

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

Nido e Materna Bosco Mesola

Indirizzo

via Cristina n.1

Studio tecnico

Nome

AESS Modena

Indirizzo

Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy

Software di calcolo

*Edilclima EC700 versione 8.17.31 ed EC720
versione 4.17.29*

Data di redazione del documento

16/11/2017

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
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	2015
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche
6.1.1	Sostituzione serramenti
6.1.2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.1.3	Prestazioni raggiungibili
6.2	Coibentazione della copertura
6.2.1	Coibentazione della copertura
6.2.2	Coibentazione della copertura
6.2.3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.2.4	Prestazioni raggiungibili
6.3	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche
6.3.1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.3.2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
6.3.3	Prestazioni raggiungibili
6.4	Globale
6.4.1	Coibentazione della copertura
6.4.2	Coibentazione della copertura
6.4.3	Sostituzione serramenti
6.4.4	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6.4.5	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
6.4.6	Prestazioni raggiungibili
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche
7.2	Coibentazione della copertura
7.3	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche
7.4	Globale

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

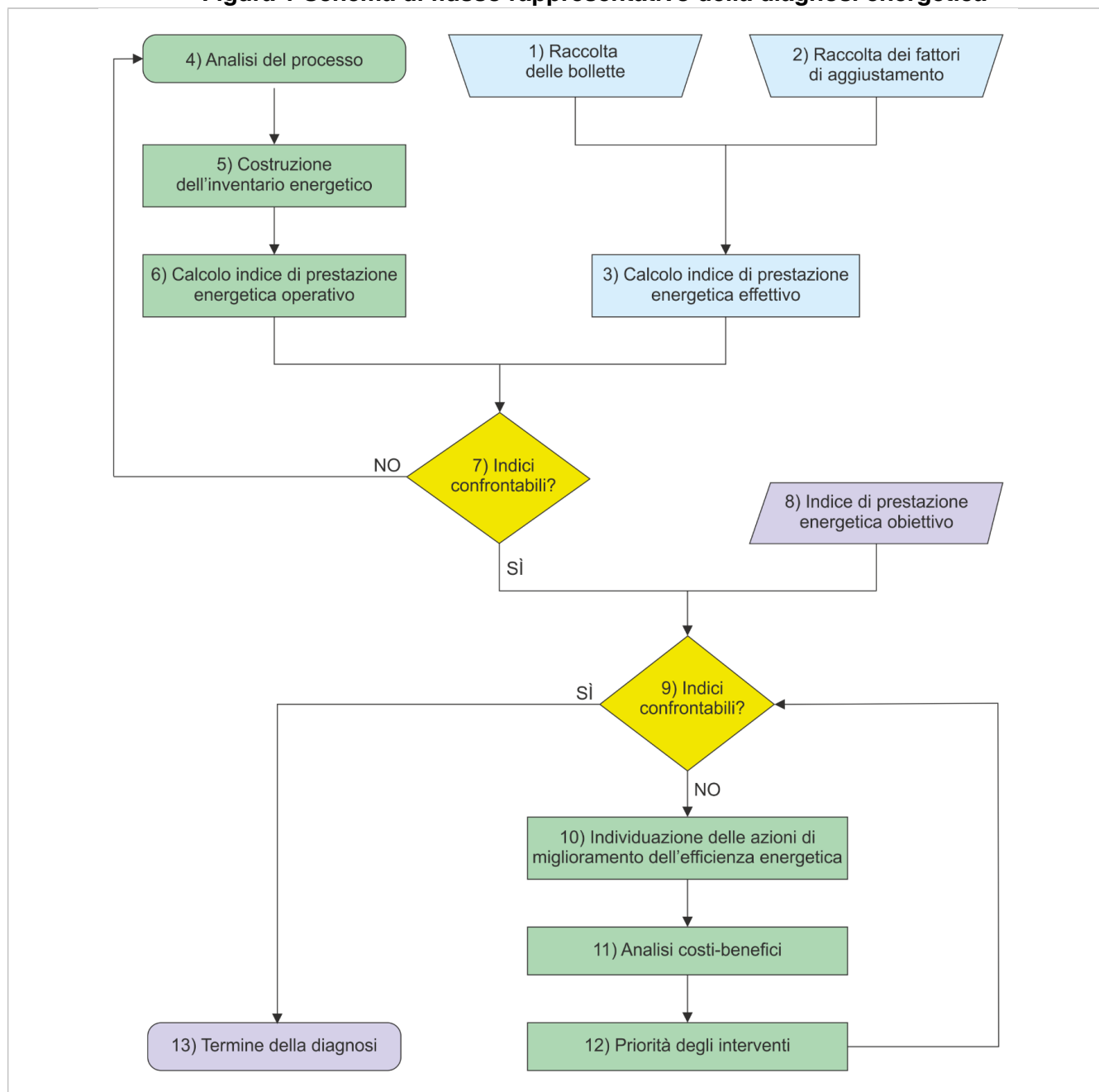
Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana 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 fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. 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>Nido e Materna Bosco Mesola</i>
Comune	<i>Mesola</i>
Provincia	<i>Ferrara</i>
CAP	<i>44026</i>
Indirizzo edificio	<i>via Cristina n. 1</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2275</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>2</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Successivo al 2000</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Rilevato

L'attività di rilievo è stata condotta al fine di ispezionare l'edificio oggetto della diagnosi, verificarne le caratteristiche dimensionali delle aperture e le loro caratteristiche, e valutare i consumi energetici.

Il sopralluogo è avvenuto all'inizio del mese di novembre 2017, nel periodo in cui la struttura risultava utilizzata, ma non completamente a regime in quanto le giornate presentavano ancora temperature non molto basse ed inoltre era un giorno festivo in cui non erano presenti alunni.

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio Scolastico sorge nella frazione di Bosco Mesola, facente parte del Comune di Mesola, a ridosso della strada provinciale.

Il Complesso edilizio, è composto da un unico corpo di fabbrica, ad un piano fuori terra, realizzato in tre stralci distinti: il primo, corrispondente all'asilo nido risale al 1980; il primo ampliamento è del 1993 e corrisponde agli attuali refettorio, cucina e distribuzione della materna; il secondo ampliamento del 1998 coincide con la restante parte della scuola materna.

Per quanto riguarda la suddivisione funzionale, l'edificio scolastico si presenta suddiviso in due zone ben distinte, una destinata a scuola materna, ed una destinata ad asilo nido.

La diagnosi energetica verrà realizzata, considerando il Complesso Scolastico nel suo insieme, in virtù del fatto che, tutto il complesso risulta servito dallo stesso impianto di climatizzazione invernale, con fattori di utilizzo del tutto simili.

Il sopralluogo, è stato realizzando in un giorno di chiusura della scuola, pertanto il profilo di utilizzo è stato ricavato dal cronotermostato presente in CT.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	854,84	m ²
Superficie lorda	S_{lorda}	962,10	m ²
Volume netto	V_{netto}	2738,96	m ³
Volume lordo	V_{lordo}	3873,98	m ³
Fattore di forma	S/V	0,68	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	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Autonomo	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Assente	-
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	$EP_{\text{gl,nren}}$	193,31	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S_{gl}	14053,23	€/anno

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

Raccomandazioni

Raccomandazioni					
Scenario	1	Descrizione scenario		Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Sostituzione serramenti			55856,41	
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti			2932,20	
3	Sostituzione pompe di circolazione			8000,00	
4	Oneri della sicurezza			3000,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario (C) [€]			69788,61		
Spesa globale annua (S _{gl}) [€/anno]		14053,23	10822,26	3230,97	23,00
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			21,6		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		193,31	145,77	47,55	24,60
Classe energetica		E	D		

Scenario	2	Descrizione scenario	Coibentazione della copertura		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Coibentazione della copertura			65810,91	
2	Oneri della sicurezza			7165,63	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			72976,54		
Spesa globale annua (S _{gl}) [€/anno]		14053,23	11155,62	2897,61	20,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			25,2		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		193,31	150,86	42,45	22,00
Classe energetica		E	D		

Scenario	3	Descrizione scenario	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti			2932,20	
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle			18942,03	
3	Sostituzione pompe di circolazione			8000,00	
4	Oneri della sicurezza			3000,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			32874,23		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		14053,23	11538,76	2514,48	17,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			13,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		193,31	156,25	37,07	19,20
Classe energetica		E	D		

Scenario	4	Descrizione scenario	Globale
Intervento	Descrizione intervento		Costo (C) [€]
1	Coibentazione della copertura		65810,91
2	Sostituzione serramenti		55856,41
3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti		2932,20
4	Sostituzione pompe di circolazione		8000,00
5	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle		18942,03
6	Oneri della sicurezza		7165,63

Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		158707,17		
Spesa globale annua (S_g) [€/anno]	14053,23	7479,25	6573,99	46,80
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]		24,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]	193,31	96,41	96,90	50,10
Classe energetica	E	B		

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

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

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

Rilievo dell'edificio

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

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 8.17.31 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 4.17.29 (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.

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

Per il calcolo sono state utilizzate le temperature esterne medie mensili della stazione meteo Arpae di Mesola e i gradi giorno reali relativi all'anno 2015.

La temperatura interna degli ambienti è stata considerata di 22 °C, come da lettura del cronotermostato all'interno della materna.

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	22 marzo	Al	14 ottobre
Giorni di raffrescamento (n _{raffr})		207	

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	f _{p,ren} [kWh _p /kWh _{ve}]	f _{p,ren} [kWh _p /kWh _{ve}]	f _{p,tot} [kWh _p /kWh _{ve}]	f _{co2} [kg/kWh _{ve}]	c [€/kWh _{ve}]
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}	2275	°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):

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

dove:

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

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

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

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

η_{H,gn} = fattore di utilizzazione degli apporti [-];

$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_i];
 $Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_i].

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):

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

dove:

$Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_i];
 $Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_i];
 $\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];
 $Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_i];
 $Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_i];
 $Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_i];
 $Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_i].

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 informazioni rilasciate dal tecnico comunale per le porzioni che riguardano l'ampliamento. Non è stato possibile effettuare forometrie e saggi.

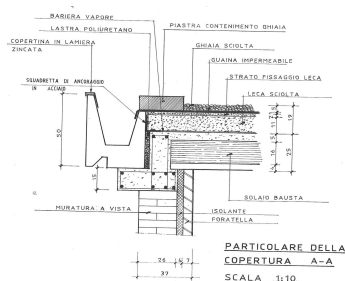
STRUTTURA ORIGINARIA: struttura prefabbricata

- Intonaco interno di colore chiaro (spessore 1,5 cm.)
- Struttura prefabbricata pannelli SANDWICH in CA 8+8 con interposto pannello isolante cm. 5 (spessore 18 cm.)
- intonaco esterno in ghiaio lavato

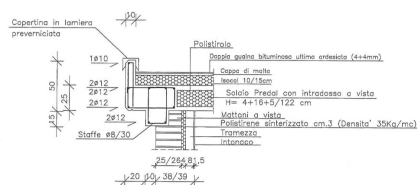
AMPLIAMENTI: muro di tamponamento con rivestimento in mattoni faccia vista

- Intonaco interno di colore chiaro (spessore 1,5 cm.)
- laterizio forato (spessore 8 cm.)
- pannello isolante cm. 4
- Rivestimento in mattoni faccia a vista (spessore 24cm.)

Per quanto riguarda le strutture orizzontali, il soffitto è un solaio prefabbricato predalles con orizzonti di completamento come da esecutivi allegati; il solaio contro terra è stato desunto da strutture e grado di isolamento simili alle tipologie edilizie dell'epoca, quindi ante 2005.



PARTICOLARE CORNICE
Scala 1:25



Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Sono presenti serramenti in alluminio anodizzato naturale, senza taglio termico per la parte vecchia e con taglio termico per gli ampliamenti; il vetro è con camera di circa 8 mm. con aria e giunto freddo in alluminio. Presenza non costante di tende interne e tende oscuranti esterne in PVC.



Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _i]	%	Q _{H,r} [kWh _i]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _i]	%
M2	T	Muro esterno ampliamento	0,617	273,45	10689,9	7,7	915,7	21,2	1543,3	4,9
M3	T	Pannello prefabbricato da 22	0,717	235,52	10703,7	7,7	806,9	18,7	1160,9	3,7
M6	U	Muro interno 30	1,591	28,26	2321,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				537,23	23715,4	17,1	1722,6	39,9	2704,2	8,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _i]	%	Q _{H,r} [kWh _i]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _i]	%
P1	G	Pavimento su terreno	0,249	962,09	15198,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				962,09	15198,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _i]	%	Q _{H,r} [kWh _i]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _i]	%
S1	T	Copertura 2 ampliamento	0,688	767,69	33462,4	24,2	0,0	0,0	6397,1	20,4
S3	T	Copertura 1 ampliamento	0,728	194,40	8974,5	6,5	0,0	0,0	1715,7	5,5
Totale				962,09	42436,9	30,6	0,0	0,0	8112,8	25,9

Componenti finestrate										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _i]	%	Q _{H,r} [kWh _i]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _i]	%
W1	T	170x170	3,825	10,20	2473,1	1,8	172,4	4,0	808,0	2,6
W2	T	300x70 TT	3,186	9,00	1817,5	1,3	116,6	2,7	1324,1	4,2
W3	T	324x170	3,836	19,68	4785,7	3,5	313,9	7,3	2403,9	7,7
W4	T	65x170	4,053	11,70	3006,3	2,2	149,2	3,5	930,4	3,0
W6	T	PF 165x290	4,151	5,28	1389,2	1,0	82,9	1,9	515,7	1,6
W8	T	PF 305x326	4,502	9,94	2836,4	2,0	84,7	2,0	198,4	0,6
W11	T	PF 335x285	4,051	19,02	4884,2	3,5	233,4	5,4	2733,3	8,7
W12	T	PF 315x284	4,074	8,95	2311,3	1,7	144,3	3,3	950,4	3,0
W13	T	PF 330x330 TT	3,204	11,88	2412,5	1,7	95,9	2,2	1103,2	3,5
W15	T	60x165	4,104	2,34	608,7	0,4	37,4	0,9	109,9	0,4
W16	T	PF 327x284	4,060	10,27	2643,0	1,9	200,4	4,6	1382,2	4,4
W17	T	170x175 TT	3,230	31,41	6430,9	4,6	449,4	10,4	4298,9	13,7
W18	T	170x170 TT	3,229	3,40	696,0	0,5	53,3	1,2	219,1	0,7
W19	T	PF 335x285 TT	3,199	10,52	2133,0	1,5	83,9	1,9	326,8	1,0
W20	T	PF 170x260 TT	3,188	16,83	3401,4	2,5	293,8	6,8	2539,2	8,1
W21	T	PF 165x290 TT	3,185	5,28	1066,0	0,8	81,7	1,9	696,0	2,2
Totale				185,70	42895,1	31,0	2593,3	60,1	20539,6	65,5

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W/mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _i]	%
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,400	374,18	9487,6	6,9
Z2	-	P.T. di pilastro	0,450	167,85	4770,6	3,4
Totale				542,03	14258,2	10,3

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _i]	%	Q _{C,r} [kWh _i]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _i]	%
M2	T	Muro esterno ampliamento	0,617	273,45	4846,5	9,0	1298,8	22,3	3450,2	5,2
M3	T	Pannello prefabbricato da 22	0,717	235,52	3546,9	6,6	1035,5	17,8	2429,8	3,6
M6	U	Muro interno 30	1,591	28,26	769,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				537,23	9162,8	17,0	2334,3	40,1	5880,0	8,8

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _i]	%	Q _{C,r} [kWh _i]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _i]	%
P1	G	Pavimento su terreno	0,249	962,09	6083,7	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				962,09	6083,7	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _i]	%	Q _{C,r} [kWh _i]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _i]	%
S1	T	Copertura 2 ampliamento	0,688	767,69	12945,1	24,0	0,0	0,0	17871,5	26,8
S3	T	Copertura 1 ampliamento	0,728	194,40	4068,8	7,5	0,0	0,0	5027,6	7,5
Totale				962,09	17013,9	31,5	0,0	0,0	22899,1	34,3

Componenti finestrate										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{C,tr} [kWh _i]	%	Q _{C,r} [kWh _i]	%	Q _{C,sol,w} [kWh _i]	%
W1	T	170x170	3,825	10,20	920,1	1,7	228,2	3,9	1857,5	2,8
W2	T	300x70 TT	3,186	9,00	750,1	1,4	161,7	2,8	2444,1	3,7
W3	T	324x170	3,836	19,68	1585,8	2,9	402,8	6,9	3712,5	5,6
W4	T	65x170	4,053	11,70	1036,9	1,9	192,5	3,3	1756,9	2,6
W6	T	PF 165x290	4,151	5,28	629,8	1,2	117,6	2,0	1504,3	2,3
W8	T	PF 305x326	4,502	9,94	939,9	1,7	108,7	1,9	620,1	0,9
W11	T	PF 335x285	4,051	19,02	1618,5	3,0	299,6	5,2	1751,1	2,6
W12	T	PF 315x284	4,074	8,95	765,9	1,4	185,2	3,2	1706,3	2,6
W13	T	PF 330x330 TT	3,204	11,88	799,4	1,5	123,1	2,1	1747,9	2,6
W15	T	60x165	4,104	2,34	201,7	0,4	48,1	0,8	287,6	0,4
W16	T	PF 327x284	4,060	10,27	875,8	1,6	257,2	4,4	2358,6	3,5
W17	T	170x175 TT	3,230	31,41	2915,6	5,4	637,4	11,0	7843,9	11,8
W18	T	170x170 TT	3,229	3,40	230,6	0,4	68,4	1,2	618,2	0,9
W19	T	PF 335x285 TT	3,199	10,52	967,0	1,8	119,0	2,0	1057,5	1,6
W20	T	PF 170x260 TT	3,188	16,83	1542,1	2,9	416,7	7,2	6774,0	10,2
W21	T	PF 165x290 TT	3,185	5,28	483,3	0,9	115,8	2,0	1902,2	2,9
Totale				185,70	16262,7	30,1	3482,0	59,9	37942,8	56,9

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W/mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _i]	%
Z1	-	P.T. serramenti, porte e finestre	0,400	374,18	3677,0	6,8
Z2	-	P.T. di pilastro	0,450	167,85	1774,5	3,3
Totale				542,03	5451,5	10,1

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	U _{media} [W/m²K]	U _{limite} [W/m²K]	
					2015	2021
M2	T	Muro esterno ampliamento	0,617	0,960	0,300	0,280
M3	T	Pannello prefabbricato da 22	0,717	1,268	0,300	0,280
M6	U	Muro interno 30	1,591	1,643	0,368	0,344

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	U _{media} [W/m²K]	U _{limite} [W/m²K]	
					2015	2021
P1	G	Pavimento su terreno	0,249	0,249	0,310	0,290

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W/m²K]	U _{media} [W/m²K]	U _{limite} [W/m²K]	
					2015	2021
S1	T	Copertura 2 ampliamento	0,688	0,688	0,260	0,240
S3	T	Copertura 1 ampliamento	0,728	0,728	0,260	0,240

Componenti finestrate						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [W/m²K]	U _{w,limite} [W/m²K]		U _g [W/m²K]
				2015	2021	
W1	T	170x170	3,825	1,900	1,400	3,300
W2	T	300x70 TT	3,186	1,900	1,400	3,300
W3	T	324x170	3,836	1,900	1,400	3,300
W4	T	65x170	4,053	1,900	1,400	3,300
W6	T	PF 165x290	4,151	1,900	1,400	3,300
W8	T	PF 305x326	4,502	1,900	1,400	3,300
W11	T	PF 335x285	4,051	1,900	1,400	3,300
W12	T	PF 315x284	4,074	1,900	1,400	3,300
W13	T	PF 330x330 TT	3,204	1,900	1,400	3,300
W15	T	60x165	4,104	1,900	1,400	3,300
W16	T	PF 327x284	4,060	1,900	1,400	3,300
W17	T	170x175 TT	3,230	1,900	1,400	3,300
W18	T	170x170 TT	3,229	1,900	1,400	3,300
W19	T	PF 335x285 TT	3,199	1,900	1,400	3,300
W20	T	PF 170x260 TT	3,188	1,900	1,400	3,300
W21	T	PF 165x290 TT	3,185	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 finestrate
%	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}	127687	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	Q _{H,r}	4316	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	Q _{H,ve}	14430	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	Q _{H,sol,op}	10817	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrate	Q _{H,sol,w}	20540	kWh _t
Apporti interni	Q _{H,int}	15018	kWh _t
Apporti aggiuntivi	Q _{H,agg}	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	Q _{H,nd}	111492	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	EP _{H,nd}	130,42	kWh _t /m²
Valore limite	EP _{H,nd,lim}	56,61	kWh _t /m²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	25195	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	5816	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	5589	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	28779	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	37943	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	16144	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	34728	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	40,63	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	37,12	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 (E_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

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

dove:

$E_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [kWh_{vel}];

$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{vel}];

