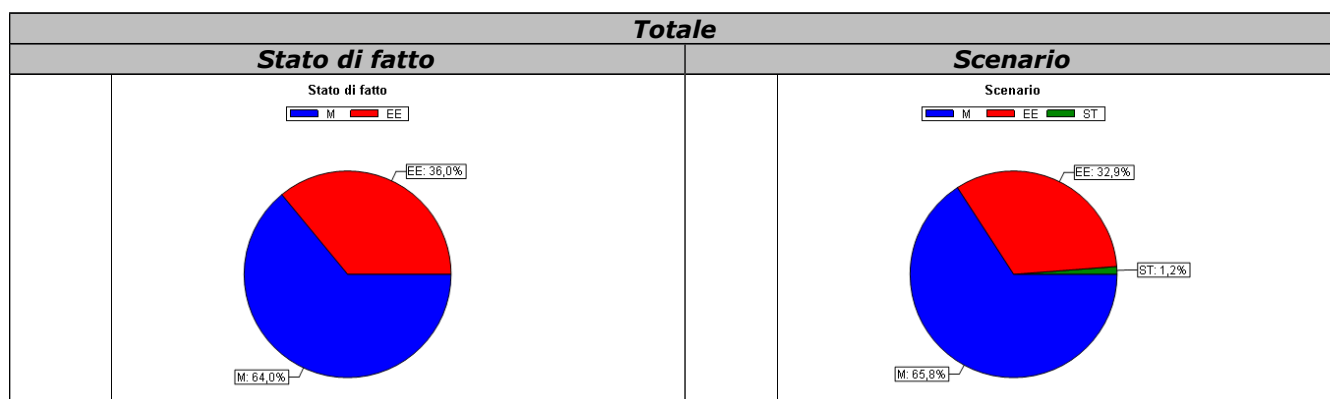
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	68,8	233982	71,3
Energia elettrica (EE)	105927	31,2	94303	28,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	339796	100,0	328286	100,0

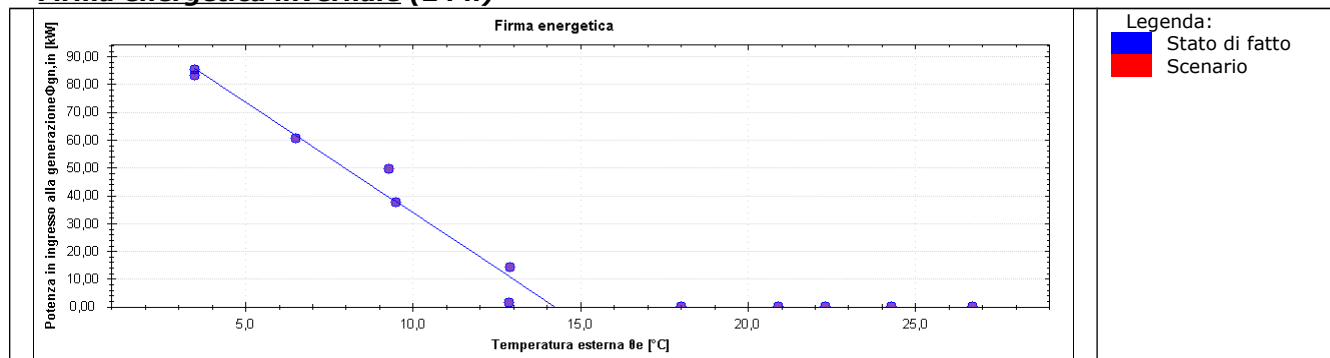


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	25531	100,0	22730	84,0
Solare termico (ST)	0	0,0	4318	16,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	25531	100,0	27048	100,0



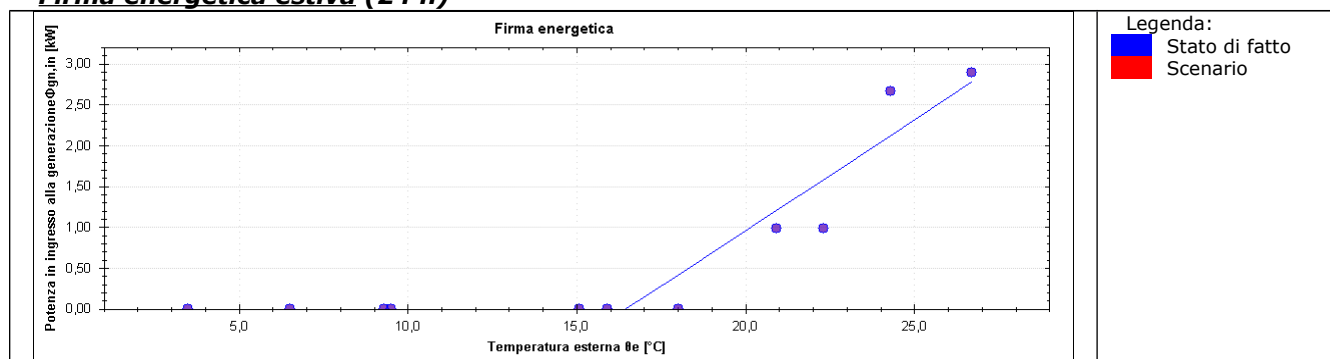
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	64,0	233982	65,8
Energia elettrica (EE)	131458	36,0	117033	32,9
Solare termico (ST)	0	0,0	4318	1,2
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	365327	100,0	355333	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	31	61763	83,01	31	61782	83,04
febbraio	6,5	28	40634	60,47	28	40652	60,49
marzo	9,5	31	28025	37,67	31	28046	37,70
aprile	12,9	15	5074	14,09	15	5083	14,12
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	26,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	24,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	20,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	12,9	17	559	1,37	17	559	1,37
novembre	9,3	30	35734	49,63	30	35756	49,66
dicembre	3,5	31	63430	85,26	31	63449	85,28
TOTALE		183	235220	332	183	235328	332

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	6,5	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	9,5	0	0	0,00	0	0	0,00
aprile	15,1	14	0	0,00	14	0	0,00
maggio	18,0	31	0	0,00	31	0	0,00
giugno	22,3	30	715	0,99	30	715	0,99
luglio	26,7	31	2157	2,90	31	2157	2,90
agosto	24,3	31	1986	2,67	31	1986	2,67
settembre	20,9	30	706	0,98	30	706	0,98
ottobre	15,9	13	0	0,00	13	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		180	5564	8	180	5564	8