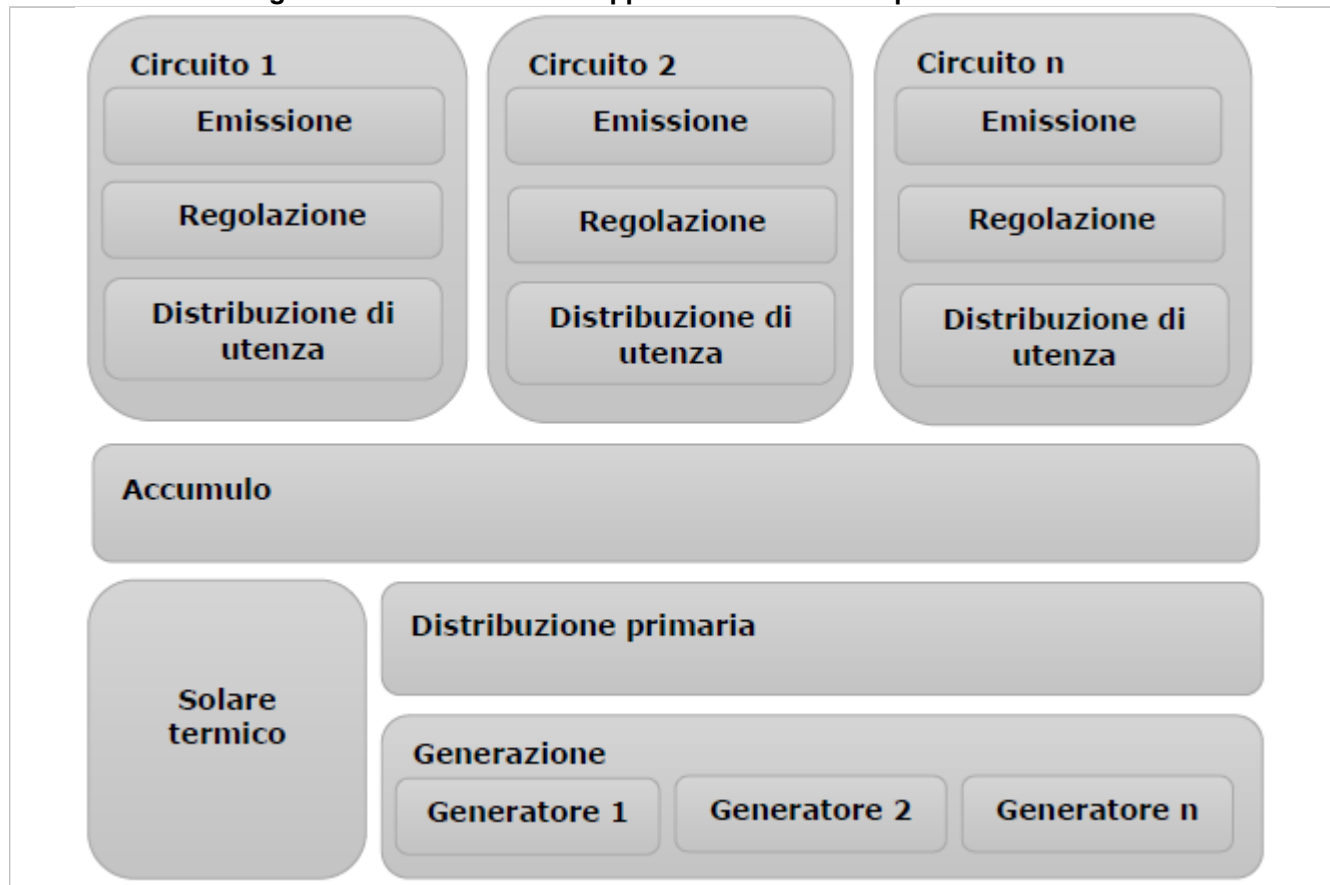
$E_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 Scolastico di Bosco Mesola, è servito da una sola centrale termica, posta in un locale integrato al piano terra a ridosso della zona Asilo Nido.

L'impianto di distribuzione prevede due zone distinte, una per la Scuola Materna, una per l'Asilo Nido. Il sistema di distribuzione risulta annegato nella struttura, con un isolamento che si può valutare, in relazione all'età della costruzione, del tutto carente.

Il manutentore terzo responsabile, ditta Sinergie Spa, regola con un termostato di caldaia, la temperatura del complesso Scolastico, con tempistiche di accensione decise dall'Amministrazione Comunale di Mesola; in particolare l'accensione dell'impianto (per l'inverno 2015-2016) prevedeva gli orari 7.00-17.00 dal Lunedì al Venerdì.

I terminali di emissione, sono rappresentati da termosifoni in ghisa con valvole termostatiche, nei locali della scuola Materna, mentre nei locali dell'asilo Nido, sono presenti sia ventilconvettori che termosifoni alcuni con presenza di valvole termostatiche.

L'impianto di ventilazione è del tipo naturale, non sono presenti impianti meccanici di trattamento aria.

L'impianto di raffrescamento risulta presente solo in alcuni ambienti quali i dormitori, con la presenza di alcuni split con moto-condensante esterna.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

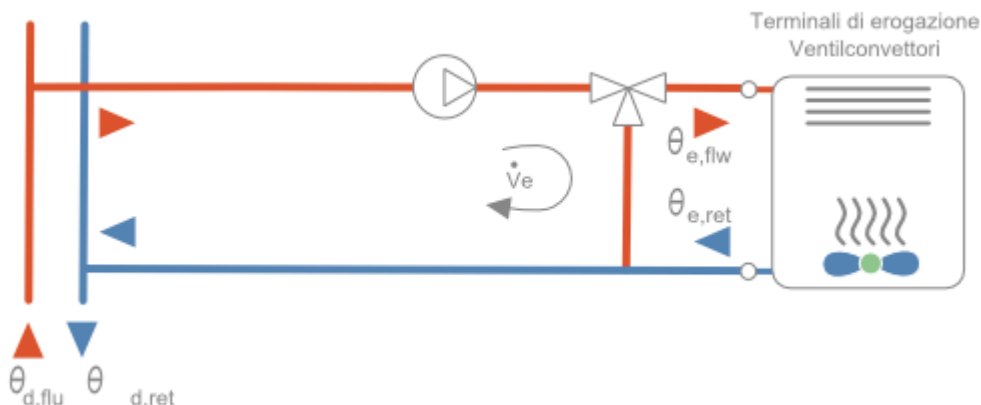
Dati generali

Tipologia di impianto	Pluricircuito
Fluido termovettore	Acqua

nido - ventil e termosifoni

Regime di funzionamento	Funzionamento con attenuazione
-------------------------	--------------------------------

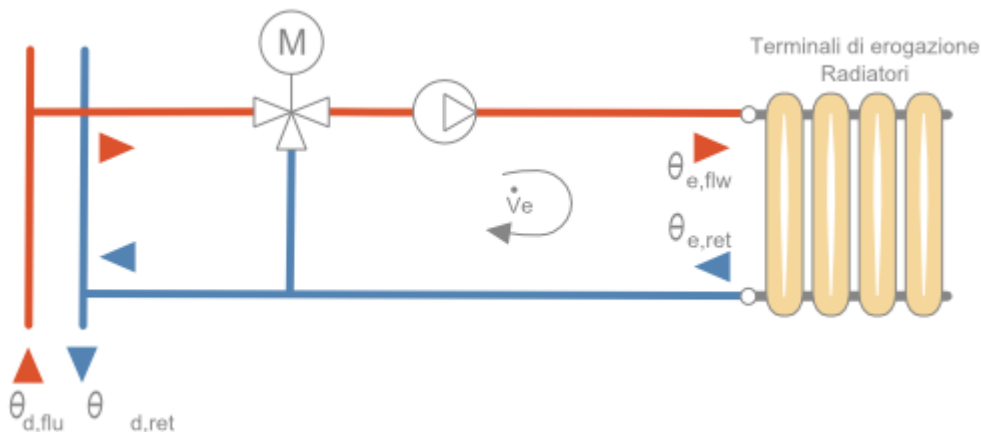
Emissione			
Tipologia	<i>Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$		95,0 %
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$		0,0 kWh _{el}
Regolazione			
Tipologia	<i>Solo climatica (compensazione con sonda esterna)</i>		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$		87,8 %
Distribuzione			
Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>		
Tipologia di impianto	<i>Centralizzato a distribuzione orizzontale</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$		95,0 %
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$		46,1 kWh _{el}
Temperatura media			
Tipologia di circuito	<i>ON-OFF su ventilatore</i>		



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	46,4	41,8	39,4	39,7	-	-	-	-	-	39,5	39,6	46,7
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	46,4	41,8	39,4	39,7	-	-	-	-	-	39,5	39,6	46,7

materna - termosifoni

Regime di funzionamento		Funzionamento con attenuazione	
Emissione			
Tipologia		Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	91,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}
Regolazione			
Tipologia		Solo climatica (compensazione con sonda esterna)	
Caratteristiche		-	
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	86,0	%
Distribuzione			
Metodo di calcolo		Semplificato	
Tipologia di impianto		Centralizzato a distribuzione orizzontale	
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	191,9	kWh _{el}
Temperatura media			
Tipologia di circuito		A portata costante	



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	22,0	22,0	22,0	22,0	-	-	-	-	-	22,0	22,0	22,0
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	34,9	32,4	31,0	31,0	-	-	-	-	-	31,0	31,2	35,0

Generazione

Configurazione centrale termica

Generatore singolo

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali

Numero	1
Tipologia	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico
Marca / serie / modello	BIASI/NTN-AR/100
Potenza utile nominale	Φ_n 129,60 kW _t

Immagine



Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	86,6	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	91,6	%

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	465,8	kWh _{el}
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	25,2	kWh _{el}

Vettore energetico

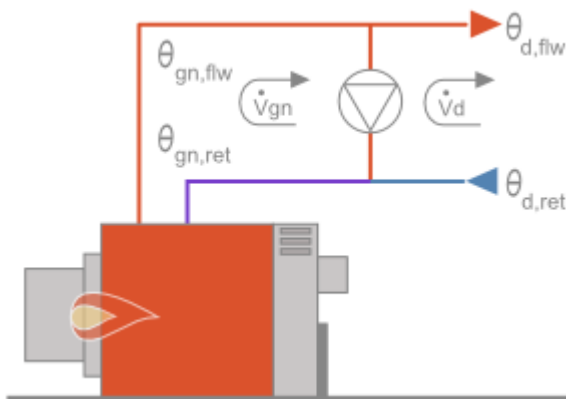
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm³
Costo	c	0,82	€/Nm³
Fattore di emissione di CO₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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 ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	57,5	57,5	57,5	57,5	-	-	-	-	-	57,5	57,5	57,5

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	111492	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	111492	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	369	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q_{H,sys,out}$	111124	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	102035	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	102035	kWh _t

Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	86313	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	6494	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	92807	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	14042	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	106849	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	5624	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	112473	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	112473	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Ecceденza 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	$Q_{H,s,in,eff}$	112473	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	112473	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	112473	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	112473	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	17347	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	129820	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
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	$Q_{H,du,aux}$	238	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	$Q_{H,gen,aux}$	466	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	704	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Ecceденza 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}
Ecceденza 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)	$Q_{H,el,eff}$	704	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	137683	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	331	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	138014	kWh _p

Riepilogo rendimenti

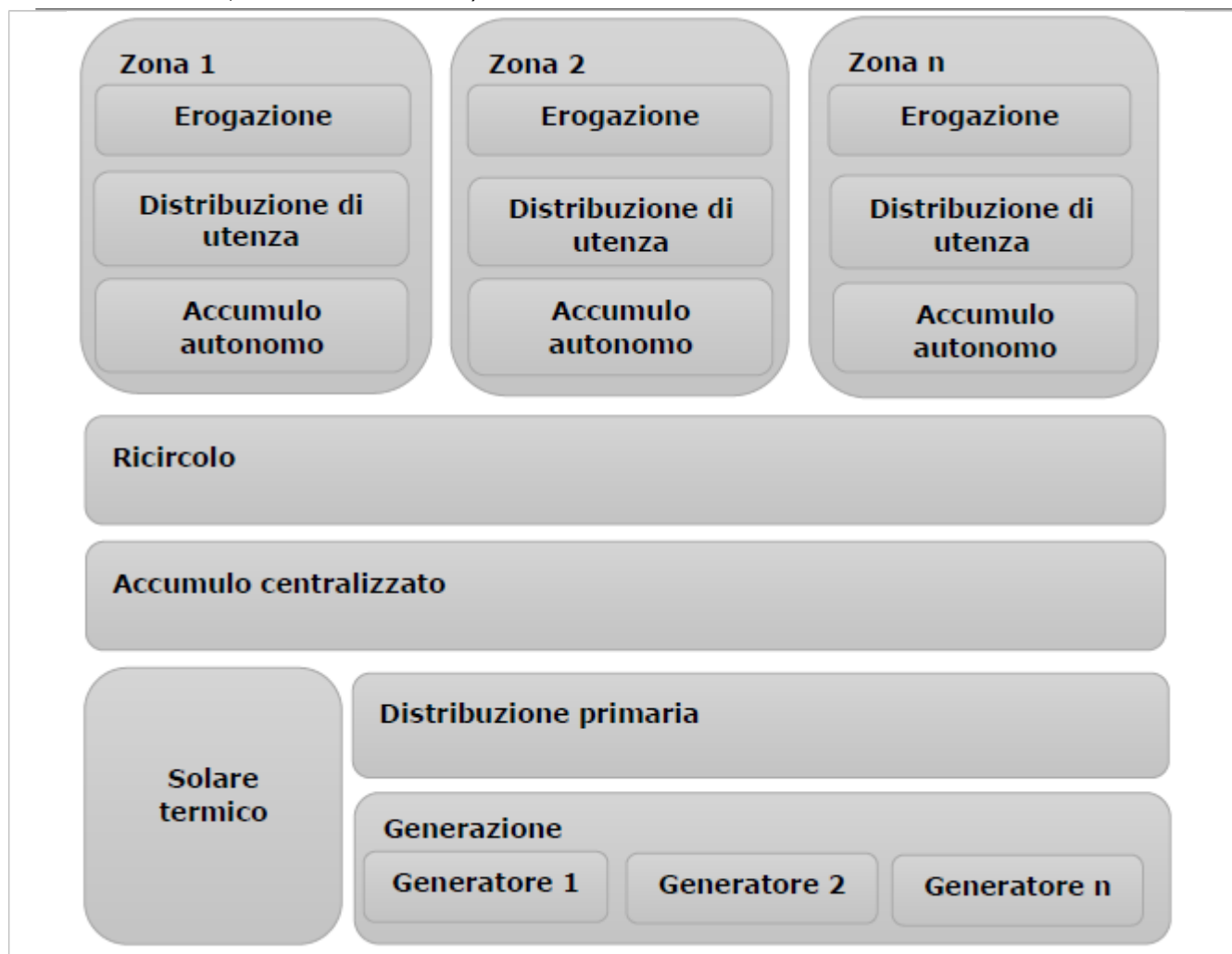
Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$	93,0	%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	86,9	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$	95,0	%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	86,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,idr,gen,p,nren}$	82,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,idr,gen,p,tot}$	81,8	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	81,0	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	80,8	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	92,2	%

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

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 abbinata al riscaldamento con un bollitore del tipo TML mod. SFI00200R di 174 lt di capienza, con impianto di ricircolo.

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	5217	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Accumulo centralizzato

Ambiente				Centrale termica												
Dispersione				k _{boil}									2,27	W/K		
Rendimento				η _{W,s}									87,46	%		
Temperatura media accumulo				θ _{W,s,avg}									60,00	°C		
Temperatura media ambiente					Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{W,s,a} [°C]					8,5	11,5	14,5	18,9	23,0	27,3	31,7	29,3	25,9	19,1	14,3	8,5

Ricircolo

Metodo di calcolo	<i>Analitico</i>		
Rendimento	$\eta_{W,ric}$	100,00	%
Ausiliari	$Q_{W,ric,aux}$	293,83	kWh _{el}
Temperatura media	$\theta_{W,ric,avg}$	48,00	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	5217	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	5217	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	5217	kWh _t

Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	417	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	5634	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	5634	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	808	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	6442	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	$Q_{W,s,in,eff}$	6442	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	6442	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	6442	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	$Q_{W,gen,circ,in}$	6442	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	590	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	7032	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	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	$Q_{W,ric,aux}$	294	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	$Q_{W,gen,aux}$	25	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	319	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)	$Q_{W,el,eff}$	319	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	8006	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	150	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	8156	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	87,5	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	91,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	86,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	86,5	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	65,2	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	64,0	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	56,7	%

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

Impianto elettrico

L'impianto elettrico prevede una potenza impegnata di 15 kW.

Il sistema di distribuzione è stato realizzato quasi completamente, con canaline a vista.

I corpi illuminanti sono formati quasi totalmente, da plafoniere al neon da 2x36W o 58W, con la presenza nei locali igienici di lampade fluorescenti compatte da circa 40W.

Nel locale lavanderia del nido sono presenti: una lavatrice, un'asciugatrice e una lavatrice industriale; nella cucina della scuola materna sono presenti un frigo e un freezer di tipo industriale. Sono state rilevate le potenze di questi apparecchi detraendole dalla potenza reale nel confronto tra il consumo reale e quello calcolato, escludendoli in tal modo dal bilancio energetico.

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							Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria				
	Co	UM	Q _{del} [kWh _h]	Q _{exp} [kWh _h]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	€	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	13060	Nm ³	129820	0	136311	0	136311	10709,50	27262
Acqua calda sanitaria (W)	707	Nm ³	7032	0	7384	0	7384	580,13	1477
Globale (gl)	13768	Nm ³	136852	0	143695	0	143695	11289,63	28739

Servizio	Energia elettrica								Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria					
	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]	€	Em _{CO2} [kg]	
Riscaldamento (H)	704	kWh	704	-	1372	331	1703	175,94	324	
Acqua calda sanitaria (W)	319	kWh	319	-	622	150	772	79,76	147	
Raffrescamento (C)	593	kWh	593	-	1155	278	1434	148,13	273	
Illuminazione (L)	9439	kWh	9439	-	18406	4436	22843	2359,77	4342	
Globale (gl)	11054	kWh	11054	-	21556	5196	26752	2763,60	5085	

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	10885,44
Acqua calda sanitaria (W)	659,90
Raffrescamento (C)	148,13
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	2359,77
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	14053,23

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	93,0
Regolazione (η _{reg})	86,9
Distribuzione di utenza (η _{du})	95,0
Accumulo (η _a)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	86,6
Generazione (η _{gen,p,nren})	82,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	81,8
Globale medio stagionale (η_{gl,p,nren})	81,0
Globale medio stagionale (η_{gl,p,tot})	80,8
Valore limite (η_{lim})	92,2

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η _{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	92,6
Accumulo (η _a)	87,5
Ricircolo (η _{rc})	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	91,6
Generazione (η _{gen,p,nren})	86,7
Generazione (η _{gen,p,tot})	86,5
Globale medio stagionale (η_{gl,p,nren})	65,2
Globale medio stagionale (η_{gl,p,tot})	64,0
Valore limite (η_{lim})	56,7

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

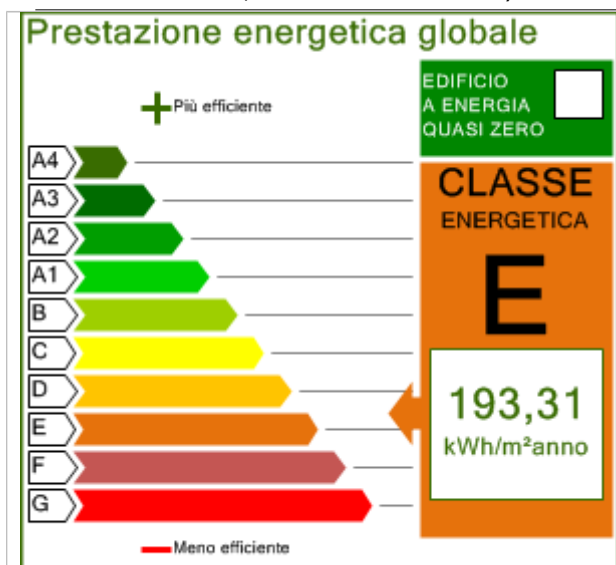
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _h]	EP _{nd} [kWh _p /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	111492	130,42	56,61
Raffrescamento (C)	34728	40,63	37,12

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)	137683	331	138014	161,06	0,39	161,45	-
Acqua calda sanitaria (W)	8006	150	8156	9,37	0,18	9,54	-
Raffrescamento (C)	1155	278	1434	1,35	0,33	1,68	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	18406	4436	22843	21,53	5,19	26,72	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	165251	5196	170447	193,31	6,08	199,39	100,16

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)	0,2			
Acqua calda sanitaria (W)	1,8		50	
Raffrescamento (C)	19,4			
Globale (H + W + C)	0,5	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0			
Illuminazione (L)	19,4			
Trasporto (T)	0,0			
Globale	3,0			

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)	27585,93
Acqua calda sanitaria (W)	1623,56
Raffrescamento (C)	272,55
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	4341,98
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	33824,02

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
η _{p,nren}	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
η _{p,tot}	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente. 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}	2239	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2239	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	1,000	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H, reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Stm ³	13777	13509	2,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	704	749	-6,1

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl, reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Stm ³	14524	14835	-2,1
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	10462	10211	2,5

Legenda dei simboli:

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

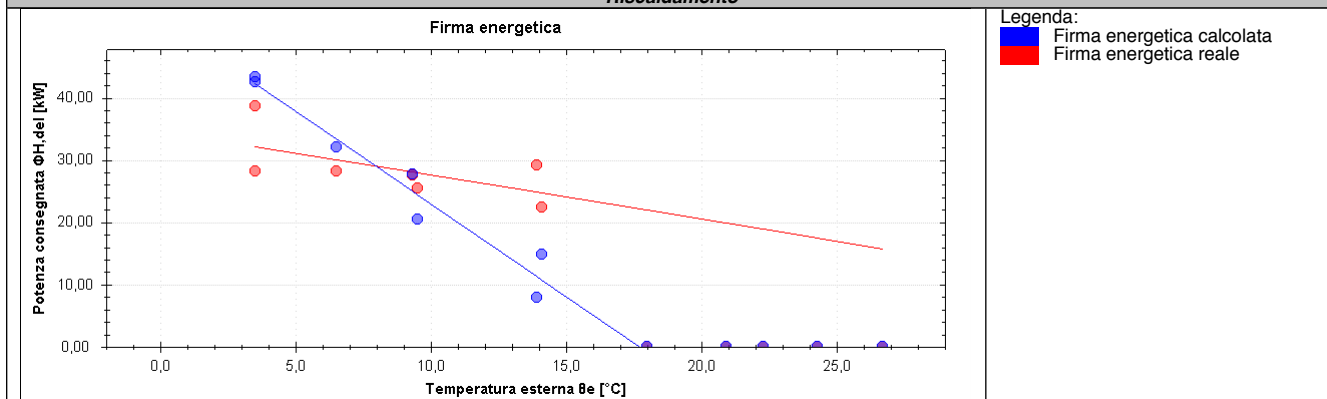
Legenda dei servizi:

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	Stm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

Riscaldamento



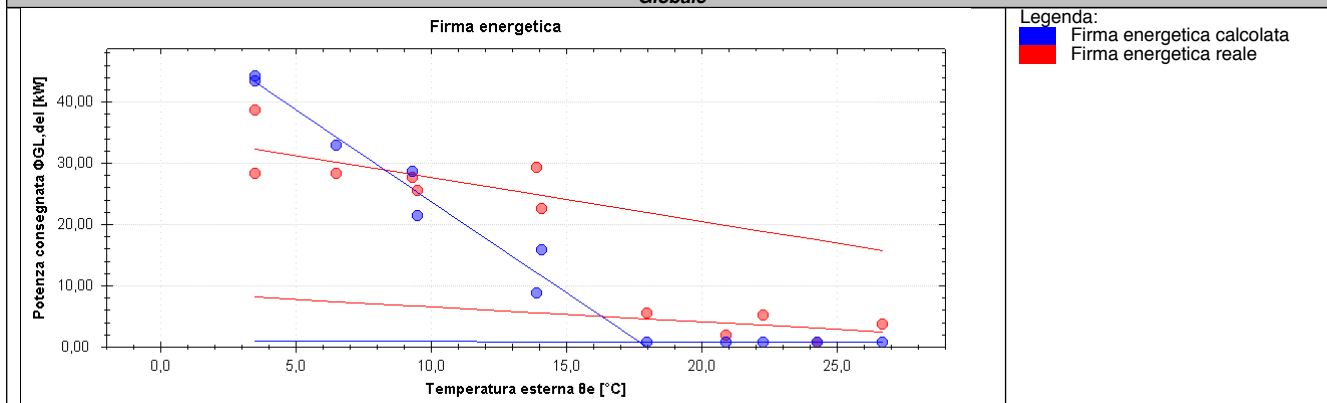
Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _H [Stm ³]	Q _{cl,del} [kW _{h_u}]	Φ _{cl,del} [kW _u]
gennaio	H	3,5	31	512	-	31	3364	31697	42,60
febbraio	H	6,5	28	378	-	28	2292	21593	32,13
marzo	H	9,5	31	326	-	31	1625	15312	20,58
aprile	H	13,9	15	92	-	30	303	2854	7,93
maggio	NH	18,0	0	0	-	31	0	0	0,00
giugno	NH	22,3	0	0	-	30	0	0	0,00
luglio	NH	26,7	0	0	-	31	0	0	0,00
agosto	NH	24,3	0	0	-	31	0	0	0,00
settembre	NH	20,9	0	0	-	30	0	0	0,00
ottobre	H	14,1	17	100	-	31	648	6105	14,96
novembre	H	9,3	30	321	-	30	2120	19978	27,75
dicembre	H	3,5	31	512	-	31	3426	32280	43,39
TOTALE			183	2239	-	365	13777	129820	189,34

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _H [Stm ³]	Q _{cl,del} [kW _{h_u}]	Φ _{cl,del} [kW _u]
1 - Gennaio	H	3,5	31	512	-	31	2229	21003	28,23
2 - Febbraio	H	6,5	28	378	-	28	2012	18958	28,21
3 - Marzo	H	9,5	31	326	-	31	2017	19006	25,55
4 - Aprile	H	13,9	15	92	-	30	1116	10516	29,21
5 - Maggio	NH	18,0	0	0	-	31	0	0	0,00
6 - Giugno	NH	22,3	0	0	-	30	0	0	0,00
7 - Luglio	NH	26,7	0	0	-	31	0	0	0,00
8 - Agosto	NH	24,3	0	0	-	31	0	0	0,00
9 - Settembre	NH	20,9	0	0	-	30	0	0	0,00
10 - Ottobre	H	14,1	17	100	-	31	974	9178	22,49
11 - Novembre	H	9,3	30	321	-	30	2108	19863	27,59
12 - Dicembre	H	3,5	31	512	-	31	3053	28767	38,67
TOTALE			183	2239	-	365	13509	127291	199,95

Globale



Mesi (firma calcolata)

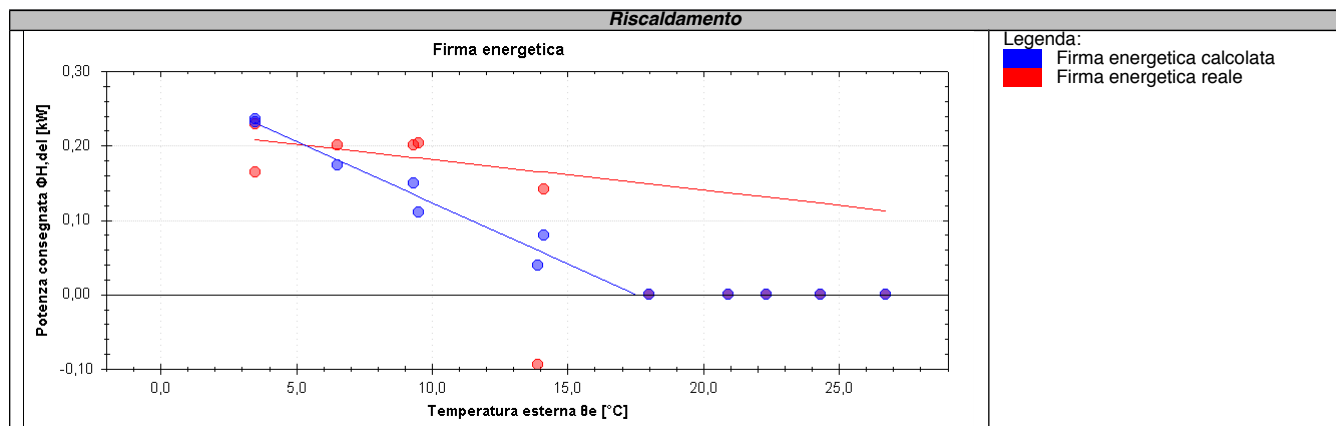
Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _{gl} [Stm ³]	Q _{cl,del} [kW _{h_u}]	Φ _{gl,del} [kW _u]
gennaio	H	3,5	31	512	0	31	3430	32317	43,44
febbraio	H	6,5	28	378	0	28	2350	22148	32,96
marzo	H	9,5	31	326	10	31	1690	15920	21,40
aprile	H	13,9	15	92	30	30	364	3433	8,73
maggio	NH	18,0	0	0	31	31	63	590	0,79
giugno	NH	22,3	0	0	30	30	60	562	0,78
luglio	NH	26,7	0	0	31	31	61	572	0,77
agosto	NH	24,3	0	0	31	31	61	576	0,77
settembre	NH	20,9	0	0	30	30	60	565	0,78
ottobre	H	14,1	17	100	14	31	711	6703	15,77
novembre	H	9,3	30	321	0	30	2183	20567	28,56
dicembre	H	3,5	31	512	0	31	3492	32900	44,22
TOTALE			183	2239	207	365	14524	136852	198,98

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _{gl} [Stm ³]	Q _{cl,del} [kW _{h_u}]	Φ _{gl,del} [kW _u]
1 - Gennaio	H	3,5	31	512	0	31	2229	21003	28,23
2 - Febbraio	H	6,5	28	378	0	28	2012	18958	28,21

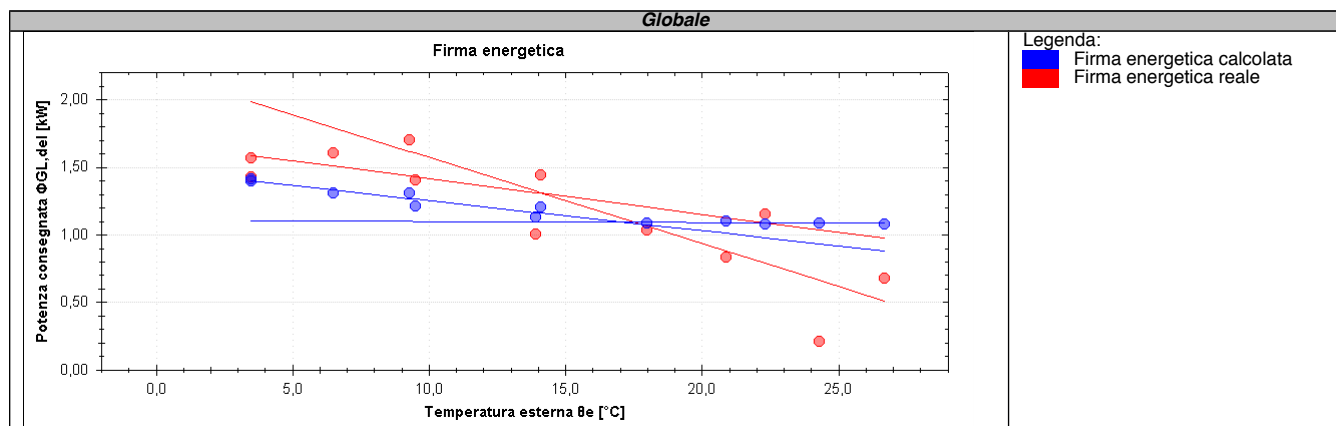
3 - Marzo	H	9,5	31	326	10	31	2017	19006	25,55
4 - Aprile	H	13,9	15	92	30	30	1116	10516	29,21
5 - Maggio	NH	18,0	0	0	31	31	435	4099	5,51
6 - Giugno	NH	22,3	0	0	30	30	399	3760	5,22
7 - Luglio	NH	26,7	0	0	31	31	295	2780	3,74
8 - Agosto	NH	24,3	0	0	31	31	56	528	0,71
9 - Settembre	NH	20,9	0	0	30	30	141	1329	1,85
10 - Ottobre	H	14,1	17	100	14	31	974	9178	22,49
11 - Novembre	H	9,3	30	321	0	30	2108	19863	27,59
12 - Dicembre	H	3,5	31	512	0	31	3053	28767	38,67
TOTALE			183	2239	207	365	14835	139786	216,97

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



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{del}]	Φ _{H,del} [kW _{del}]
gennaio	H	3,5	31	512	-	31	173	173	0,23
febbraio	H	6,5	28	378	-	28	117	117	0,17
marzo	H	9,5	31	326	-	31	82	82	0,11
aprile	H	13,9	15	92	-	30	14	14	0,04
maggio	NH	18,0	0	0	-	31	0	0	0,00
giugno	NH	22,3	0	0	-	30	0	0	0,00
luglio	NH	26,7	0	0	-	31	0	0	0,00
agosto	NH	24,3	0	0	-	31	0	0	0,00
settembre	NH	20,9	0	0	-	30	0	0	0,00
ottobre	H	14,1	17	100	-	31	33	33	0,08
novembre	H	9,3	30	321	-	30	108	108	0,15
dicembre	H	3,5	31	512	-	31	176	176	0,24
TOTALE			183	2239	-	365	704	704	1,02

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{del}]	Φ _{H,del} [kW _{del}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	512	-	31	171	171	0,23
2 - Febbraio	H	6,5	28	378	-	28	136	136	0,20
3 - Marzo	H	9,5	31	326	-	31	152	152	0,20
4 - Aprile	H	13,9	15	92	-	30	-34	-34	-0,09
5 - Maggio	NH	18,0	0	0	-	31	0	0	0,00
6 - Giugno	NH	22,3	0	0	-	30	0	0	0,00
7 - Luglio	NH	26,7	0	0	-	31	0	0	0,00
8 - Agosto	NH	24,3	0	0	-	31	0	0	0,00
9 - Settembre	NH	20,9	0	0	-	30	0	0	0,00
10 - Ottobre	H	14,1	17	100	-	31	58	58	0,14
11 - Novembre	H	9,3	30	321	-	30	145	145	0,20
12 - Dicembre	H	3,5	31	512	-	31	122	122	0,16
TOTALE			183	2239	-	365	749	749	1,05



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{del}]	Φ _{gl,del} [kW _{del}]
gennaio	H	3,5	31	512	0	31	1038	1038	1,40
febbraio	H	6,5	28	378	0	28	879	879	1,31
marzo	H	9,5	31	326	10	31	902	902	1,21
aprile	H	13,9	15	92	30	30	798	798	1,13
maggio	NH	18,0	0	0	31	31	806	806	1,08
giugno	NH	22,3	0	0	30	30	778	778	1,08
luglio	NH	26,7	0	0	31	31	804	804	1,08
agosto	NH	24,3	0	0	31	31	807	807	1,08
settembre	NH	20,9	0	0	30	30	794	794	1,10
ottobre	H	14,1	17	100	14	31	868	868	1,20
novembre	H	9,3	30	321	0	30	940	940	1,30

dicembre	H	3,5	31	512	0	31	1048	1048	1,41
TOTALE			183	2239	207	365	10462	10462	14,39

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	n_{risc} [g]	GG [°Cg]	n_{raffr} [g]	n_{eff} [g]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{del}]	$\Phi_{gl,del}$ [kW _{del}]
1 - Gennaio	H	3,5	31	512	0	31	1064	1064	1,43
2 - Febbraio	H	6,5	28	378	0	28	1076	1076	1,60
3 - Marzo	H	9,5	31	326	10	31	1045	1045	1,40
4 - Aprile	H	13,9	15	92	30	30	758	758	1,01
5 - Maggio	NH	18,0	0	0	31	31	771	771	1,04
6 - Giugno	NH	22,3	0	0	30	30	828	828	1,15
7 - Luglio	NH	26,7	0	0	31	31	503	503	0,68
8 - Agosto	NH	24,3	0	0	31	31	155	155	0,21
9 - Settembre	NH	20,9	0	0	30	30	598	598	0,83
10 - Ottobre	H	14,1	17	100	14	31	1025	1025	1,44
11 - Novembre	H	9,3	30	321	0	30	1225	1225	1,70
12 - Dicembre	H	3,5	31	512	0	31	1164	1164	1,56
TOTALE			183	2239	207	365	10211	10211	14,05

Legenda dei simboli:

θ_e	Temperatura esterna media (del mese o periodo)
n_{risc}	Giorni di riscaldamento (del mese o periodo)
GG	Gradi giorno (del mese o periodo)
n_{raffr}	Giorni di raffrescamento (del mese o periodo)
n_{eff}	Giorni effettivi (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/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 e installazione valvole termostatiche	69788,61	3230,97	21,6	47,55	D
2	Coibentazione della copertura	72976,54	2897,61	25,2	42,45	D
3	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche	32874,23	2514,48	13,1	37,07	D
4	Globale	158707,17	6573,99	24,1	96,90	B

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 e installazione valvole termostatiche

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche		
Costo stimato	C	69788,61	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3230,97	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	21,6	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	47,55	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione serramenti
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti e sostituzione delle pompe di circolazione

6.1.1 Sostituzione serramenti

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti

Stato di fatto

Struttura esistente		
Codice	W3	
Descrizione	324x170	
Tipo	da locale climatizzato verso esterno	
Esposizioni considerate	E, O	
Superficie di calcolo	S _{calc}	185,70 m ²

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	3,300	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	3,836	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	Doppio vetro (3+3)+15+4 argon		
k telaio		1,300	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 70mm - 7 camere		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	1,100	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,129	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

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 e sostituzione delle pompe di circolazione

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	$\eta_{H,dir,reg}$	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 [Nm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	9239	-29,3
Acqua calda sanitaria (W)	707	707	0,0
Globale	13768	9946	-27,8
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	362	-48,5
Acqua calda sanitaria (W)	319	319	0,0
Raffrescamento (C)	593	566	-4,5
Illuminazione (L)	9439	9418	-0,2
Globale	11054	10666	-3,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10885,44	7666,32	-29,6
Acqua calda sanitaria (W)	659,90	659,90	0,0
Raffrescamento (C)	148,13	141,45	-4,5
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2359,77	2354,61	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	14053,23	10822,26	-23,0

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	69788,61
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gi}) [€/anno]	3230,97
Tempo di ritorno semplice (t.) [anni]	21,6

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	93,0	92,9	-0,1
Regolazione (η_{reg})	86,9	91,8	5,7
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,0	95,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,6	85,1	-1,8
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,0	80,5	-1,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,8	80,4	-1,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	81,0	83,5	3,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	80,8	83,4	3,2
Valore limite (η_{lim})	92,2	-	-

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)	87,5	87,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	91,6	91,6	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	86,7	86,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	86,5	86,5	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	65,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,0	64,0	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

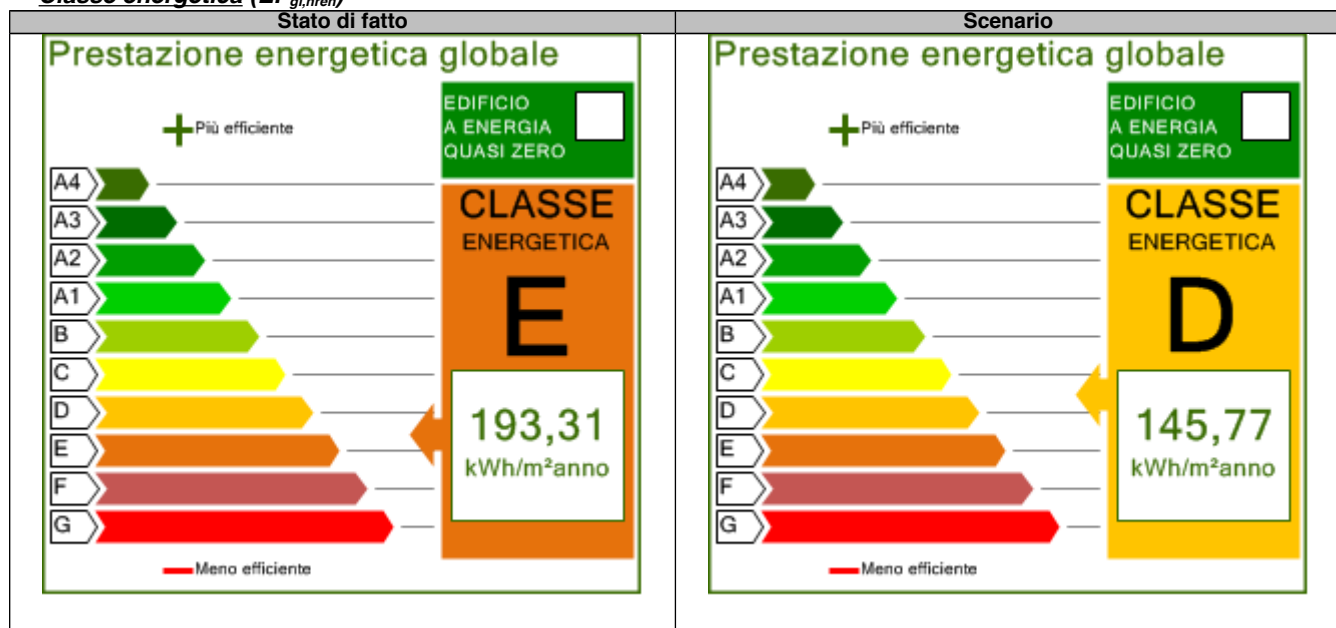
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	130,42	94,91	-27,2	56,61
Raffrescamento (C)	40,63	38,80	-4,5	37,12

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	161,06	113,62	-29,5
Acqua calda sanitaria (W)	9,37	9,37	0,0
Raffrescamento (C)	1,35	1,29	-4,5
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	21,53	21,48	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	193,31	145,77	-24,6
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,39	0,20	-48,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,18	0,18	0,0
Raffrescamento (C)	0,33	0,31	-4,5
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,19	5,18	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	6,08	5,86	-3,5
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	161,45	113,82	-29,5
Acqua calda sanitaria (W)	9,54	9,54	0,0
Raffrescamento (C)	1,68	1,60	-4,5
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	26,72	26,66	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	199,39	151,63	-24,0
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	100,16	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	-41,7	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,8	1,8	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,5	0,5	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	3,0	3,9	26,2	-

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)	27585,93	19451,51	-29,5
Acqua calda sanitaria (W)	1623,56	1623,56	0,0
Raffrescamento (C)	272,55	260,26	-4,5
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4341,98	4332,48	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	33824,02	25667,80	-24,1

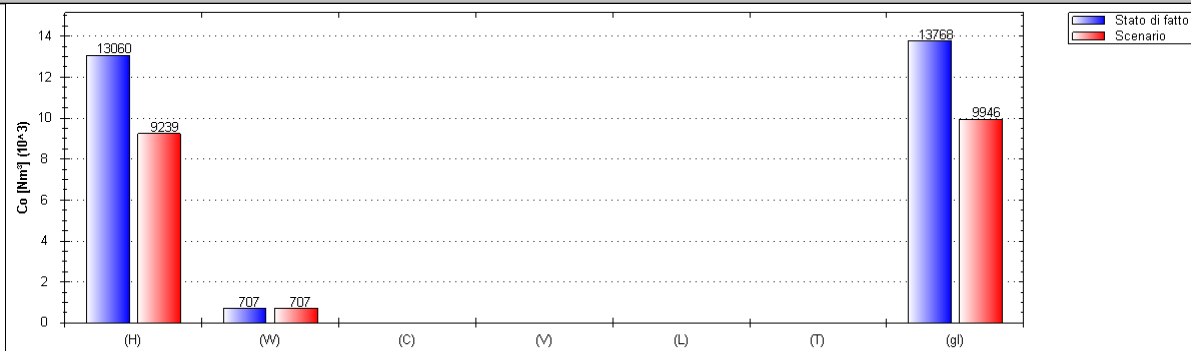
Legenda:

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.