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

6.5 Complessivo

Dati generali

Numero	5		
Descrizione	Complessivo		
Costo stimato	C	134241,77	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	9103,90	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	14,7	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	62,54	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione serramenti
3	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
5	Generatori multipli per il riscaldamento
4	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

6.5.1 Sostituzione serramenti

Dati generali

Intervento	<i>1</i>
Tipologia	<i>Sostituzione serramenti</i>
Descrizione	<i>Sostituzione serramenti</i>

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	<i>W16</i>		
Descrizione	<i>PF 115x255</i>		
Tipo	<i>da locale climatizzato verso esterno</i>		
Esposizioni considerate	<i>O</i>		
Superficie di calcolo	S_{calc}	<i>113,26</i>	m ²

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	$U_{g,in}$	<i>3,300</i>	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$	<i>3,137</i>	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	<i>1,400</i>	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	<i>Doppio vetro 4+12+4 argon</i>		
k telaio		<i>1,600</i>	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	<i>Alluminio taglio termico - 75mm</i>		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	$U_{g,fin}$	<i>1,300</i>	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	<i>1,398</i>	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	<i>1,400</i>	W _t /m ² K

6.5.2 Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato
Descrizione	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S2		
Descrizione	Soffitto P1		
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati		
Superficie di calcolo	S _{calc}	834,02	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	310,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,875	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,916	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,289	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,037	W _t /mK
Spessore	s	160,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	470,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,206	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,248	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,289	W _t /m ² K

6.5.3 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>
Descrizione	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>

Descrizione sintetica intervento

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

Intervento

Regolazione			
Tipologia di regolazione	<i>Per singolo ambiente + climatica</i>		
Caratteristiche regolazione	<i>P banda proporzionale 0,5 °C</i>		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	99,0	%

6.5.4 Generatori multipli per il riscaldamento

Dati generali

Intervento	5
Tipologia	Generatori multipli per il riscaldamento
Descrizione	Generatori multipli per il riscaldamento

Intervento

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Caratteristiche caldaia			
Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	100,00	kW _t
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	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico			
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	410	W _{el}

Generatore 2 - Caldaia a condensazione

Caratteristiche caldaia			
Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	270,00	kW _t
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	θ_r	40	°C
Rendimento di generazione	η_{gen}	104,00	%

Vettore energetico			
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh _t /Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	f _{p,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,000	-
Totale	f _{p,tot}	1,050	-

Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	661	W _{el}

6.5.5 Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

Dati generali

Intervento	4
Tipologia	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria
Descrizione	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

Intervento

Esposizione			
Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	10,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	

Collettori solari			
Tipologia	Collettori piani vetrati		
Coefficiente di perdita lineare	a_1	3,500	W_t/m^2K
Coefficiente di perdita quadratico	a_2	0,015	W_t/m^2K^2
Rendimento a perdite nulle	η_0	0,78	-
Coefficiente angolo di incidenza	IAM	0,94	-
Superficie di apertura del singolo collettore	S	4,00	m^2
Numero di collettori	n	2	

Accumulo impianto solare			
Dispersione termica	$k_{W,sol,boll}$	2,633	W_t/K
Volume nominale	V_n	300,000	litri
Temperatura media	θ_s	50,000	°C

6.5.6 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.

Consumi (Co)

Metano [Nm^3]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	13214	-41,0
Globale	22408	13214	-41,0
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13002	-3,8
Acqua calda sanitaria (W)	7892	1931	-75,5
Raffrescamento (C)	11126	11196	0,6
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19742	0,7
Globale	54322	48062	-11,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	21751,88	14085,98	-35,2
Acqua calda sanitaria (W)	1973,02	482,66	-75,5
Raffrescamento (C)	2781,48	2799,08	0,6
Ventilazione (V)	547,51	547,51	0,0
Illuminazione (L)	4900,77	4935,52	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	31954,66	22850,76	-28,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	134241,77
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	9103,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	14,7

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,3	92,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	88,4	99,0	11,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,2	95,2	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	90,3	107,4	19,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	85,5	101,6	18,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	85,4	101,4	18,7

Riscaldamento aeraulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	95,0	95,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	48,7	48,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	39,3	39,3	0,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	132,9	164,9	24,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	129,7	158,9	22,5
Valore limite (η_{lim})	122,4	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	79,3	83,4	5,1
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	28,2	115,5	308,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	22,8	48,4	112,4
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

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

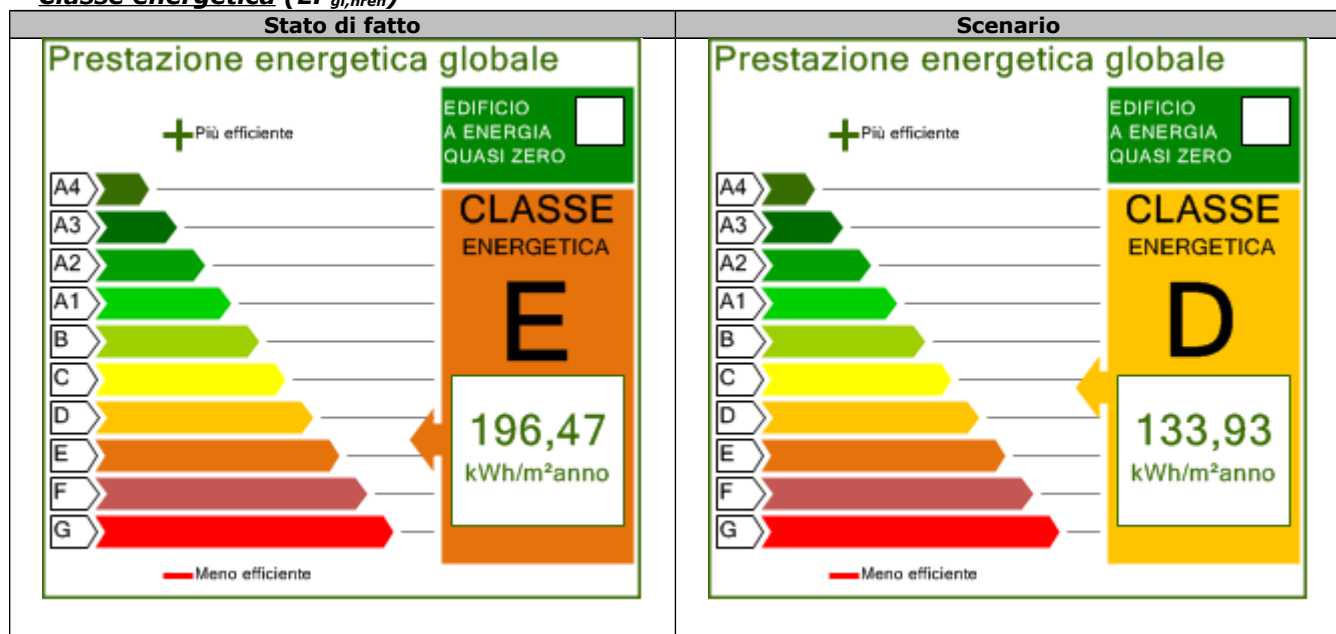
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	199,94	155,64	-22,2	100,69
Raffrescamento (C)	25,49	27,18	6,6	26,73