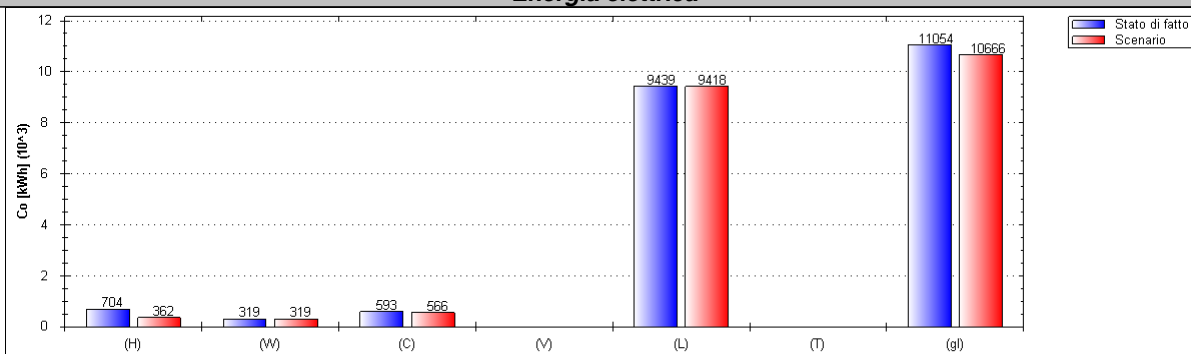
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	9239	-29,3
Acqua calda sanitaria (W)	707	707	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)	13768	9946	-27,8

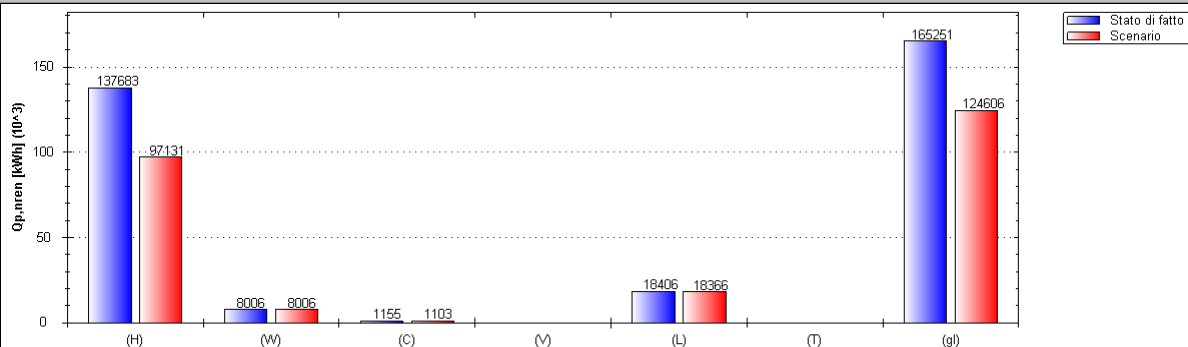
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	362	-48,5
Acqua calda sanitaria (W)	319	319	0,0
Raffrescamento (C)	593	566	-4,5
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9439	9418	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	11054	10666	-3,5

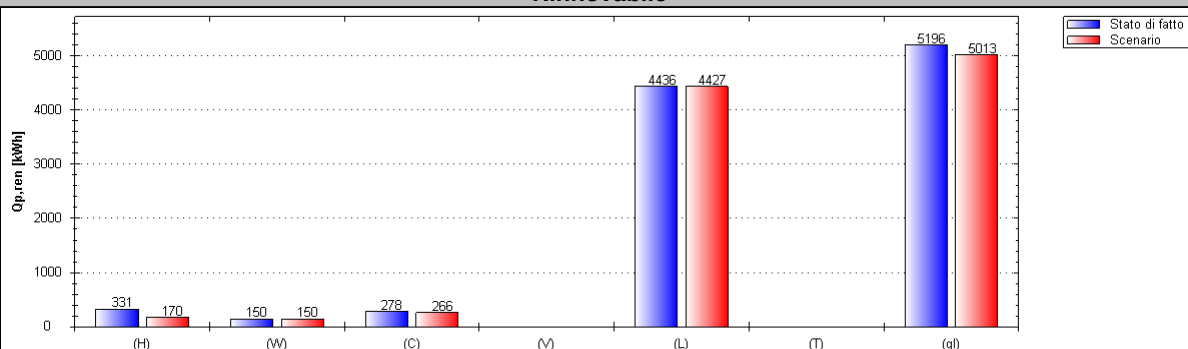
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



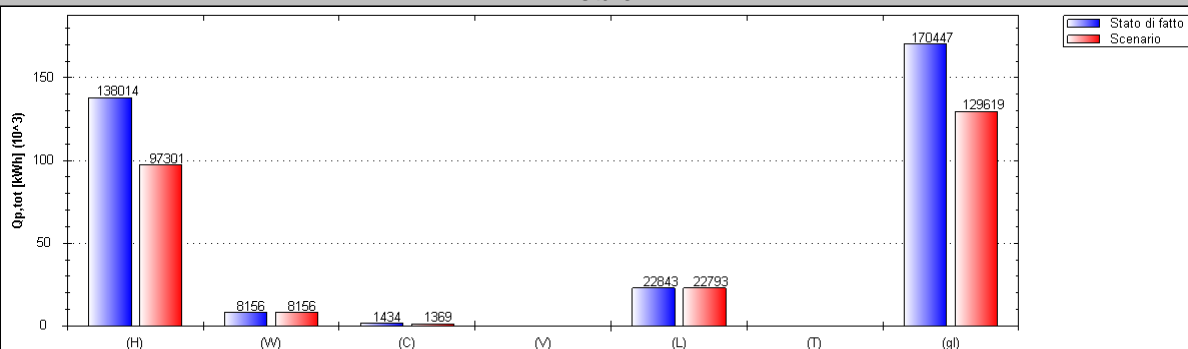
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	137683	97131	-29,5
Acqua calda sanitaria (W)	8006	8006	0,0
Raffrescamento (C)	1155	1103	-4,5
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	18366	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	165251	124606	-24,6

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	331	170	-48,5
Acqua calda sanitaria (W)	150	150	0,0
Raffrescamento (C)	278	266	-4,5
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	4427	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	5196	5013	-3,5

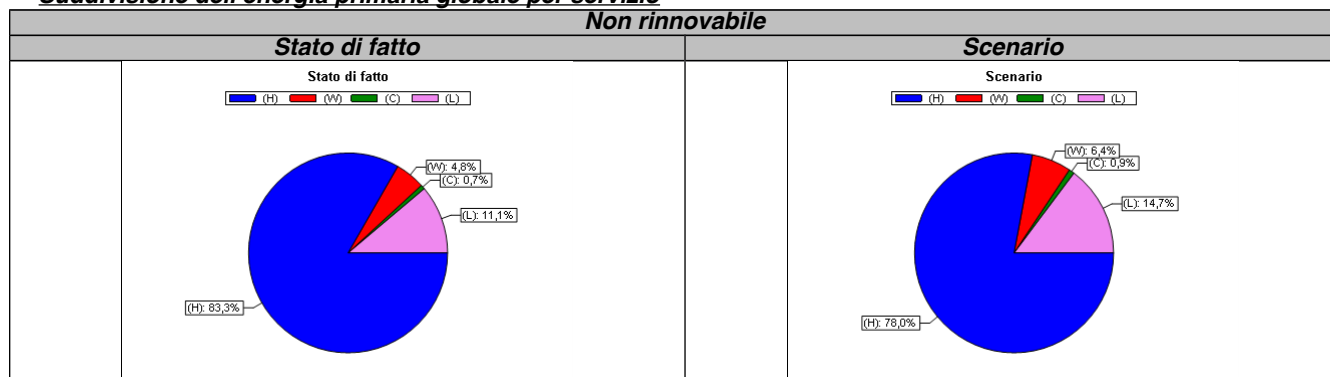
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	138014	97301	-29,5
Acqua calda sanitaria (W)	8156	8156	0,0
Raffrescamento (C)	1434	1369	-4,5
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	22793	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	170447	129619	-24,0

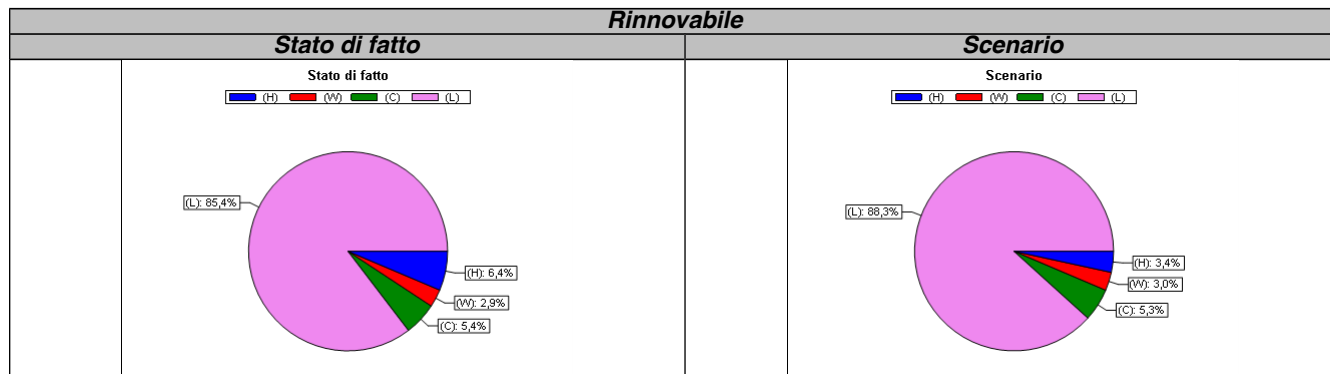
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



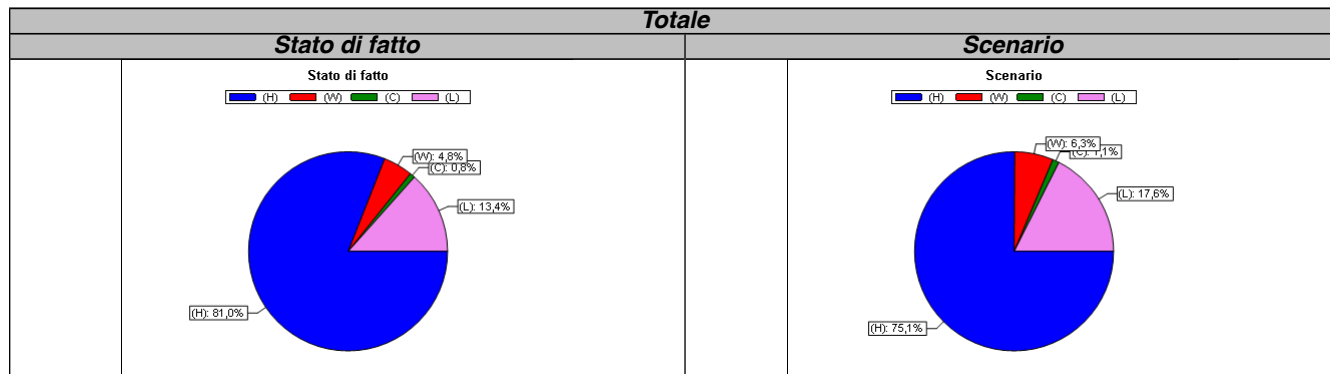
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	137683	83,3	97131	78,0
Acqua calda sanitaria (W)	8006	4,8	8006	6,4
Raffrescamento (C)	1155	0,7	1103	0,9
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	11,1	18366	14,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	165251	100,0	124606	100,0

Rinnovabile



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	331	6,4	170	3,4
Acqua calda sanitaria (W)	150	2,9	150	3,0
Raffrescamento (C)	278	5,4	266	5,3
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	85,4	4427	88,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	5196	100,0	5013	100,0

Totale

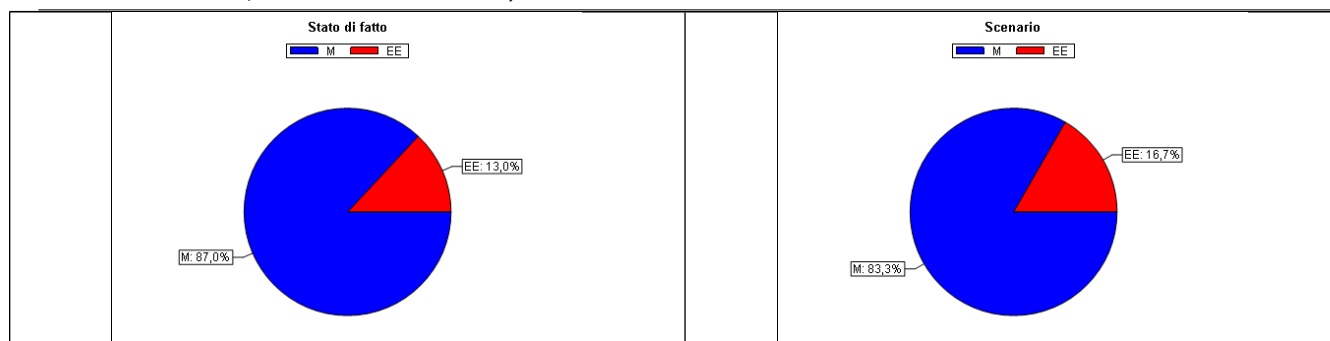


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	138014	81,0	97301	75,1
Acqua calda sanitaria (W)	8156	4,8	8156	6,3
Raffrescamento (C)	1434	0,8	1369	1,1
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	13,4	22793	17,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	170447	100,0	129619	100,0

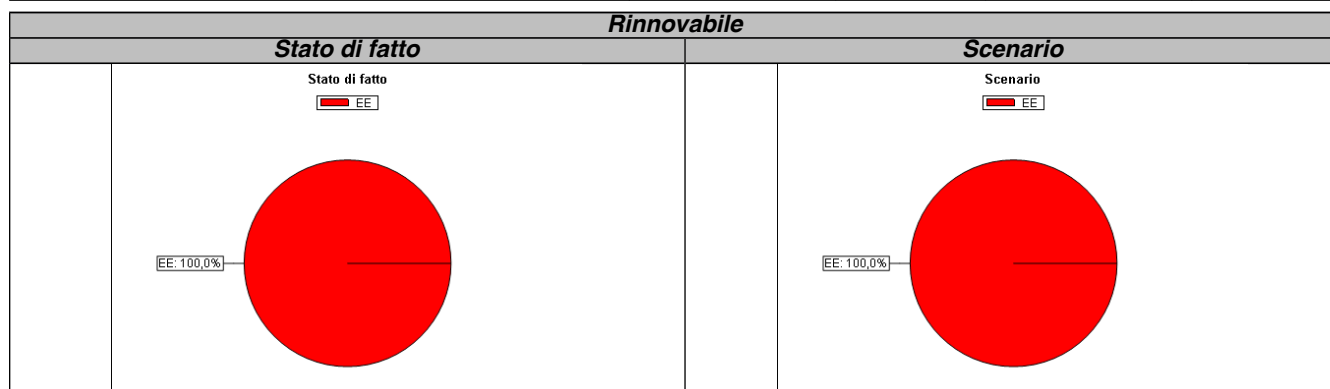
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico

Non rinnovabile

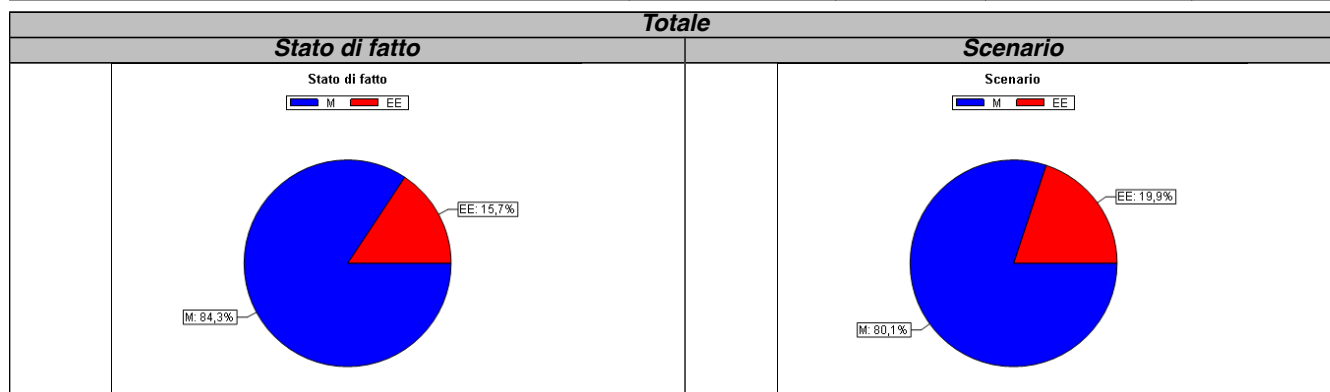
Stato di fatto	Scenario
----------------	----------



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	87,0	103808	83,3
Energia elettrica (EE)	21556	13,0	20798	16,7
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	165251	100,0	124606	100,0

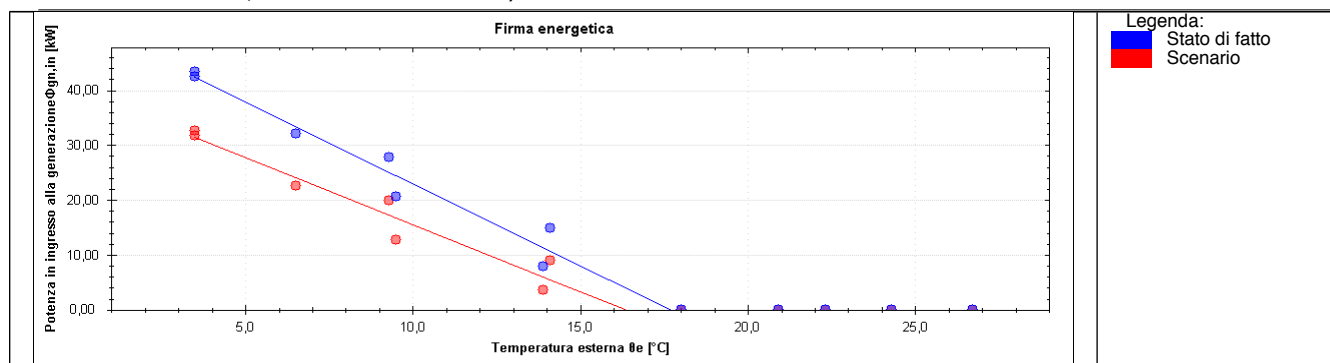


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	5196	100,0	5013	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	5196	100,0	5013	100,0