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	150,46	94,40	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	8,90	2,18	-75,5
Raffrescamento (C)	12,54	12,62	0,6
Ventilazione (V)	2,47	2,47	0,0
Illuminazione (L)	22,10	22,26	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	196,47	133,93	-31,8
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	3,67	3,53	-3,8
Acqua calda sanitaria (W)	2,14	3,02	40,9
Raffrescamento (C)	3,02	3,04	0,6
Ventilazione (V)	0,60	0,60	0,0
Illuminazione (L)	5,33	5,36	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	14,76	15,56	5,4
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	154,13	97,93	-36,5
Acqua calda sanitaria (W)	11,04	5,20	-52,9
Raffrescamento (C)	15,57	15,67	0,6

Ventilazione (V)	3,06	3,06	0,0
Illuminazione (L)	27,43	27,62	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	211,23	149,49	-29,2
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	127,41	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	2,4	3,6	50,4	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	58,1	199,3	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	4,9	8,1	65,4	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	7,0	10,4	48,7	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52988,52	33563,75	-36,7
Acqua calda sanitaria (W)	3630,36	888,10	-75,5
Raffrescamento (C)	5117,92	5150,32	0,6
Ventilazione (V)	1007,42	1007,42	0,0
Illuminazione (L)	9017,41	9081,36	0,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	71761,64	49690,94	-30,8

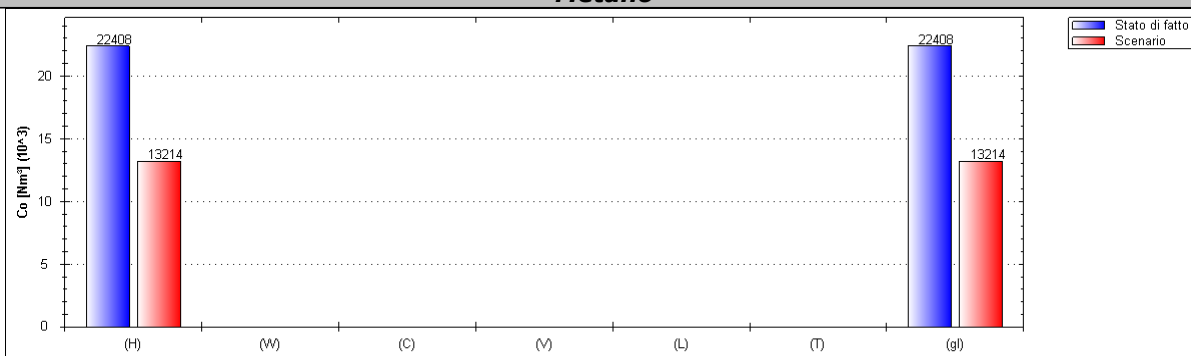
Legenda:

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

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

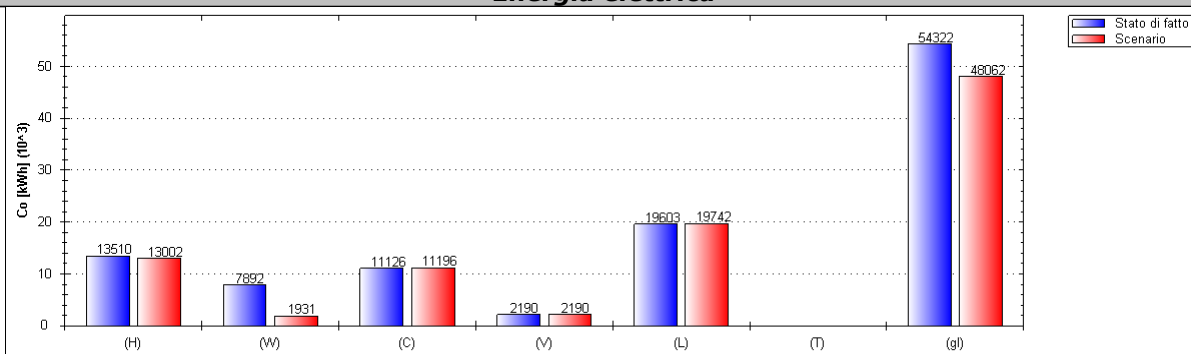
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	22408	13214	-41,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	22408	13214	-41,0

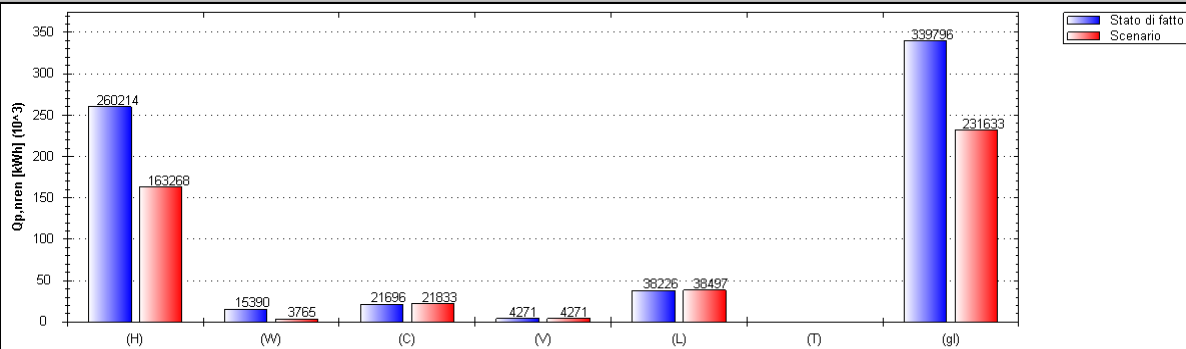
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13510	13002	-3,8
Acqua calda sanitaria (W)	7892	1931	-75,5
Raffrescamento (C)	11126	11196	0,6
Ventilazione (V)	2190	2190	0,0
Illuminazione (L)	19603	19742	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	54322	48062	-11,5

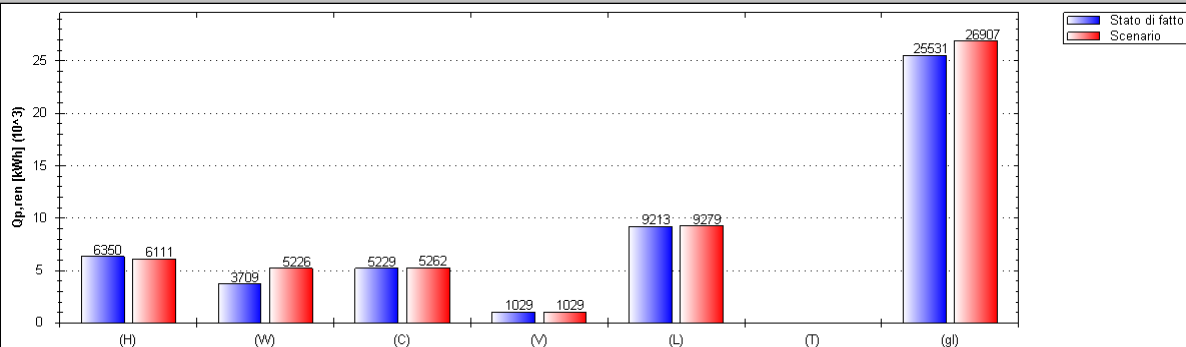
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



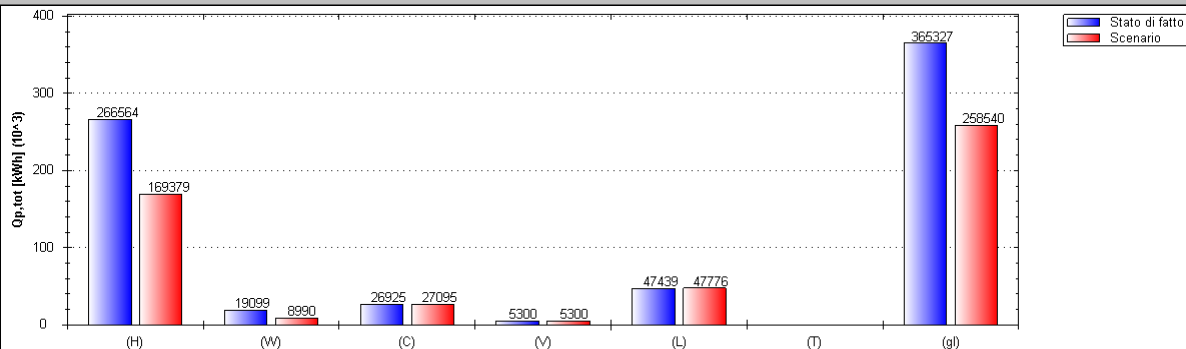
Servizio	$Q_{p,nren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,nren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	260214	163268	-37,3
Acqua calda sanitaria (W)	15390	3765	-75,5
Raffrescamento (C)	21696	21833	0,6
Ventilazione (V)	4271	4271	0,0
Illuminazione (L)	38226	38497	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	339796	231633	-31,8

Rinnovabile



Servizio	$Q_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	6350	6111	-3,8
Acqua calda sanitaria (W)	3709	5226	40,9
Raffrescamento (C)	5229	5262	0,6
Ventilazione (V)	1029	1029	0,0
Illuminazione (L)	9213	9279	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	25531	26907	5,4

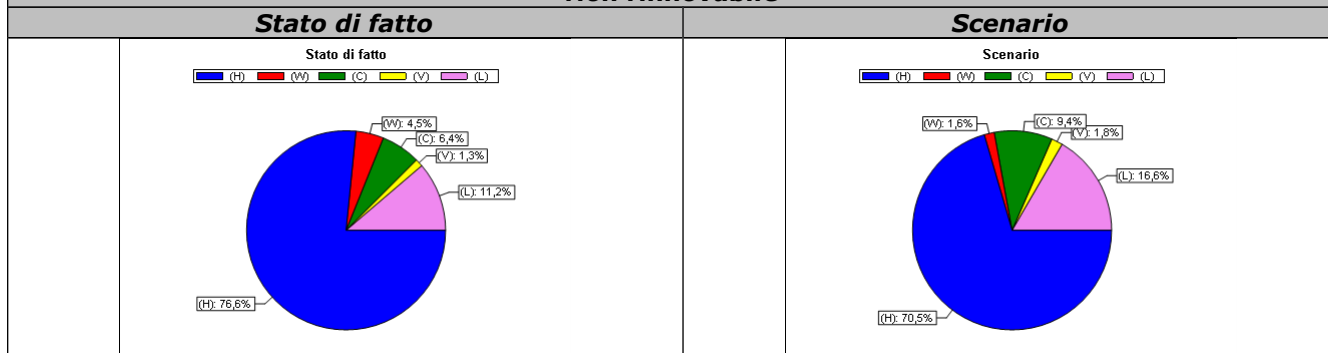
Totale



Servizio	$Q_{p,tot,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	266564	169379	-36,5
Acqua calda sanitaria (W)	19099	8990	-52,9
Raffrescamento (C)	26925	27095	0,6
Ventilazione (V)	5300	5300	0,0
Illuminazione (L)	47439	47776	0,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	365327	258540	-29,2