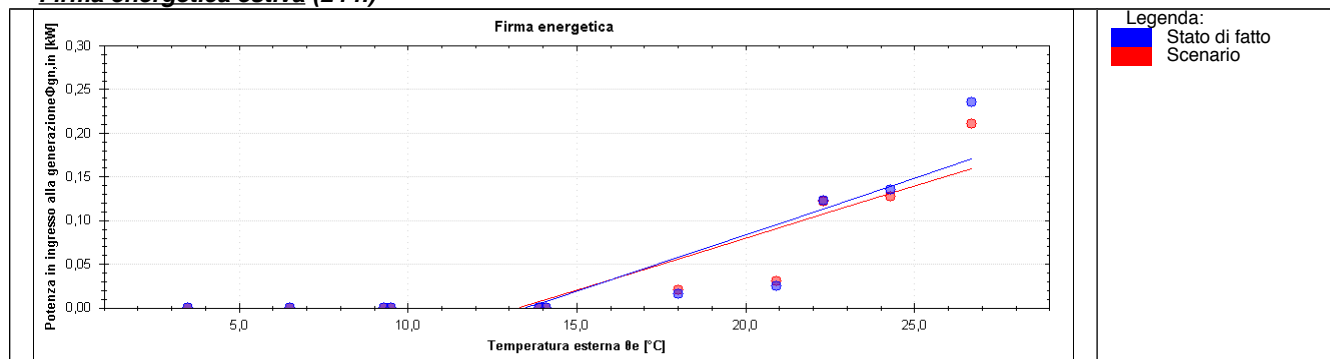
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	84,3	103808	80,1
Energia elettrica (EE)	26752	15,7	25811	19,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	170447	100,0	129619	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]
gennaio	3,5	31	31697	42,60	31	23634	31,77
febbraio	6,5	28	21593	32,13	28	15153	22,55
marzo	9,5	31	15312	20,58	31	9477	12,74
aprile	13,9	15	2854	7,93	15	1277	3,55
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	14,1	17	6105	14,96	17	3709	9,09
novembre	9,3	30	19978	27,75	30	14325	19,90
dicembre	3,5	31	32280	43,39	31	24257	32,60
TOTALE		183	129820	189	183	91832	132

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]
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	10	0	0,00	2	0	0,00
aprile	13,9	30	0	0,00	30	0	0,00
maggio	18,0	31	12	0,02	31	15	0,02
giugno	22,3	30	89	0,12	30	88	0,12
luglio	26,7	31	175	0,24	31	157	0,21
agosto	24,3	31	101	0,14	31	95	0,13
settembre	20,9	30	18	0,02	30	22	0,03
ottobre	14,1	14	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		207	395	1	199	377	1

Legenda:

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

6.2 Coibentazione della copertura

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Coibentazione della copertura		
Costo stimato	C	72976,54	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	2897,61	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	25,2	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	42,45	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Coibentazione della copertura
2	Coibentazione della copertura
3	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti e sostituzione delle pompe di circolazione

6.2.1 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Coibentazione della copertura
Descrizione	Coibentazione della copertura

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S1		
Descrizione	Copertura 2 ampliamento		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	767,69	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	358,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	0,688	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,688	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,033	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	540,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,171	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,171	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.2.2 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Coibentazione della copertura
Descrizione	Coibentazione della copertura

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S3		
Descrizione	Copertura 1 ampliamento		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	194,40	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	420,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	0,728	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,728	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,033	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	560,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,173	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,173	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.2.3 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti e sostituzione delle pompe di circolazione

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	$\eta_{H,dir,reg}$	99,0	%

6.2.4 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)	13060	9674	-25,9
Acqua calda sanitaria (W)	707	707	0,0
Globale	13768	10381	-24,6
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	384	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	319	319	0,0
Raffrescamento (C)	593	431	-27,3
Illuminazione (L)	9439	9439	0,0
Globale	11054	10573	-4,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10885,44	8028,32	-26,2
Acqua calda sanitaria (W)	659,90	659,90	0,0
Raffrescamento (C)	148,13	107,64	-27,3
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2359,77	2359,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	14053,23	11155,62	-20,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	72976,54
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gi}) [€/anno]	2897,61
Tempo di ritorno semplice (t.) [anni]	25,2

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	93,0	93,6	0,7
Regolazione (η_{reg})	86,9	91,4	5,2
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,0	95,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,6	85,4	-1,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,0	80,8	-1,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,8	80,7	-1,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	81,0	84,9	4,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	80,8	84,7	4,9
Valore limite (η_{lim})	92,2	-	-

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)	87,5	87,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	91,6	91,6	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	86,7	86,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	86,5	86,5	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	65,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,0	64,0	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

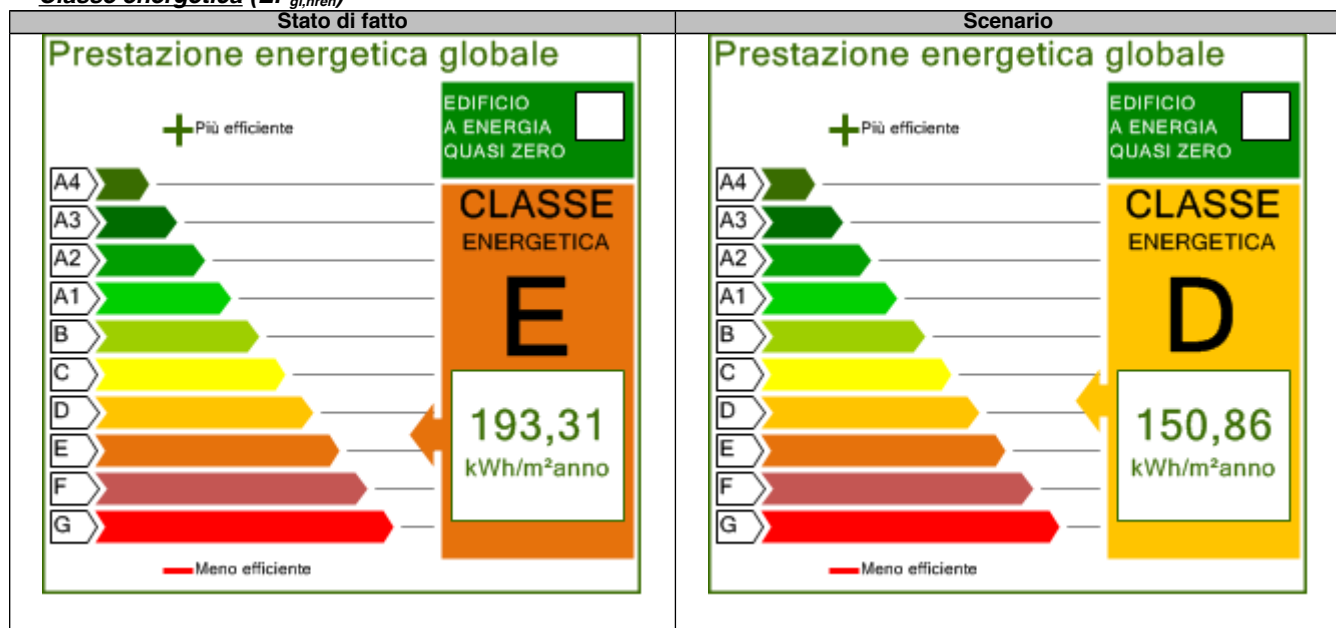
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	130,42	100,99	-22,6	56,61
Raffrescamento (C)	40,63	29,52	-27,3	37,12

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	161,06	118,98	-26,1
Acqua calda sanitaria (W)	9,37	9,37	0,0
Raffrescamento (C)	1,35	0,98	-27,3
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	21,53	21,53	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	193,31	150,86	-22,0
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,39	0,21	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,18	0,18	0,0
Raffrescamento (C)	0,33	0,24	-27,3
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,19	5,19	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	6,08	5,81	-4,4
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	161,45	119,19	-26,2
Acqua calda sanitaria (W)	9,54	9,54	0,0
Raffrescamento (C)	1,68	1,22	-27,3
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	26,72	26,72	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	199,39	156,68	-21,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	100,16	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	-41,7	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,8	1,8	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,5	0,5	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	3,0	3,7	23,0	-

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 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)	27585,93	20369,24	-26,2
Acqua calda sanitaria (W)	1623,56	1623,56	0,0
Raffrescamento (C)	272,55	198,06	-27,3
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4341,98	4341,98	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	33824,02	26532,83	-21,6

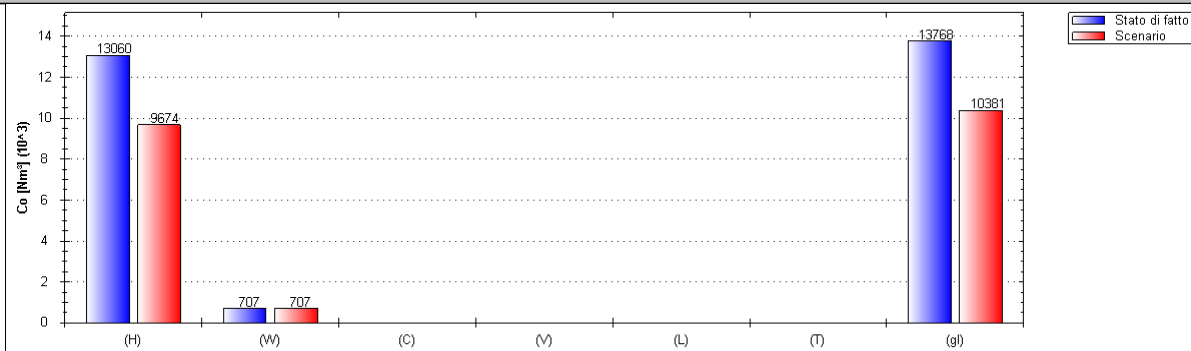
Legenda:

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.

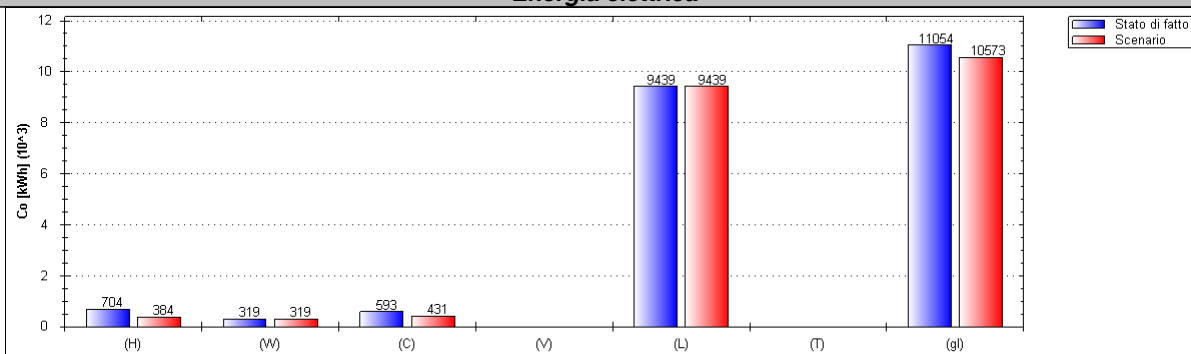
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	9674	-25,9
Acqua calda sanitaria (W)	707	707	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)	13768	10381	-24,6

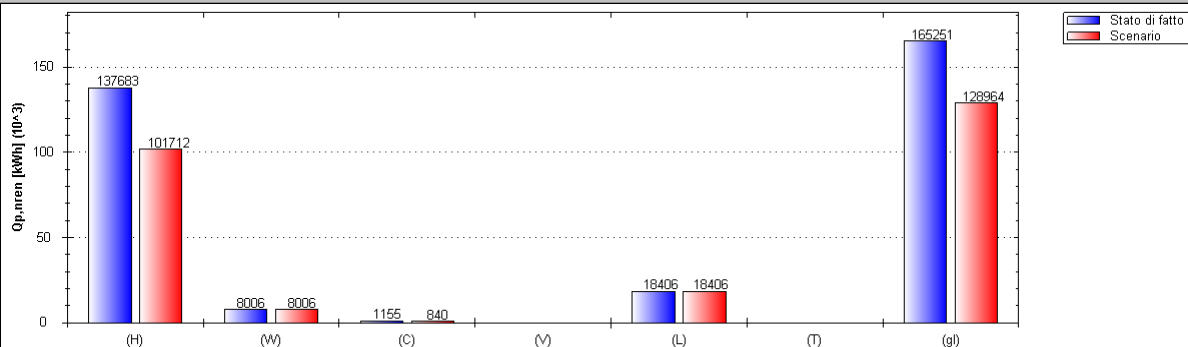
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	384	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	319	319	0,0
Raffrescamento (C)	593	431	-27,3
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9439	9439	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	11054	10573	-4,4

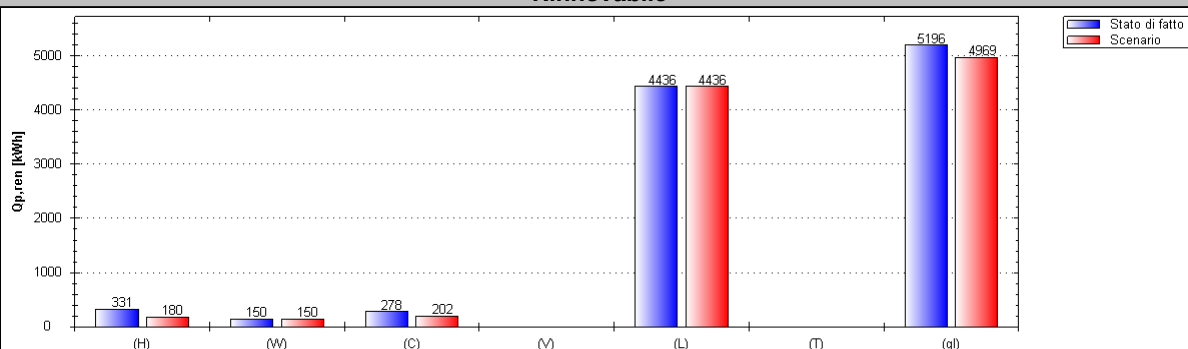
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



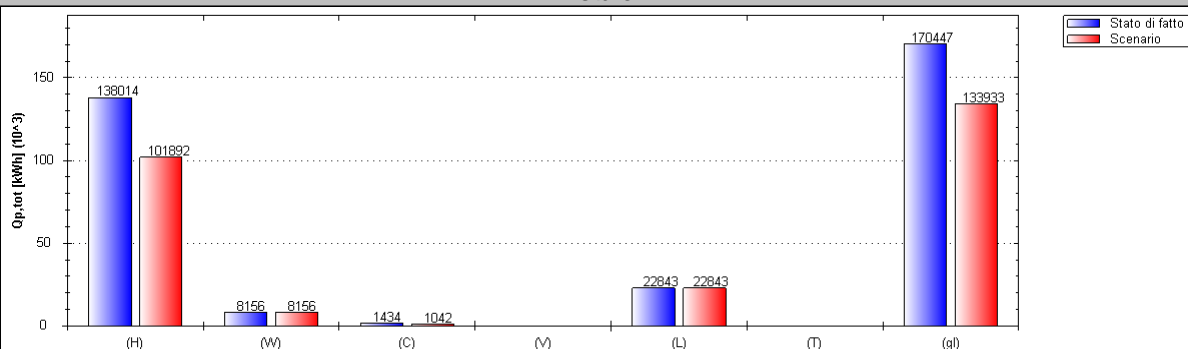
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	137683	101712	-26,1
Acqua calda sanitaria (W)	8006	8006	0,0
Raffrescamento (C)	1155	840	-27,3
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	18406	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	165251	128964	-22,0

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	331	180	-45,4
Acqua calda sanitaria (W)	150	150	0,0
Raffrescamento (C)	278	202	-27,3
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	4436	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	5196	4969	-4,4

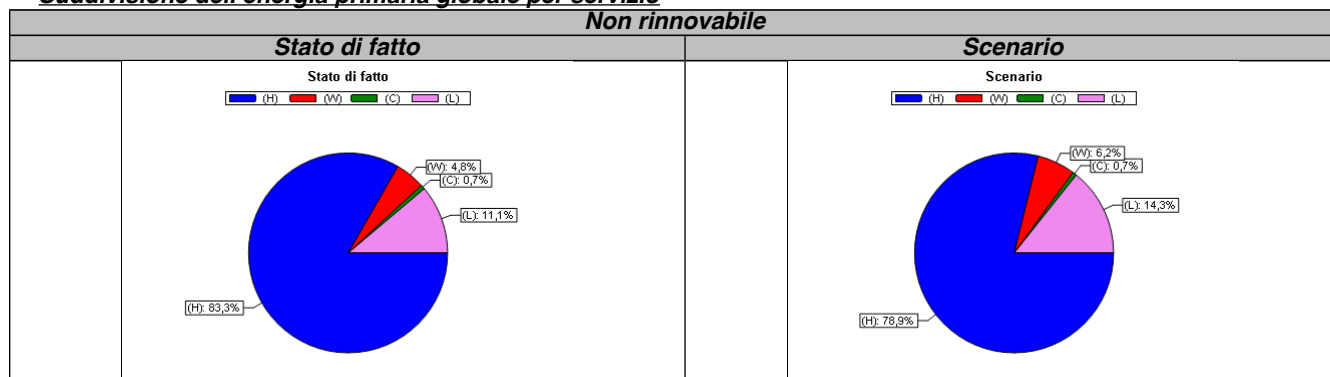
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	138014	101892	-26,2
Acqua calda sanitaria (W)	8156	8156	0,0
Raffrescamento (C)	1434	1042	-27,3
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	22843	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	170447	133933	-21,4

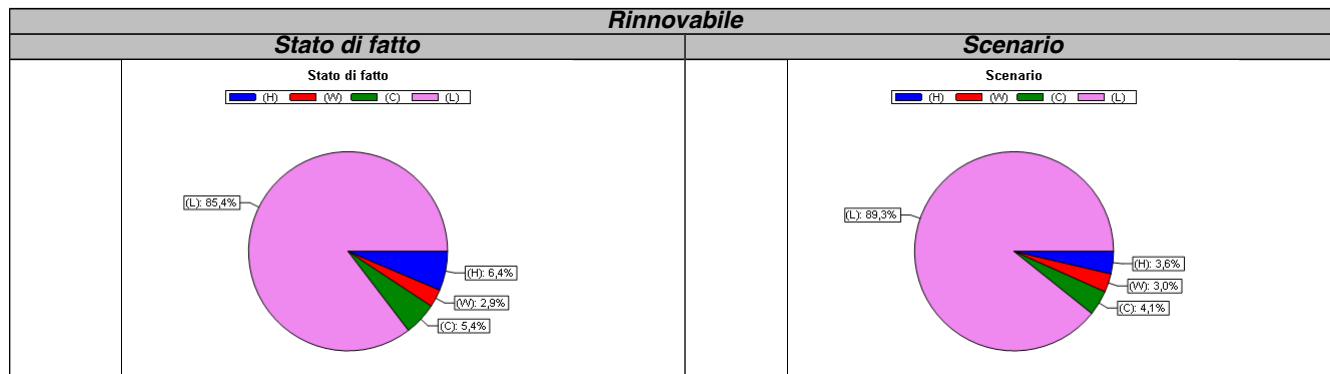
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



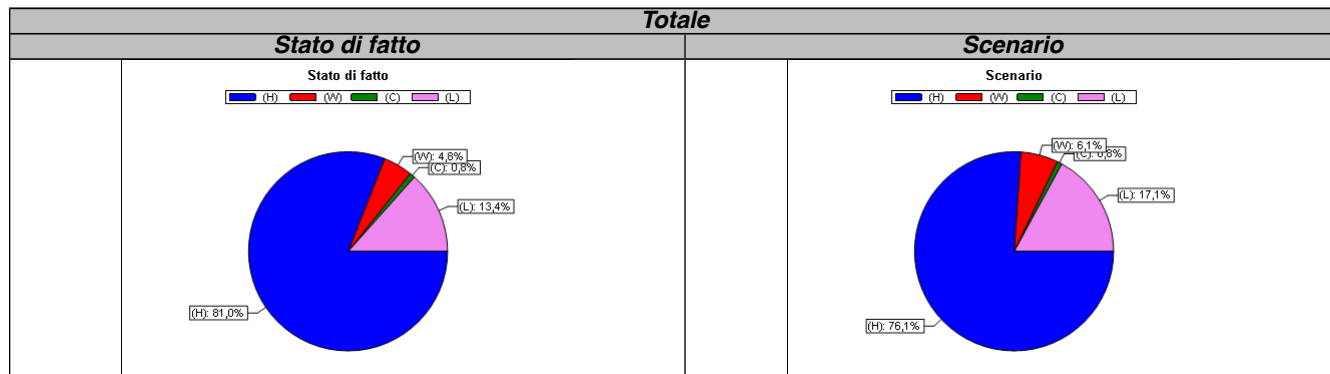
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	137683	83,3	101712	78,9
Acqua calda sanitaria (W)	8006	4,8	8006	6,2
Raffrescamento (C)	1155	0,7	840	0,7
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	11,1	18406	14,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	165251	100,0	128964	100,0

Rinnovabile



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	331	6,4	180	3,6
Acqua calda sanitaria (W)	150	2,9	150	3,0
Raffrescamento (C)	278	5,4	202	4,1
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	85,4	4436	89,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	5196	100,0	4969	100,0

Totale

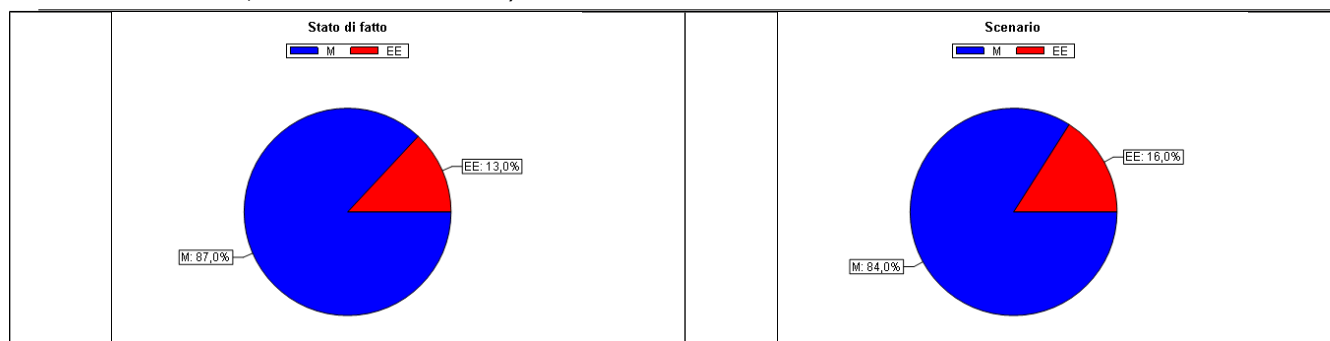


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	138014	81,0	101892	76,1
Acqua calda sanitaria (W)	8156	4,8	8156	6,1
Raffrescamento (C)	1434	0,8	1042	0,8
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	13,4	22843	17,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	170447	100,0	133933	100,0

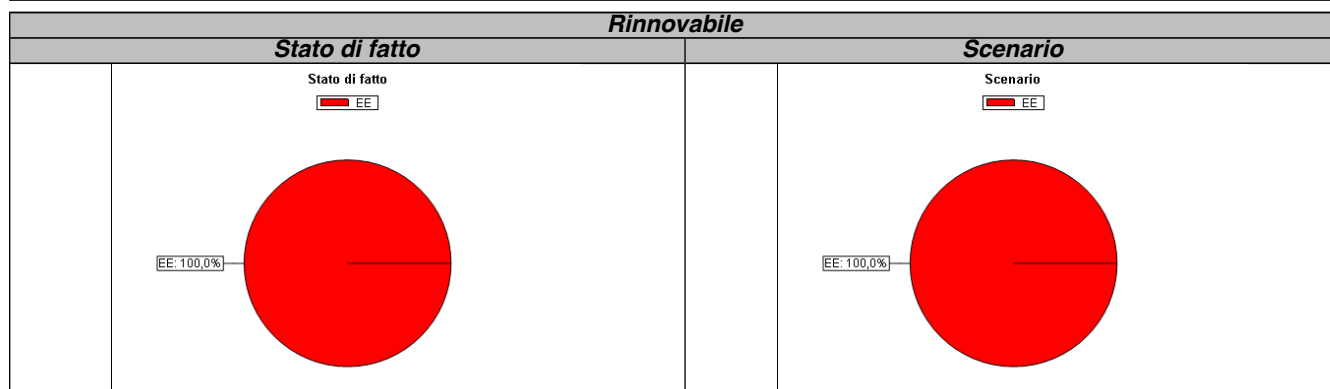
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico

Non rinnovabile

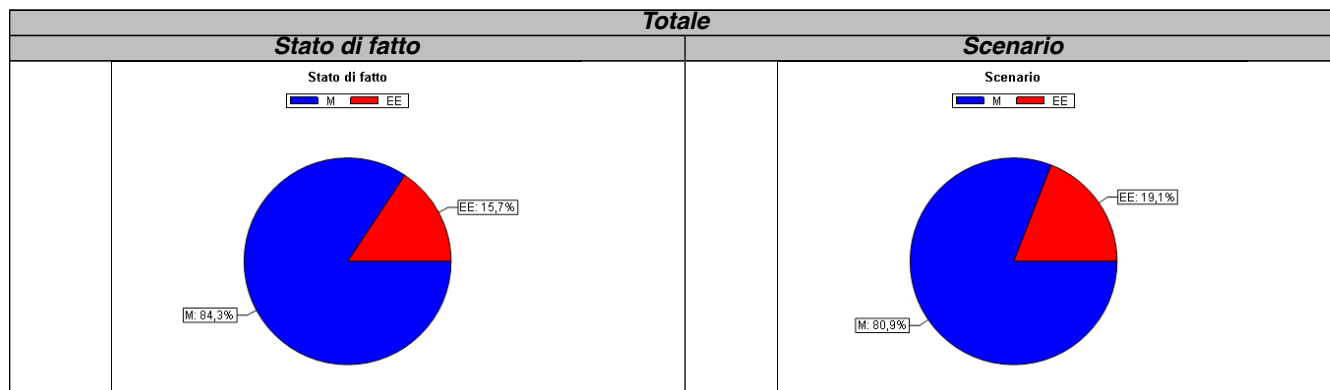
Stato di fatto	Scenario
----------------	----------



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	87,0	108347	84,0
Energia elettrica (EE)	21556	13,0	20617	16,0
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	165251	100,0	128964	100,0

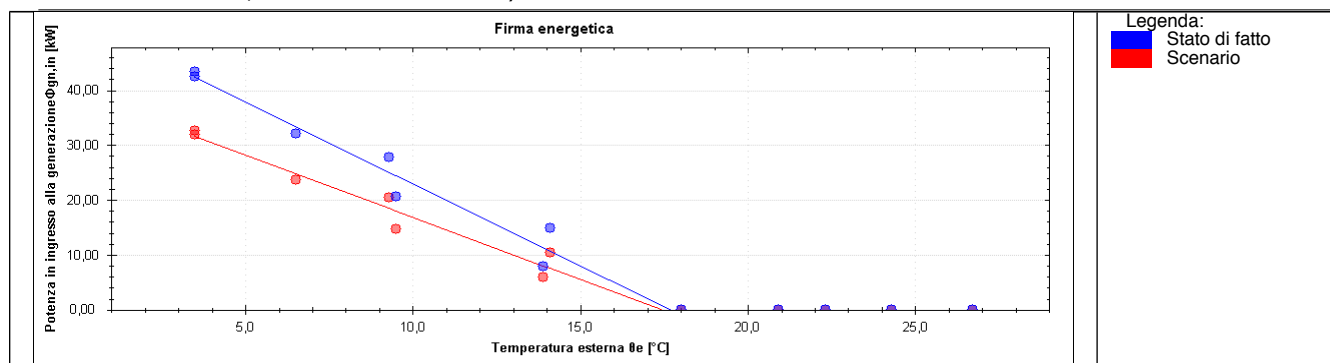


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	5196	100,0	4969	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	5196	100,0	4969	100,0



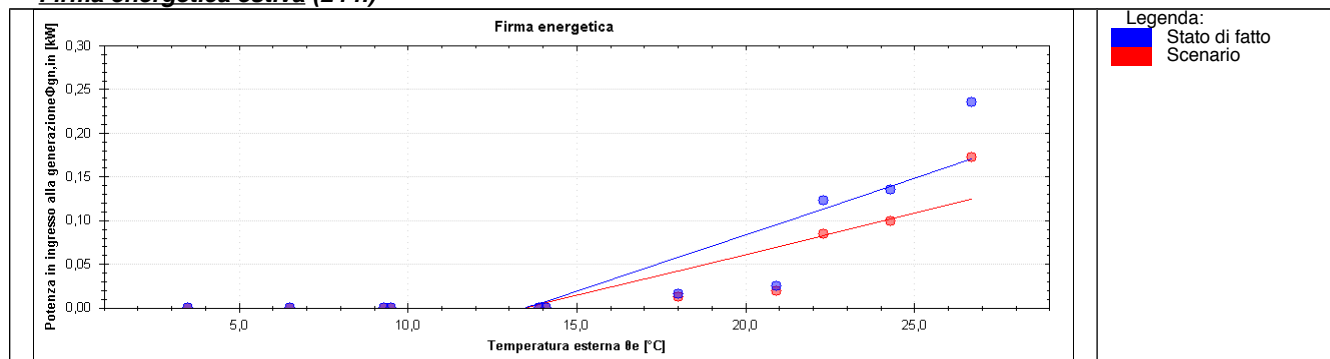
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	84,3	108347	80,9
Energia elettrica (EE)	26752	15,7	25586	19,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	170447	100,0	133933	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]
gennaio	3,5	31	31697	42,60	31	23793	31,98
febbraio	6,5	28	21593	32,13	28	15886	23,64
marzo	9,5	31	15312	20,58	31	10948	14,72
aprile	13,9	15	2854	7,93	15	2171	6,03
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	14,1	17	6105	14,96	17	4291	10,52
novembre	9,3	30	19978	27,75	30	14733	20,46
dicembre	3,5	31	32280	43,39	31	24333	32,71
TOTALE		183	129820	189	183	96155	140

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]
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	10	0	0,00	13	0	0,00
aprile	13,9	30	0	0,00	30	0	0,00
maggio	18,0	31	12	0,02	31	9	0,01
giugno	22,3	30	89	0,12	30	61	0,08
luglio	26,7	31	175	0,24	31	129	0,17
agosto	24,3	31	101	0,14	31	74	0,10
settembre	20,9	30	18	0,02	30	14	0,02
ottobre	14,1	14	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		207	395	1	210	287	0

Legenda:

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

6.3 Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche		
Costo stimato	C	32874,23	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	2514,48	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	13,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	37,07	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
2	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

6.3.1 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	%

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

Dati generali

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

Intervento

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

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	116,00	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/Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{tel}

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

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

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	441	W _{el}
-------------------	--------------	-----	-----------------

6.3.3 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Nm ³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	10157	-22,2
Acqua calda sanitaria (W)	707	623	-11,9
Globale	13768	10780	-21,7
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	445	-36,7
Acqua calda sanitaria (W)	319	318	-0,2
Raffrescamento (C)	593	593	0,0
Illuminazione (L)	9439	9439	0,0
Globale	11054	10795	-2,3

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10885,44	8440,30	-22,5
Acqua calda sanitaria (W)	659,90	590,56	-10,5
Raffrescamento (C)	148,13	148,13	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2359,77	2359,77	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	14053,23	11538,76	-17,9

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	32874,23
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gi}) [€/anno]	2514,48
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	13,1

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	93,0	93,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	86,9	93,0	7,1
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,0	95,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,6	104,0	20,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,0	98,3	20,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,8	98,2	19,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	81,0	104,3	28,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	80,8	104,1	28,9
Valore limite (η_{lim})	92,2	-	-

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)	87,5	87,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	91,6	104,0	13,5
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	86,7	98,3	13,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	86,5	98,2	13,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	73,2	12,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,0	71,7	12,1
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

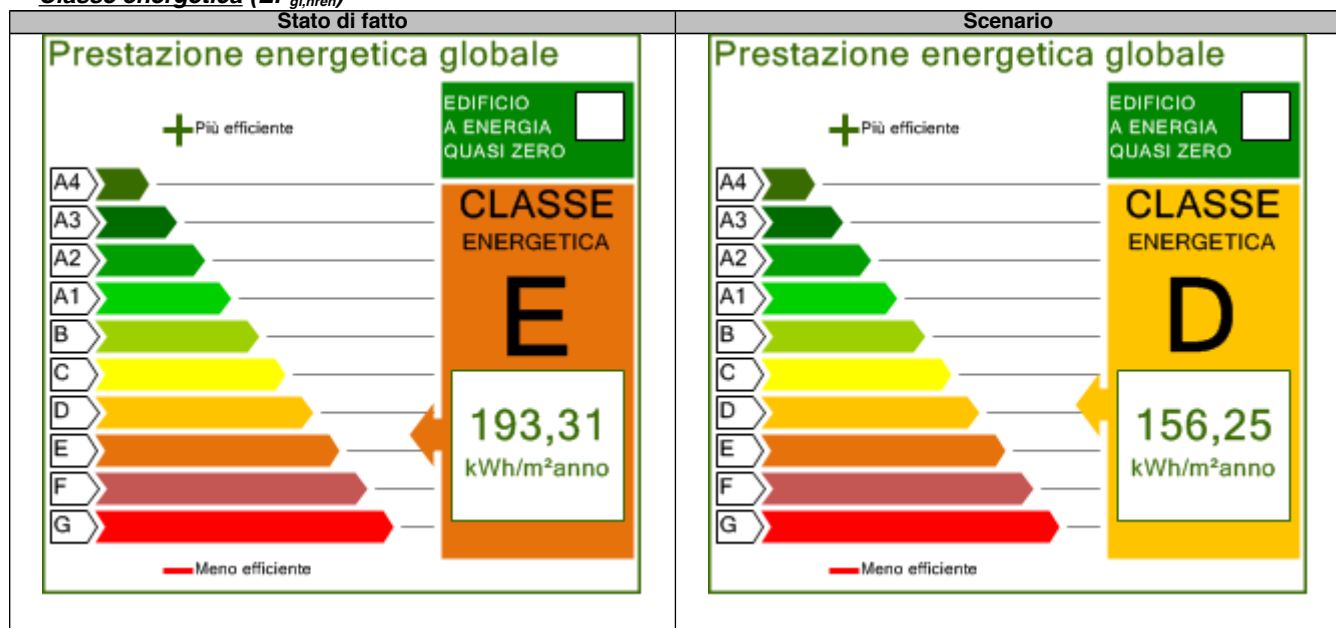
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	130,42	130,42	0,0	56,61
Raffrescamento (C)	40,63	40,63	0,0	37,12

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	161,06	125,03	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	9,37	8,33	-11,0
Raffrescamento (C)	1,35	1,35	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	21,53	21,53	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	193,31	156,25	-19,2
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,39	0,24	-36,7
Acqua calda sanitaria (W)	0,18	0,18	-0,2
Raffrescamento (C)	0,33	0,33	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,19	5,19	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	6,08	5,94	-2,3
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	161,45	125,27	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	9,54	8,51	-10,8
Raffrescamento (C)	1,68	1,68	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	26,72	26,72	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	199,39	162,18	-18,7
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	100,16	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,8	2,1	10,9	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,5	0,6	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	3,0	3,7	19,7	-

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_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	27585,93	21407,15	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	1623,56	1447,19	-10,9
Raffrescamento (C)	272,55	272,55	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4341,98	4341,98	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	33824,02	27468,88	-18,8

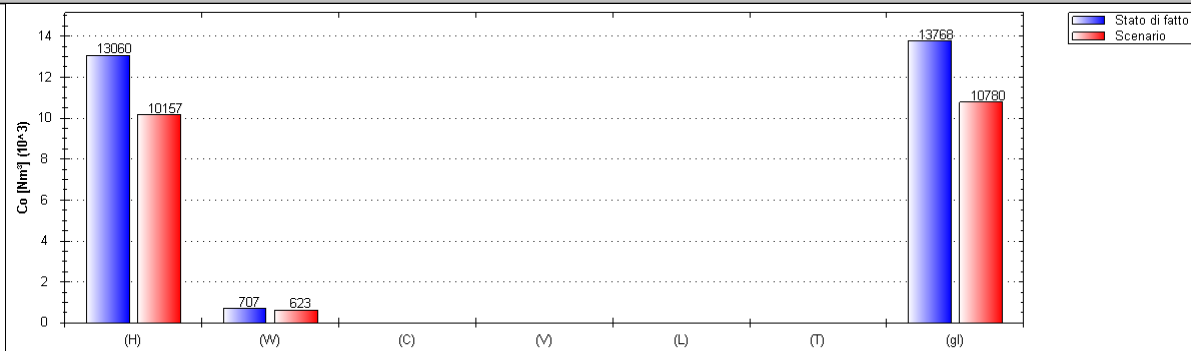
Legenda:

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.

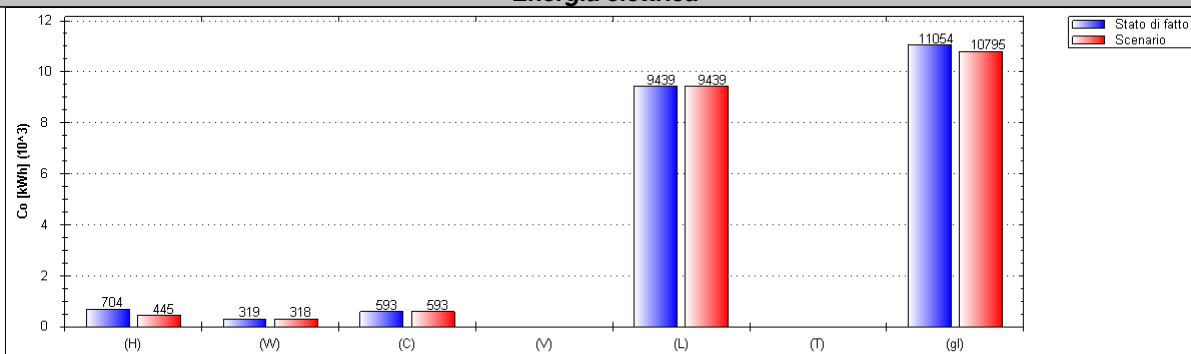
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	10157	-22,2
Acqua calda sanitaria (W)	707	623	-11,9
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)	13768	10780	-21,7

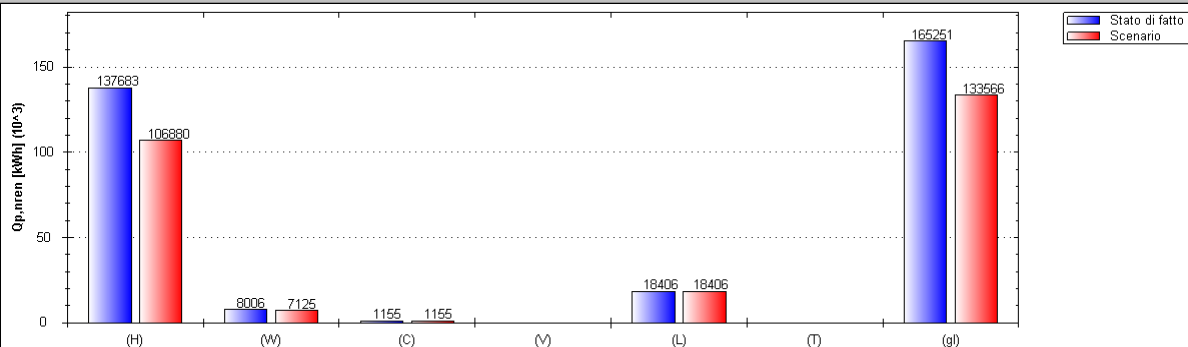
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	445	-36,7
Acqua calda sanitaria (W)	319	318	-0,2
Raffrescamento (C)	593	593	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9439	9439	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	11054	10795	-2,3

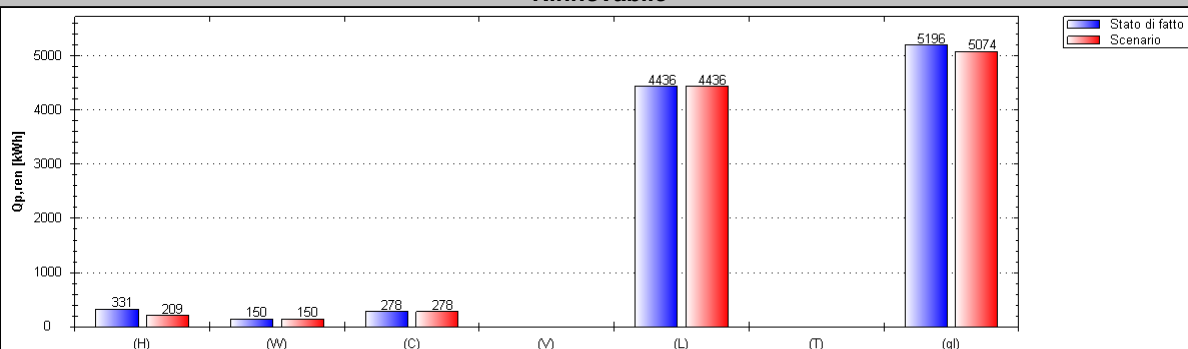
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



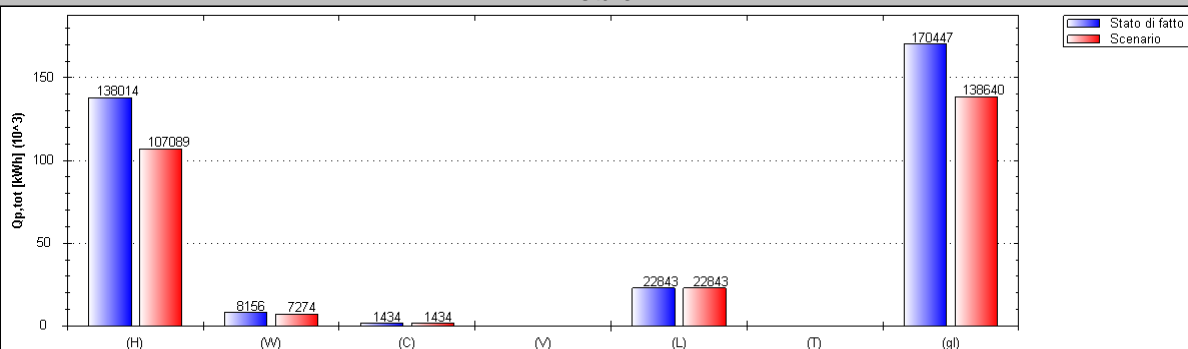
Servizio	$Q_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	137683	106880	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	8006	7125	-11,0
Raffrescamento (C)	1155	1155	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	18406	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	165251	133566	-19,2