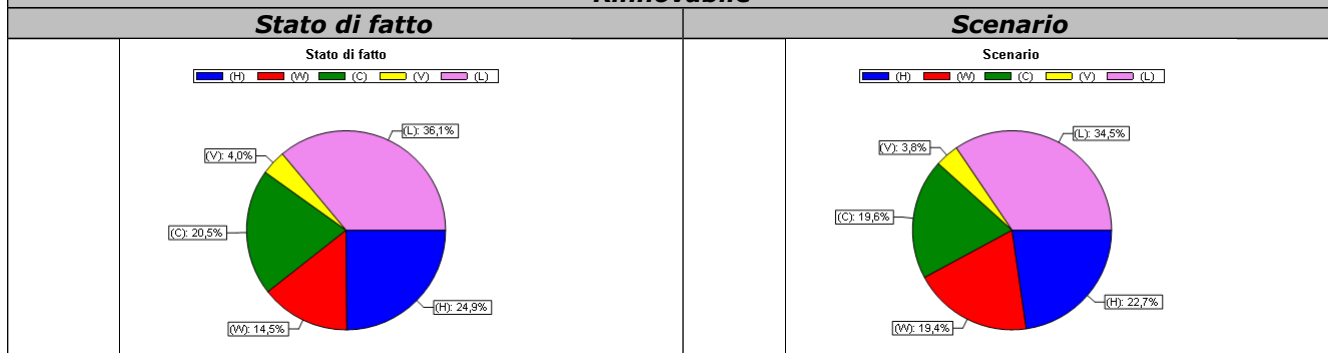
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



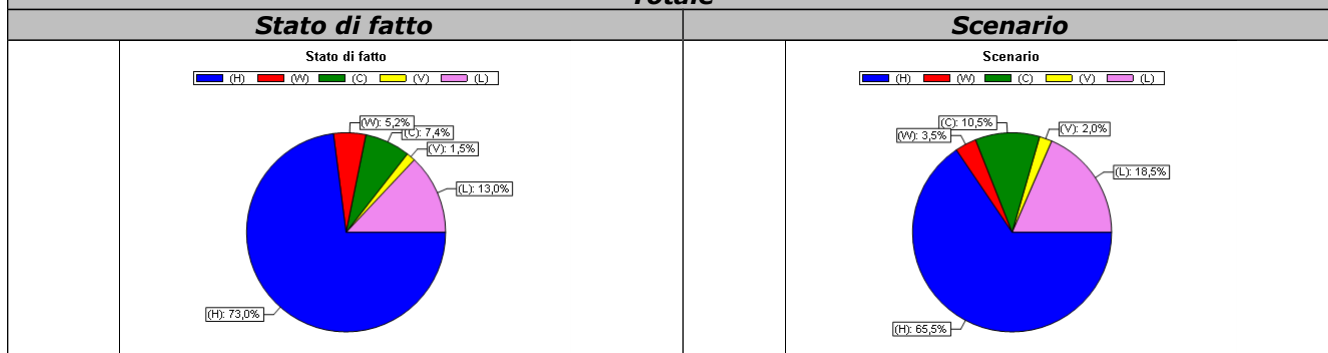
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	260214	76,6	163268	70,5
Acqua calda sanitaria (W)	15390	4,5	3765	1,6
Raffrescamento (C)	21696	6,4	21833	9,4
Ventilazione (V)	4271	1,3	4271	1,8
Illuminazione (L)	38226	11,2	38497	16,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	339796	100,0	231633	100,0

Rinnovabile



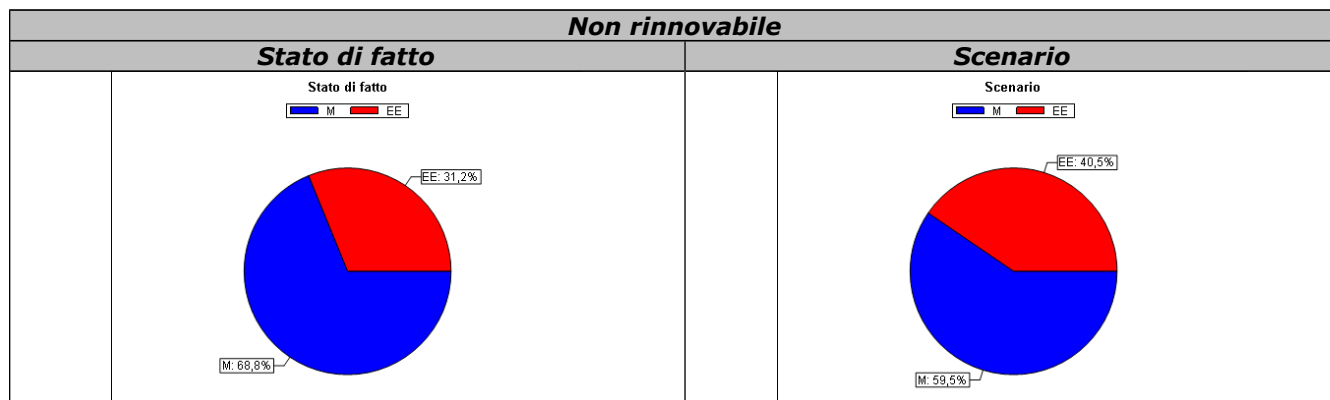
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	6350	24,9	6111	22,7
Acqua calda sanitaria (W)	3709	14,5	5226	19,4
Raffrescamento (C)	5229	20,5	5262	19,6
Ventilazione (V)	1029	4,0	1029	3,8
Illuminazione (L)	9213	36,1	9279	34,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	25531	100,0	26907	100,0