Rinnovabile



Servizio	$Q_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	331	209	-36,7
Acqua calda sanitaria (W)	150	150	-0,2
Raffrescamento (C)	278	278	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	4436	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	5196	5074	-2,3

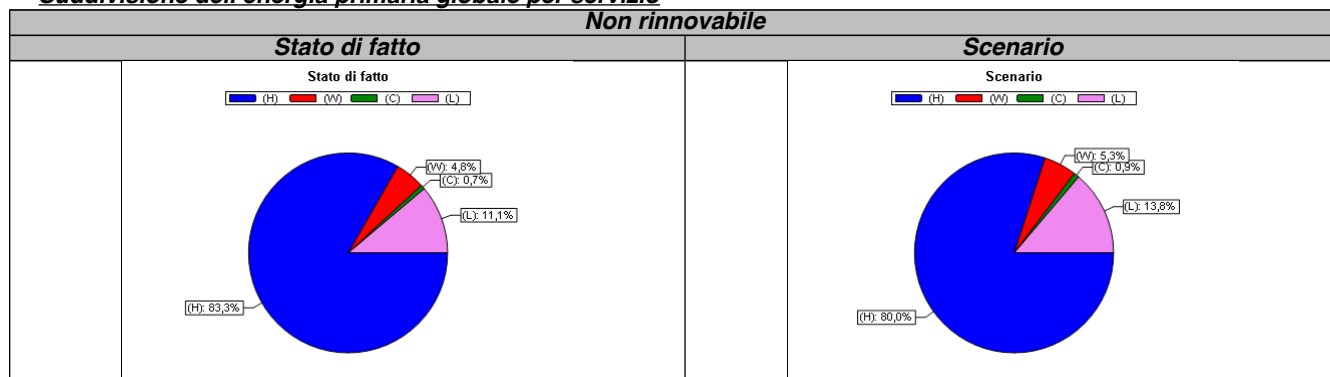
Totale



Servizio	$Q_{p,tot,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	138014	107089	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	8156	7274	-10,8
Raffrescamento (C)	1434	1434	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	22843	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	170447	138640	-18,7

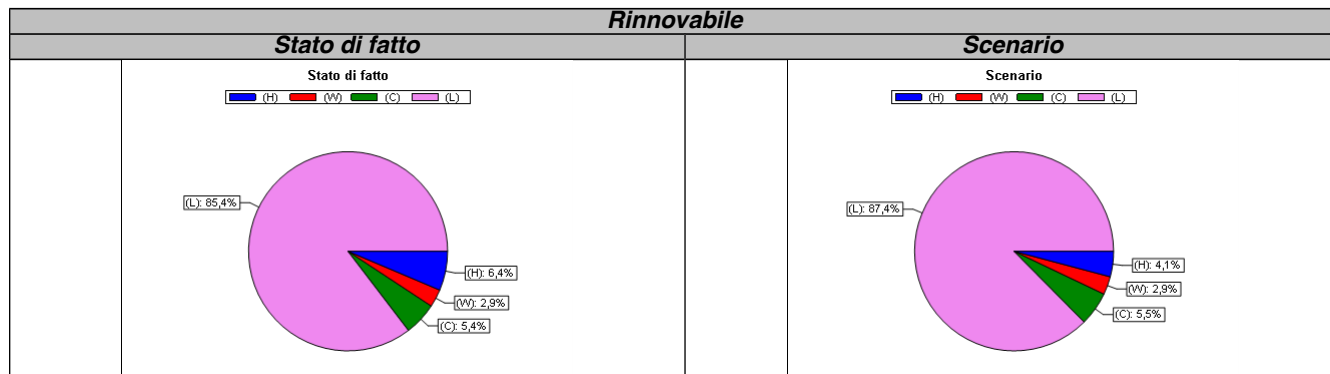
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



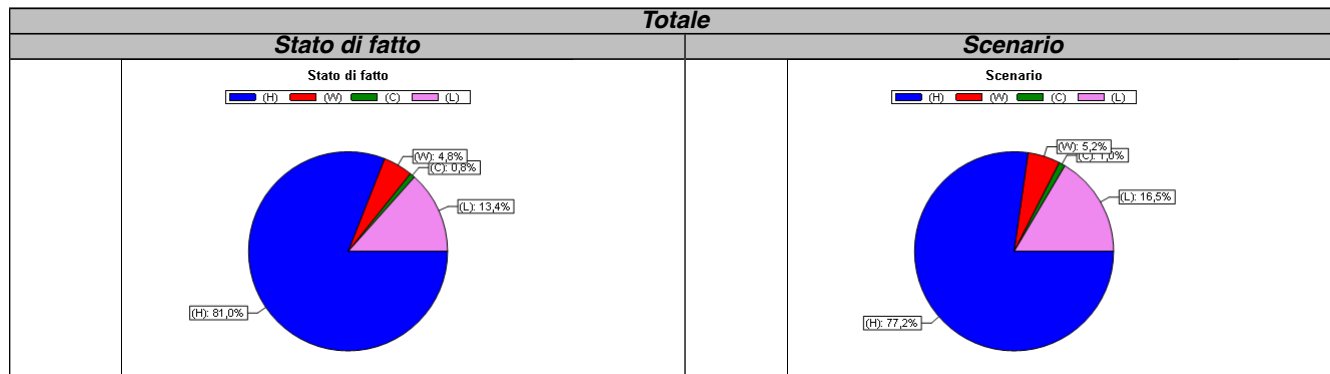
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	137683	83,3	106880	80,0
Acqua calda sanitaria (W)	8006	4,8	7125	5,3
Raffrescamento (C)	1155	0,7	1155	0,9
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	11,1	18406	13,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	165251	100,0	133566	100,0

Rinnovabile



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	331	6,4	209	4,1
Acqua calda sanitaria (W)	150	2,9	150	2,9
Raffrescamento (C)	278	5,4	278	5,5
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	85,4	4436	87,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	5196	100,0	5074	100,0

Totale

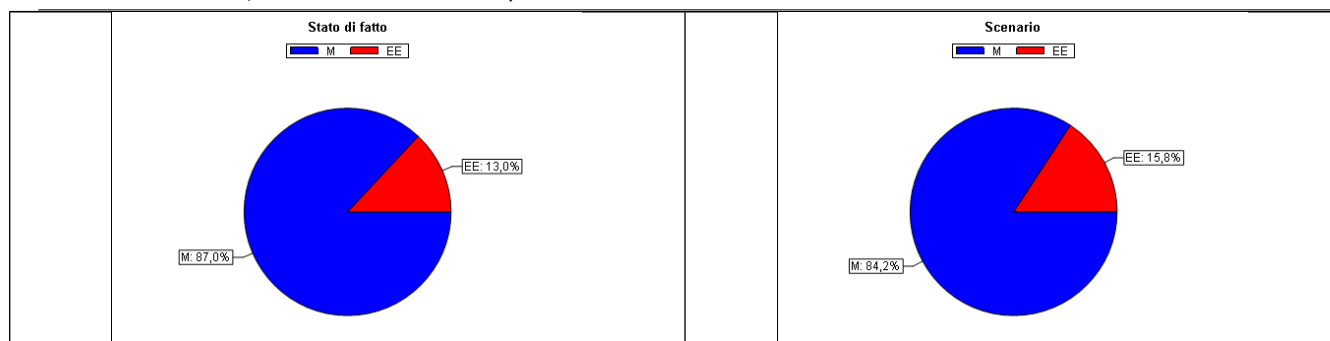


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	138014	81,0	107089	77,2
Acqua calda sanitaria (W)	8156	4,8	7274	5,2
Raffrescamento (C)	1434	0,8	1434	1,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	13,4	22843	16,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	170447	100,0	138640	100,0

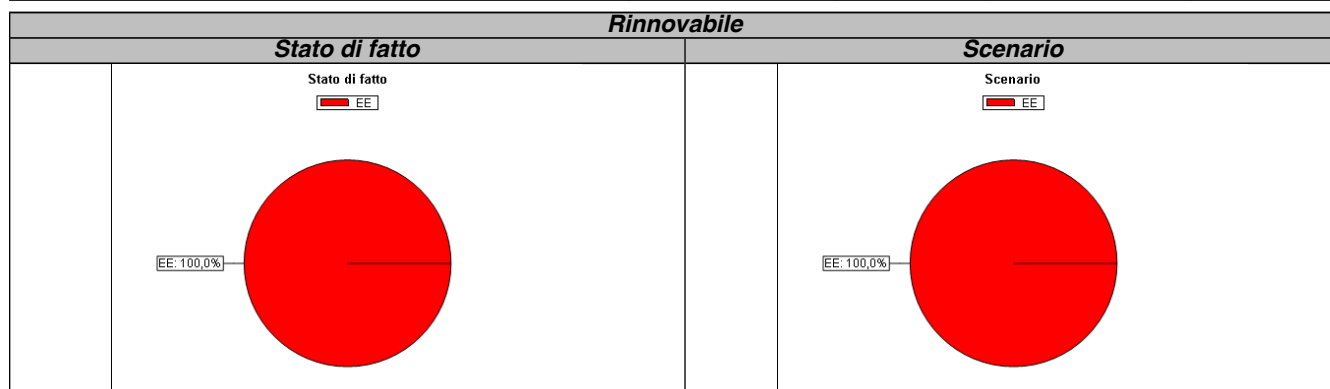
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico

Non rinnovabile

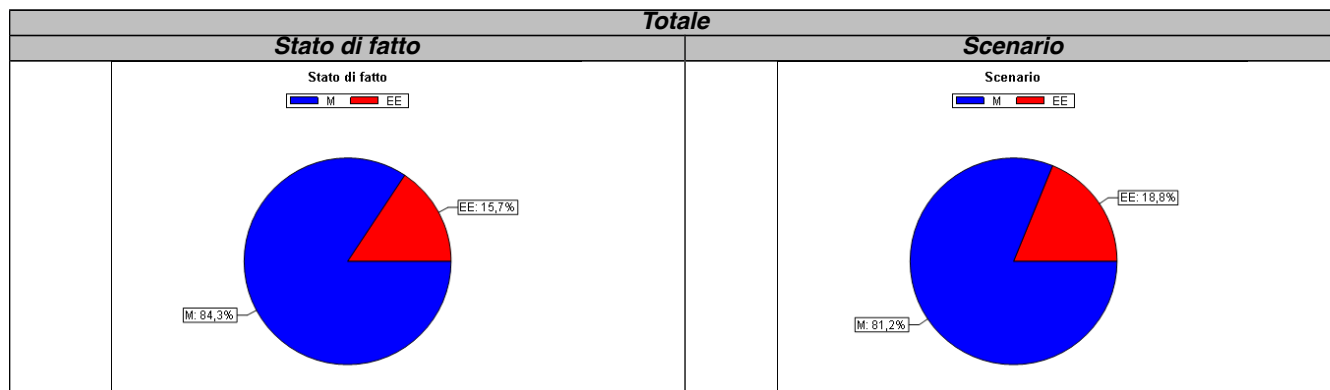
Stato di fatto	Scenario
----------------	----------



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	87,0	112515	84,2
Energia elettrica (EE)	21556	13,0	21051	15,8
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	165251	100,0	133566	100,0

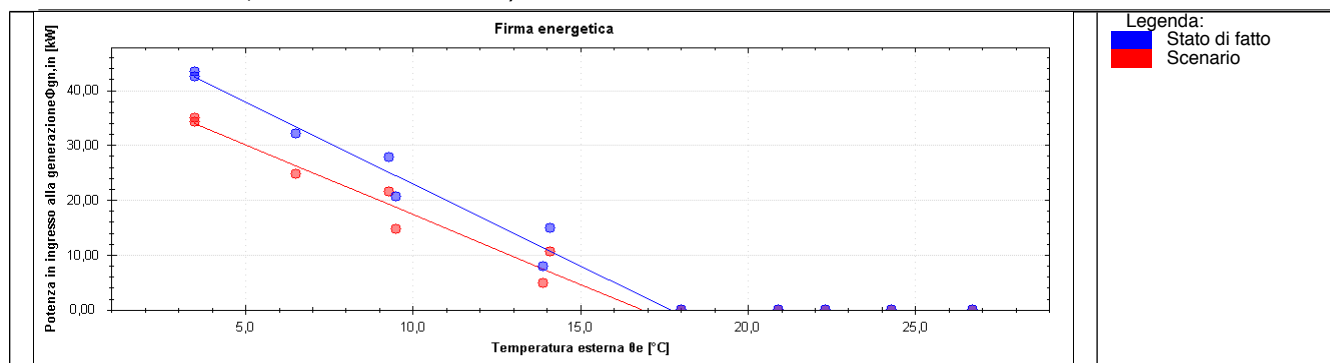


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	5196	100,0	5074	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	5196	100,0	5074	100,0



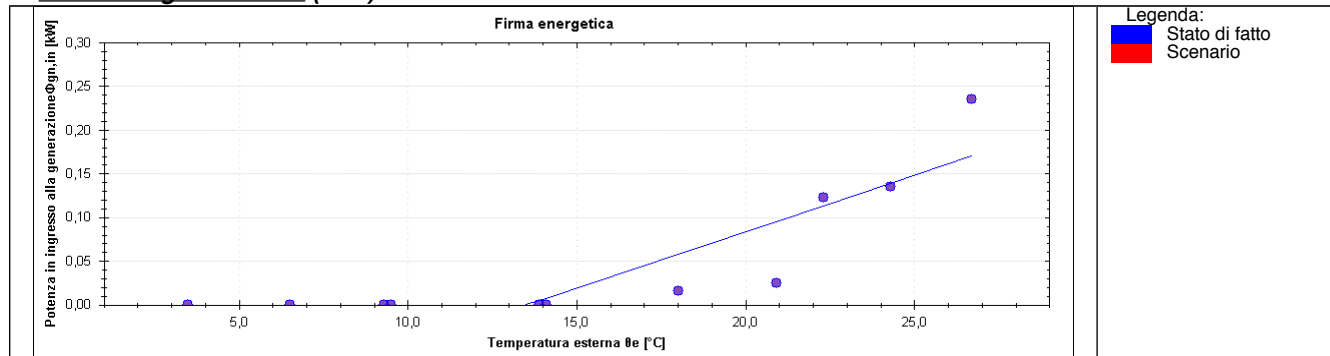
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	84,3	112515	81,2
Energia elettrica (EE)	26752	15,7	26124	18,8
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	170447	100,0	138640	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]
gennaio	3,5	31	31697	42,60	31	25490	34,26
febbraio	6,5	28	21593	32,13	28	16704	24,86
marzo	9,5	31	15312	20,58	31	11020	14,81
aprile	13,9	15	2854	7,93	15	1788	4,97
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	14,1	17	6105	14,96	17	4309	10,56
novembre	9,3	30	19978	27,75	30	15567	21,62
dicembre	3,5	31	32280	43,39	31	26085	35,06
TOTALE		183	129820	189	183	100963	146

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]
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	10	0	0,00	10	0	0,00
aprile	13,9	30	0	0,00	30	0	0,00
maggio	18,0	31	12	0,02	31	12	0,02
giugno	22,3	30	89	0,12	30	89	0,12
luglio	26,7	31	175	0,24	31	175	0,24
agosto	24,3	31	101	0,14	31	101	0,14
settembre	20,9	30	18	0,02	30	18	0,02
ottobre	14,1	14	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		207	395	1	207	395	1

Legenda:

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

6.4 Globale

Dati generali

Numero	4		
Descrizione	Globale		
Costo stimato	C	158707,17	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	6573,99	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	24,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	96,90	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
2	Coibentazione della copertura
3	Coibentazione della copertura
4	Sostituzione serramenti
5	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti
6	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

6.4.1 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Coibentazione della copertura
Descrizione	Coibentazione della copertura

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S1		
Descrizione	Copertura 2 ampliamento		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	767,69	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	358,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	0,688	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,688	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,033	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	540,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,171	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,171	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.4.2 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Coibentazione della copertura
Descrizione	Coibentazione della copertura

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S3		
Descrizione	Copertura 1 ampliamento		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	194,40	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	420,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	0,728	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	0,728	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 20 kg/m ³		
Conducibilità	λ	0,033	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	560,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,173	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,173	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.4.3 Sostituzione serramenti

Dati generali

Intervento	4
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti

Stato di fatto

Struttura esistente		
Codice	W3	
Descrizione	324x170	
Tipo	da locale climatizzato verso esterno	
Esposizioni considerate	E, O	
Superficie di calcolo	S _{calc}	185,70 m ²

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	3,300	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	3,836	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	Doppio vetro (3+3)+15+4 argon		
k telaio		1,300	W _t /m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	PVC - 70mm - 7 camere		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	1,100	W _t /m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,129	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

6.4.4 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	5
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	%

6.4.5 Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

Dati generali

Intervento	6
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle

Intervento

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

Caratteristiche caldaia

Tipologia	Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****)		
Potenza utile nominale	Φ_n	116,00	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/Nm ³
Costo	c	0,82	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,2100	kg/kWh _{tel}

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

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

Ausiliari

Potenza ausiliari	Φ_{aux}	441	W _{el}
-------------------	--------------	-----	-----------------

6.4.6 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)	13060	5336	-59,1
Acqua calda sanitaria (W)	707	623	-11,9
Globale	13768	5959	-56,7
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	235	-66,6
Acqua calda sanitaria (W)	319	318	-0,2
Raffrescamento (C)	593	400	-32,4
Illuminazione (L)	9439	9418	-0,2
Globale	11054	10372	-6,2

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10885,44	4433,99	-59,3
Acqua calda sanitaria (W)	659,90	590,56	-10,5
Raffrescamento (C)	148,13	100,09	-32,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	2359,77	2354,61	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	14053,23	7479,25	-46,8

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	158707,17
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gi}) [€/anno]	6573,99
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	24,1

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	93,0	93,5	0,6
Regolazione (η_{reg})	86,9	89,2	2,7
Distribuzione di utenza (η_{du})	95,0	95,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	86,6	104,0	20,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,0	98,3	20,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	81,8	98,2	19,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	81,0	99,9	23,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	80,8	99,7	23,4
Valore limite (η_{lim})	92,2	-	-

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)	87,5	87,5	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	91,6	104,0	13,5
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	86,7	98,3	13,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	86,5	98,2	13,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	73,2	12,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,0	71,7	12,1
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

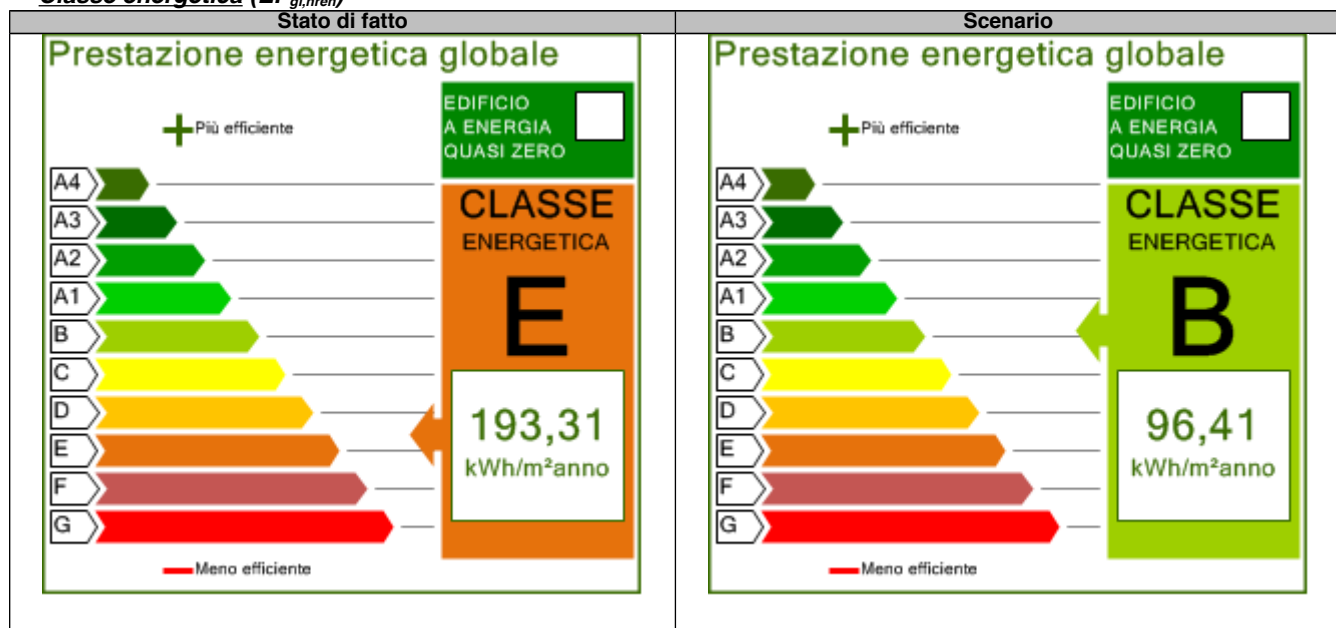
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	130,42	65,59	-49,7	56,61
Raffrescamento (C)	40,63	27,46	-32,4	37,12

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	161,06	65,68	-59,2
Acqua calda sanitaria (W)	9,37	8,33	-11,0
Raffrescamento (C)	1,35	0,91	-32,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	21,53	21,48	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	193,31	96,41	-50,1
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,39	0,13	-66,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,18	0,18	-0,2
Raffrescamento (C)	0,33	0,22	-32,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,19	5,18	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	6,08	5,70	-6,2
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	161,45	65,81	-59,2
Acqua calda sanitaria (W)	9,54	8,51	-10,8
Raffrescamento (C)	1,68	1,13	-32,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	26,72	26,66	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	199,39	102,12	-48,8
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	100,16	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,8	2,1	10,9	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,5	0,7	38,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	3,0	5,6	82,0	-

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 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)	27585,93	11245,70	-59,2
Acqua calda sanitaria (W)	1623,56	1447,19	-10,9
Raffrescamento (C)	272,55	184,17	-32,4
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4341,98	4332,48	-0,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	33824,02	17209,53	-49,1

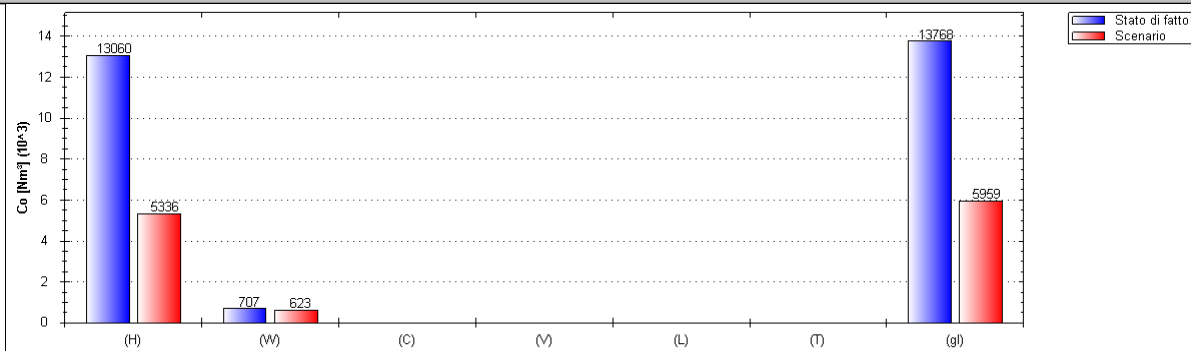
Legenda:

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.