Totale

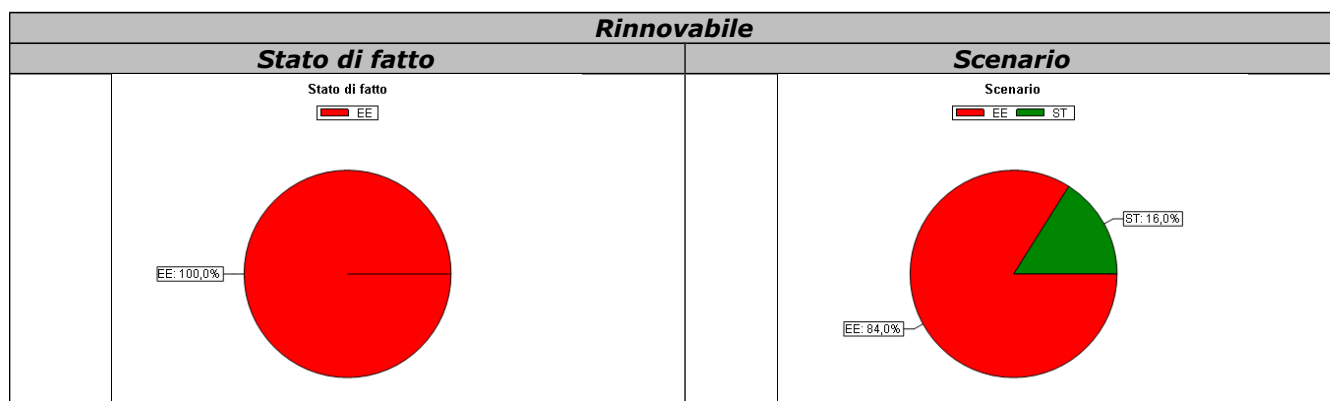


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	266564	73,0	169379	65,5
Acqua calda sanitaria (W)	19099	5,2	8990	3,5
Raffrescamento (C)	26925	7,4	27095	10,5
Ventilazione (V)	5300	1,5	5300	2,0
Illuminazione (L)	47439	13,0	47776	18,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	365327	100,0	258540	100,0

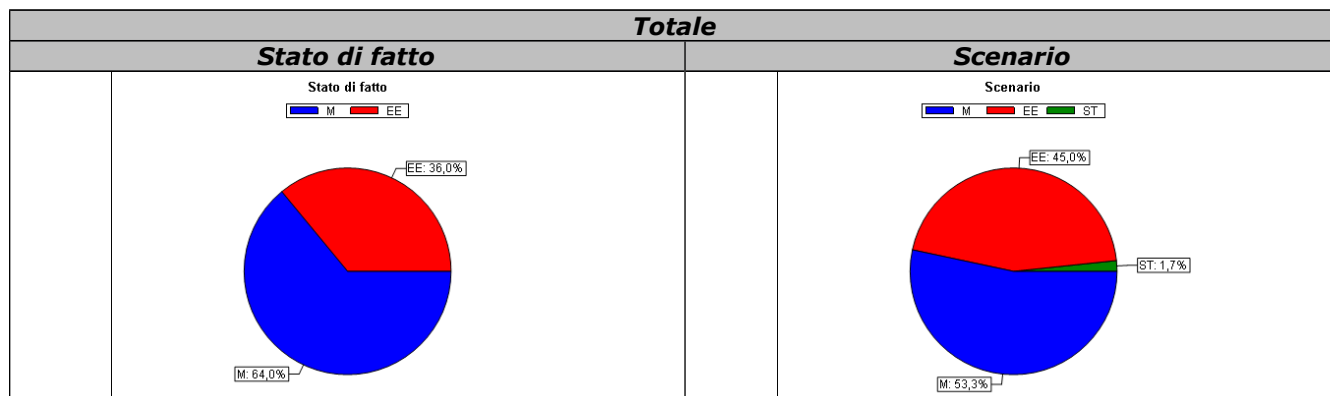
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	68,8	137913	59,5
Energia elettrica (EE)	105927	31,2	93720	40,5
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	339796	100,0	231633	100,0

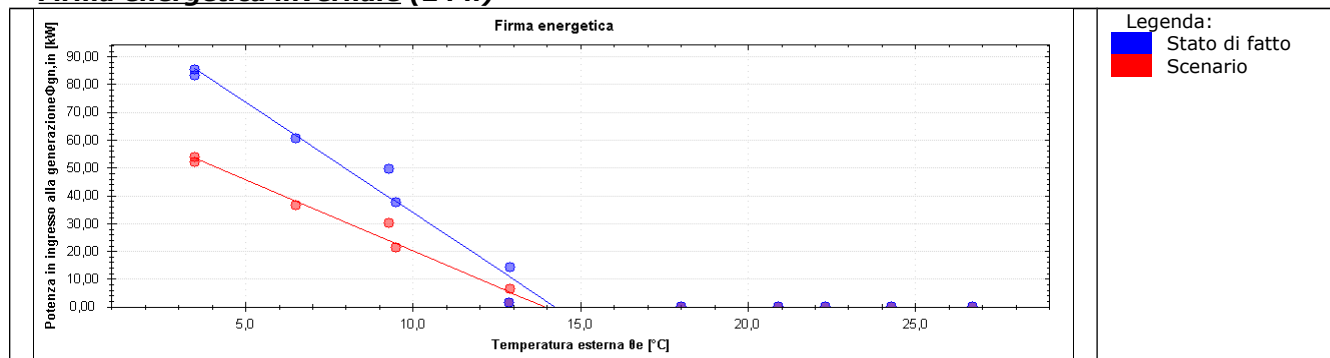


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	25531	100,0	22589	84,0
Solare termico (ST)	0	0,0	4318	16,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	25531	100,0	26907	100,0



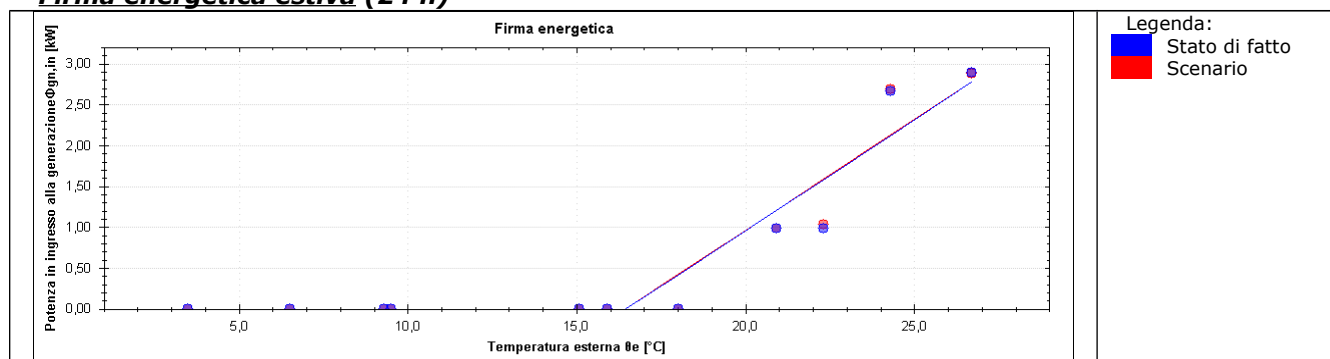
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	233869	64,0	137913	53,3
Energia elettrica (EE)	131458	36,0	116309	45,0
Solare termico (ST)	0	0,0	4318	1,7
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	365327	100,0	258540	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	31	61763	83,01	31	38741	52,07
febbraio	6,5	28	40634	60,47	28	24617	36,63
marzo	9,5	31	28025	37,67	31	15761	21,18
aprile	12,9	15	5074	14,09	15	2378	6,61
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	26,7	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	24,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	20,9	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	12,9	17	559	1,37	17	559	1,37
novembre	9,3	30	35734	49,63	30	21678	30,11
dicembre	3,5	31	63430	85,26	31	40098	53,90
TOTALE		183	235220	332	183	143834	202

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	6,5	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	9,5	0	0	0,00	0	0	0,00
aprile	15,1	14	0	0,00	15	0	0,00
maggio	18,0	31	0	0,00	31	1	0,00
giugno	22,3	30	715	0,99	30	747	1,04
luglio	26,7	31	2157	2,90	31	2141	2,88
agosto	24,3	31	1986	2,67	31	2002	2,69
settembre	20,9	30	706	0,98	30	709	0,98
ottobre	15,9	13	0	0,00	14	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		180	5564	8	182	5600	8

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
g	Giorni
$Q_{gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione
$\Phi_{gen,in}$	Potenza in ingresso alla generazione

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

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

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

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

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	<i>Sostituzione infissi</i>	67091,93	15	-1811,85
2	<i>Termoregolazione e sostituzione generatore</i>	60997,36	15	15124,15
3	<i>Isolamento sottotetto</i>	18250,18	15	29294,97
4	<i>Installazione pannelli solari termici</i>	5808,62	15	14532,00
5	<i>Complessivo</i>	134241,77	15	51750,66

Legenda:

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

7.1 Sostituzione infissi

7.1.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	15	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	30,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Qta [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	Al m ²	434,28	113,26	49185,60	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	97,74	50,00	4887,00	Si
Pompe - di circolazione	15	Al pezzo	2000,00	6,00	12000,00	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	1019,33	1,00	1019,33	Si

Legenda:

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

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	49185,60	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Valvola - Termostatica	20	4887,00	1,5	73,30	15	11,96	876,99
Pompe - di circolazione	15	12000,00	2,0	240,00	15	11,96	2871,27
Oneri della sicurezza	0	1019,33	0,0	0,00	0	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pompe - di circolazione	15	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

$R_{d,sost,k}$	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att,k}$	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
$C_{sost,att}$	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t_{vita} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	35	49185,6 0	0,0	42,9	0,00	35,9	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	4887,00	5,0	75,0	183,26	55,7	102,05
Pompe - di circolazione	15	0	15	12000,0 0	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	1019,33	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00

Legenda:

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

7.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	2558,27	15	11,96	30606,14
Acqua calda sanitaria	0,00	15	11,96	0,00
Raffrescamento	5,96	15	11,96	71,26
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	0,00	15	11,96	0,00
Trasporto	0,00	15	11,96	0,00

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]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	49185,60	15	28106,06	15	64,5	18118,43
Valvola - Termostatica	20	0	4887,00	15	1221,75	15	64,5	787,59
Pompe - di circolazione	15	0	12000,00	15	0,00	15	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	1019,33	0	0,00	15	64,5	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	$C_{in,tot,det}$	67091,93	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	20127,58	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	1	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,97	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	19546,98	€

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	3748,26
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	102,05
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	30677,41
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	18906,02
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	19546,98
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	$C_{in,tot}$	67091,93	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	3850,32	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	69130,41	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	-1811,85	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	-151,45	€

7.2 Termoregolazione e sostituzione generatore

7.2.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	15	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	40,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Qta [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
<i>Caldia - a condensazione</i>	20	Al pezzo	43091,03	1,00	43091,03	Si
<i>Valvola - Termostatica</i>	20	Al pezzo	97,74	50,00	4887,00	Si
<i>Pompe - di circolazione</i>	15	Al pezzo	2000,00	6,00	12000,00	Si
<i>Oneri della sicurezza</i>	0	Al pezzo	1019,33	1,00	1019,33	Si

Legenda:

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

7.2.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
<i>Caldia - a condensazione</i>	20	43091,03	1,5	646,37	15	11,96	7732,87
<i>Valvola - Termostatica</i>	20	4887,00	1,5	73,30	15	11,96	876,99
<i>Pompe - di circolazione</i>	15	12000,00	2,0	240,00	15	11,96	2871,27
<i>Oneri della sicurezza</i>	0	1019,33	0,0	0,00	0	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
<i>Caldia - a condensazione</i>	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Valvola - Termostatica</i>	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Pompe - di circolazione</i>	15	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Oneri della sicurezza</i>	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	20	43091,03	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	4887,00	5,0	75,0	183,26	55,7	102,05
Pompe - di circolazione	15	0	15	12000,00	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	1019,33	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00

Legenda:

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

7.2.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	4704,04	15	11,96	56277,37
Acqua calda sanitaria	0,00	15	11,96	0,00
Raffrescamento	0,00	15	11,96	0,00
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	0,00	15	11,96	0,00
Trasporto	0,00	15	11,96	0,00

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} [€]
Caldaia - a condensazione	20	0	43091,03	15	10772,76	15	64,5	6944,60
Valvola - Termostatica	20	0	4887,00	15	1221,75	15	64,5	787,59
Pompe - di circolazione	15	0	12000,00	15	0,00	15	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	1019,33	0	0,00	15	64,5	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}	60997,36	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	24398,94	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	1	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	0,97	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	23695,13	€

7.2.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore
-------------	---------	--------

		[€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	11481,14
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	102,05
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	56277,37
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	7732,20
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	23695,13
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	$C_{in,tot}$	60997,36	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	11583,19	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	87704,70	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	15124,15	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	1264,18	€

7.3 Isolamento sottotetto

7.3.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	15	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	50,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	1019,33	1,00	1019,33	No
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	Al m ²	20,66	834,02	17230,85	No

Legenda:

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

7.3.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Oneri della sicurezza	0	1019,33	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	17230,85	0,0	0,00	15	11,96	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Oneri della sicurezza	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita}	n _{sost}	t _{smal}	C _{in}	p _{smal}	k _{smal}	C _{smal}	R _{d, smal}	C _{smal, att}
------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------	------------------------

	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Oneri della sicurezza	0	0	0	1019,33	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	40	17230,85	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00

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	3393,85	15	11,96	40602,79
Acqua calda sanitaria	0,00	15	11,96	0,00
Raffrescamento	0,00	15	11,96	0,00
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	0,00	15	11,96	0,00
Trasporto	0,00	15	11,96	0,00

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} [€]
Oneri della sicurezza	0	0	1019,33	0	0,00	15	64,5	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	17230,85	15	10769,28	15	64,5	6942,36

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}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	1	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	0,97	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	0,00
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	0,00
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{\text{risp,att}}$	40602,79
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{\text{fin,att}}$	6942,36
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{\text{det,att}}$	0,00
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{\text{per,att}}$	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{\text{ut,att}}$	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	$C_{\text{in,tot}}$	18250,18	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{\text{es,tot,att}}$	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{\text{es,tot,att}}$	47545,15	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	29294,97	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{\text{pv,op}}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	2448,67	€

7.4 Installazione pannelli solari termici

7.4.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	15	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	35,9	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.4.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	Al pezzo	4789,29	1,00	4789,29	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	1019,33	1,00	1019,33	Si

Legenda:

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

7.4.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	4789,29	0,5	23,95	15	11,96	286,49
Oneri della sicurezza	0	1019,33	0,0	0,00	0	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita}	n _{sost}	t _{smal}	C _{in}	p _{smal}	k _{smal}	C _{smal}	R _{d, smal}	C _{smal, att}
------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------	------------------------

	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	20	4789,29	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	1019,33	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00

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

7.4.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	0,00	15	11,96	0,00
Acqua calda sanitaria	1490,36	15	11,96	17830,12
Raffrescamento	0,00	15	11,96	0,00
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	0,00	15	11,96	0,00
Trasporto	0,00	15	11,96	0,00

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]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	4789,29	15	1197,32	15	64,5	771,85
Oneri della sicurezza	0	0	1019,33	0	0,00	15	64,5	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	$C_{in,tot,det}$	5808,62	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	2085,29	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	1	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,97	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	2025,14	€

7.4.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	286,49
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	0,00
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{\text{risp,att}}$	17830,12
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{\text{fin,att}}$	771,85
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{\text{det,att}}$	2025,14
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{\text{per,att}}$	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{\text{ut,att}}$	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	$C_{\text{in,tot}}$	5808,62	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{\text{es,tot,att}}$	286,49	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{\text{es,tot,att}}$	20627,11	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	14532,00	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{\text{pv,op}}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	1214,68	€

7.5 Complessivo

7.5.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	4,00	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	2,97	%
Durata del calcolo	t _{calc}	15	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	42,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.5.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	Al m ²	434,28	113,26	49185,60	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	97,74	50,00	4887,00	Si
Pompe - di circolazione	15	Al pezzo	2000,00	6,00	12000,00	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	1019,33	3,00	3057,99	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	43091,03	1,00	43091,03	Si
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	Al m ²	20,66	834,02	17230,85	Si
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	Al pezzo	4789,29	1,00	4789,29	Si

Legenda:

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

7.5.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	49185,60	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Valvola - Termostatica	20	4887,00	1,5	73,30	15	11,96	876,99
Pompe - di circolazione	15	12000,00	2,0	240,00	15	11,96	2871,27
Oneri della sicurezza	0	3057,99	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	43091,03	1,5	646,37	15	11,96	7732,87
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	17230,85	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	4789,29	0,5	23,95	15	11,96	286,49

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00

Valvola - Termostatica	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pompe - di circolazione	15	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	35	49185,60	0,0	42,9	0,00	35,9	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	4887,00	5,0	75,0	183,26	55,7	102,05
Pompe - di circolazione	15	0	15	12000,00	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	3057,99	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	20	43091,03	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	40	17230,85	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	20	4789,29	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00

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

7.5.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	7665,90	15	11,96	91712,00
Acqua calda sanitaria	1490,36	15	11,96	17830,12
Raffrescamento	0,00	15	11,96	0,00
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	0,00	15	11,96	0,00
Trasporto	0,00	15	11,96	0,00

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} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	49185,60	15	28106,06	15	64,5	18118,43
Valvola - Termostatica	20	0	4887,00	15	1221,75	15	64,5	787,59
Pompe - di circolazione	15	0	12000,00	15	0,00	15	64,5	0,00

Oneri della sicurezza	0	0	3057,99	0	0,00	15	64,5	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	43091,03	15	10772,76	15	64,5	6944,60
Pannelli in lana di vetro 105 kg/m ³ - spessore 8cm	40	0	17230,85	15	10769,28	15	64,5	6942,36
Collettori solari (collettori a vuoto o a piastre)	20	0	4789,29	15	1197,32	15	64,5	771,85

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	$C_{in,tot,det}$	134241,77	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	56381,54	€
Annualità considerate per la detrazione	t_{det}	1	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,97	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	54755,15	€

7.5.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	11767,62
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	102,05
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	109542,11
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	33564,83
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	54755,15
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	$C_{in,tot}$	134241,77	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	11869,68	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	197862,10	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	51750,66	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	4325,67	€