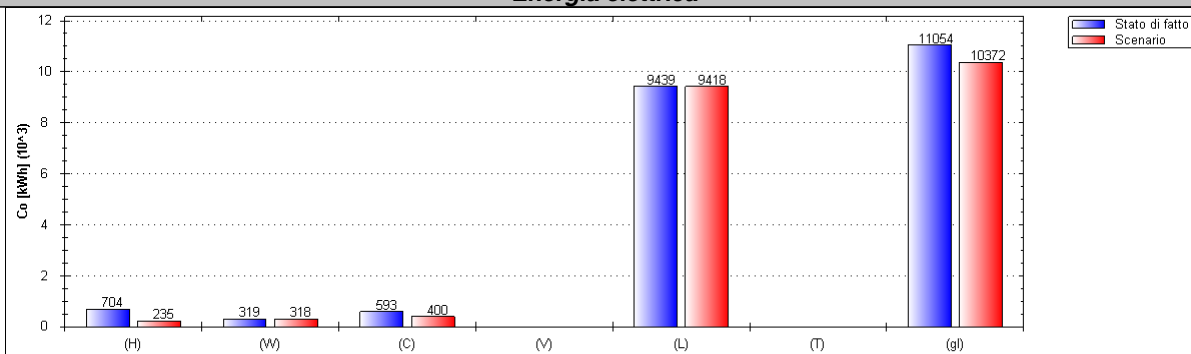
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13060	5336	-59,1
Acqua calda sanitaria (W)	707	623	-11,9
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)	13768	5959	-56,7

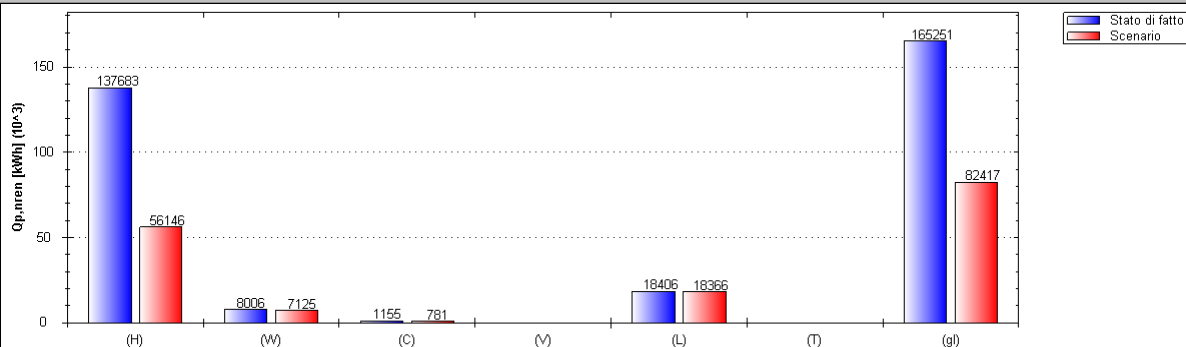
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	704	235	-66,6
Acqua calda sanitaria (W)	319	318	-0,2
Raffrescamento (C)	593	400	-32,4
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	9439	9418	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	11054	10372	-6,2

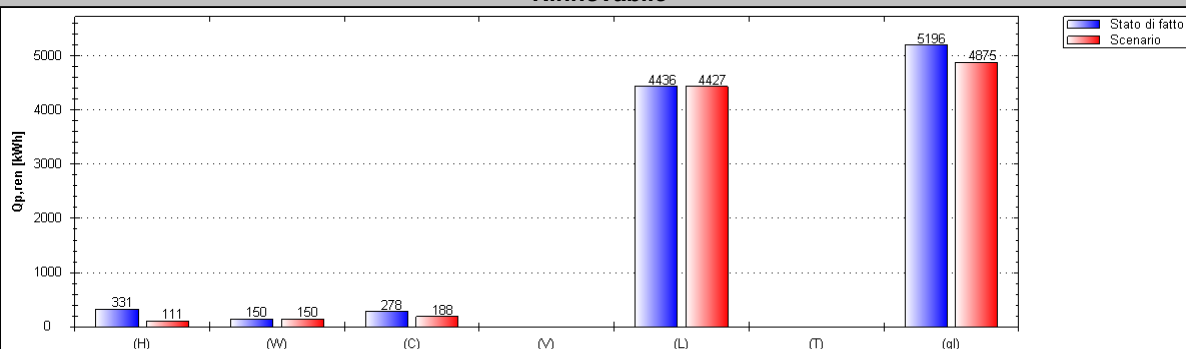
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



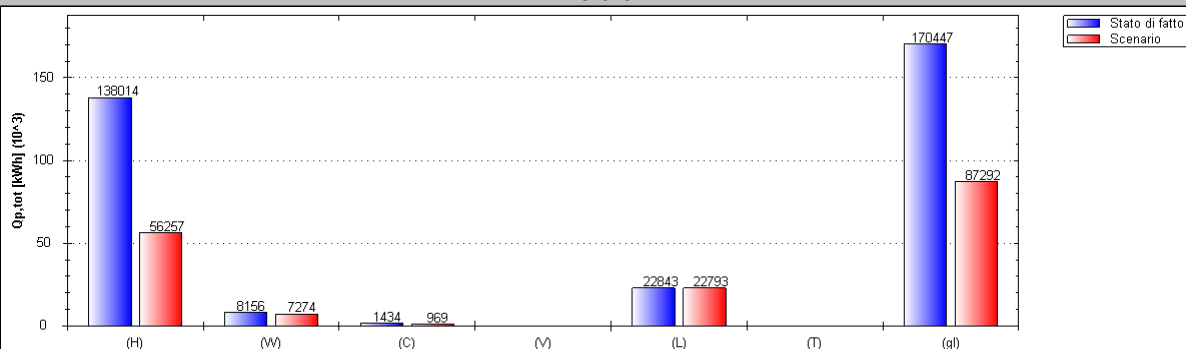
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	137683	56146	-59,2
Acqua calda sanitaria (W)	8006	7125	-11,0
Raffrescamento (C)	1155	781	-32,4
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	18366	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	165251	82417	-50,1

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	331	111	-66,6
Acqua calda sanitaria (W)	150	150	-0,2
Raffrescamento (C)	278	188	-32,4
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	4427	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	5196	4875	-6,2

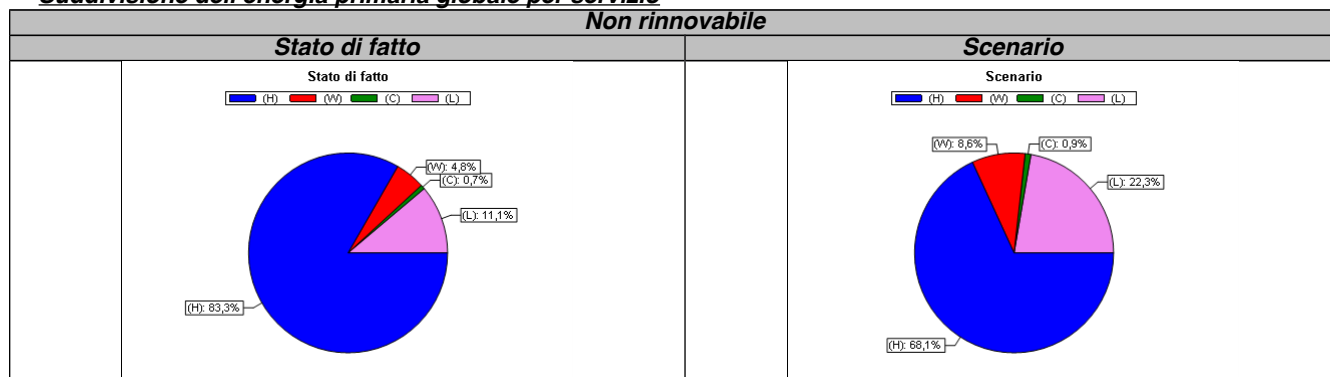
Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	138014	56257	-59,2
Acqua calda sanitaria (W)	8156	7274	-10,8
Raffrescamento (C)	1434	969	-32,4
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	22793	-0,2
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	170447	87292	-48,8

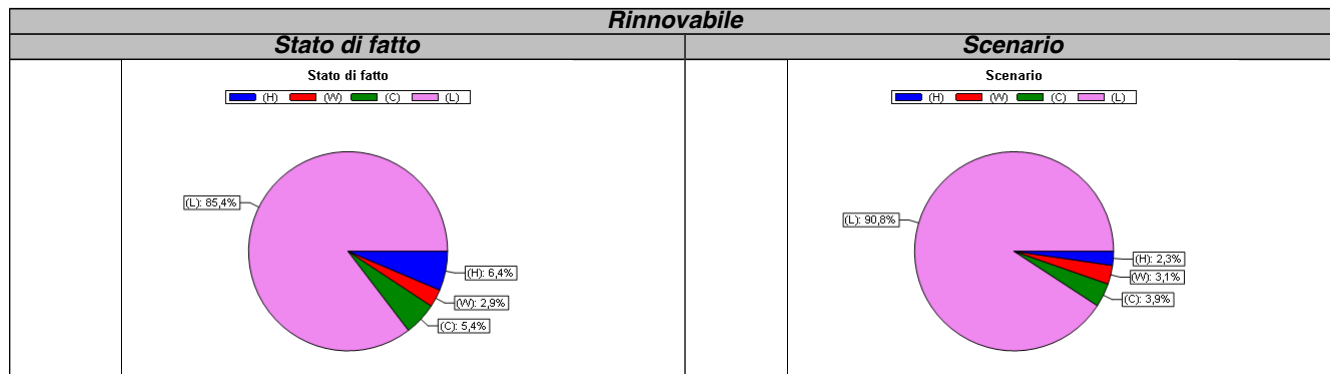
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile



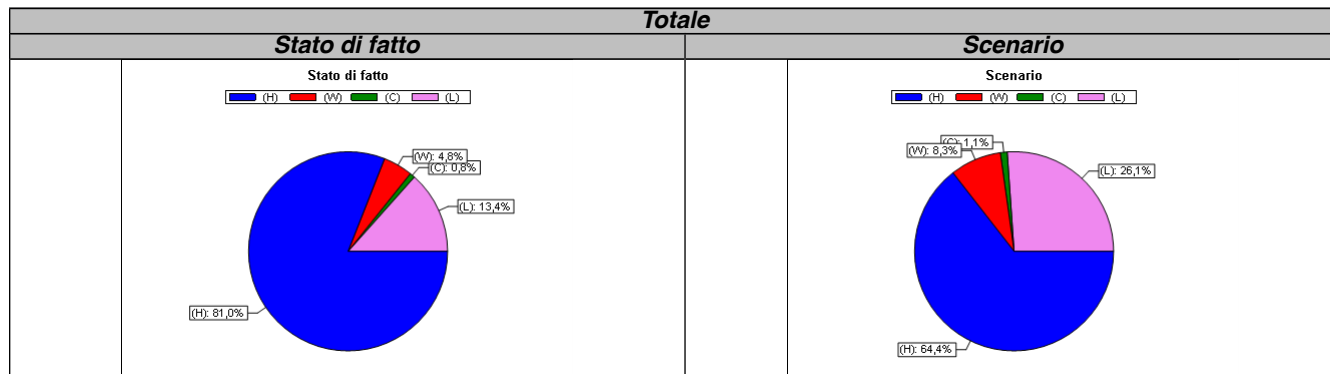
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	137683	83,3	56146	68,1
Acqua calda sanitaria (W)	8006	4,8	7125	8,6
Raffrescamento (C)	1155	0,7	781	0,9
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	18406	11,1	18366	22,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	165251	100,0	82417	100,0

Rinnovabile



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	331	6,4	111	2,3
Acqua calda sanitaria (W)	150	2,9	150	3,1
Raffrescamento (C)	278	5,4	188	3,9
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	4436	85,4	4427	90,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	5196	100,0	4875	100,0

Totale

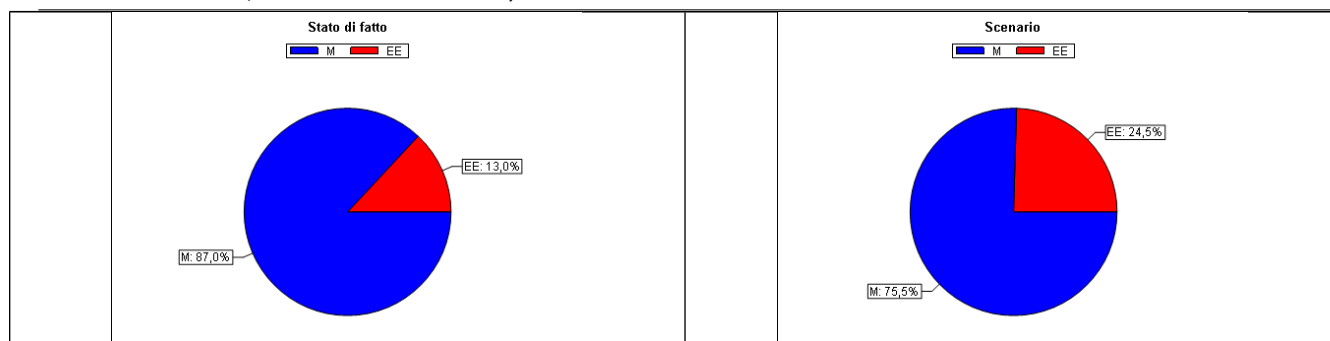


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	138014	81,0	56257	64,4
Acqua calda sanitaria (W)	8156	4,8	7274	8,3
Raffrescamento (C)	1434	0,8	969	1,1
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	22843	13,4	22793	26,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	170447	100,0	87292	100,0

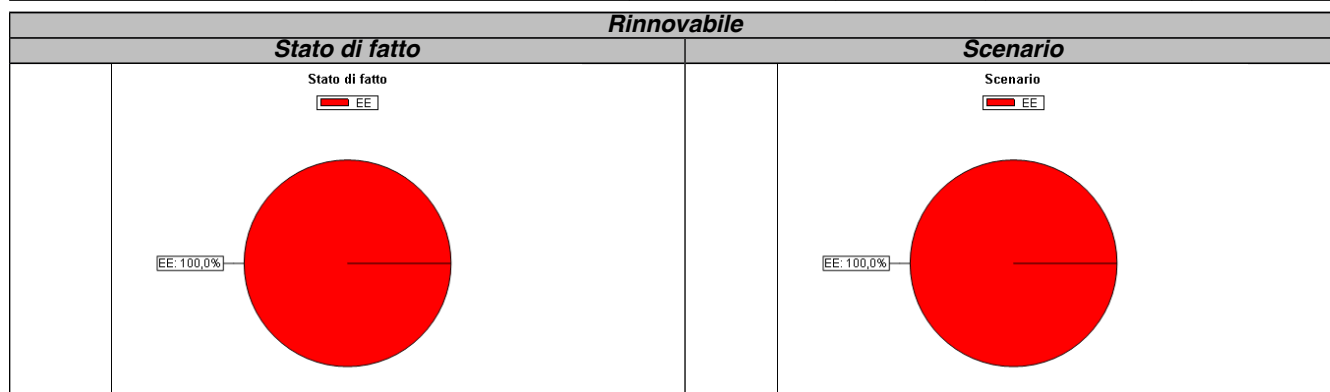
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico

Non rinnovabile

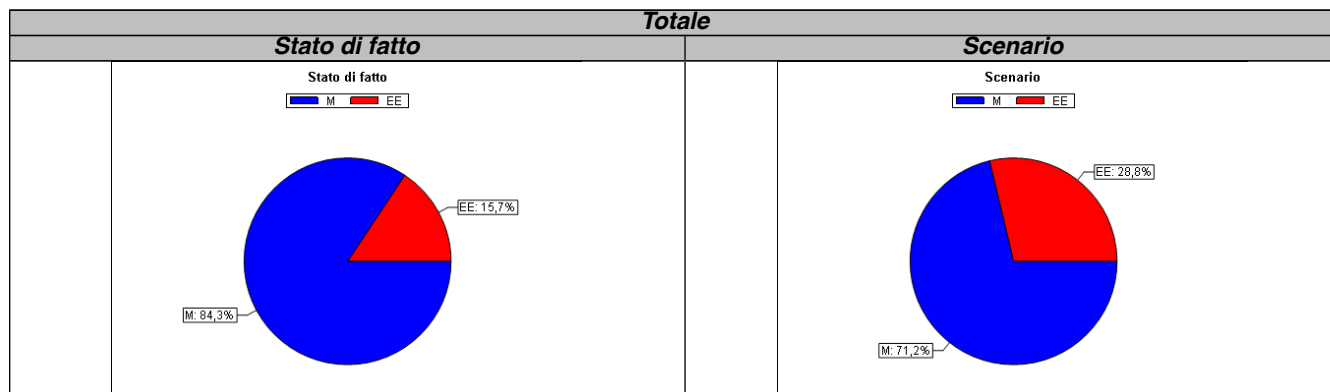
Stato di fatto	Scenario
----------------	----------



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	87,0	62191	75,5
Energia elettrica (EE)	21556	13,0	20226	24,5
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	165251	100,0	82417	100,0

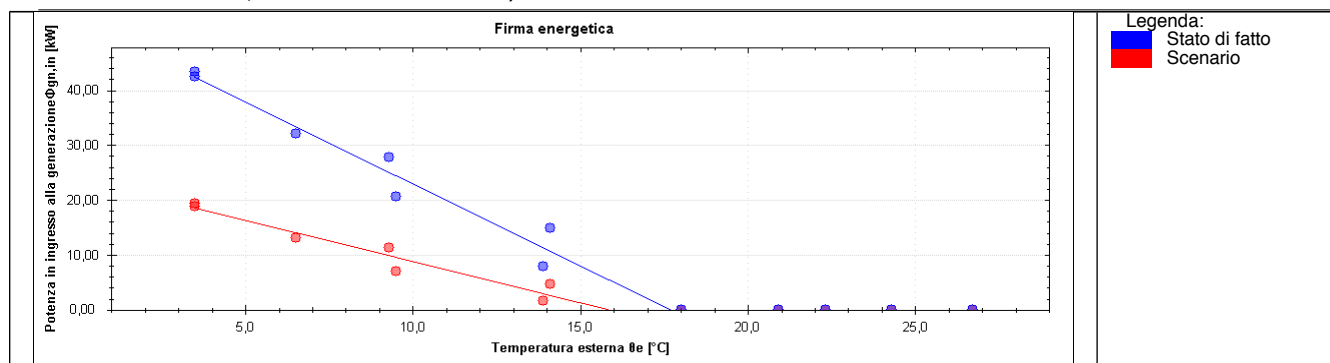


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	5196	100,0	4875	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	5196	100,0	4875	100,0



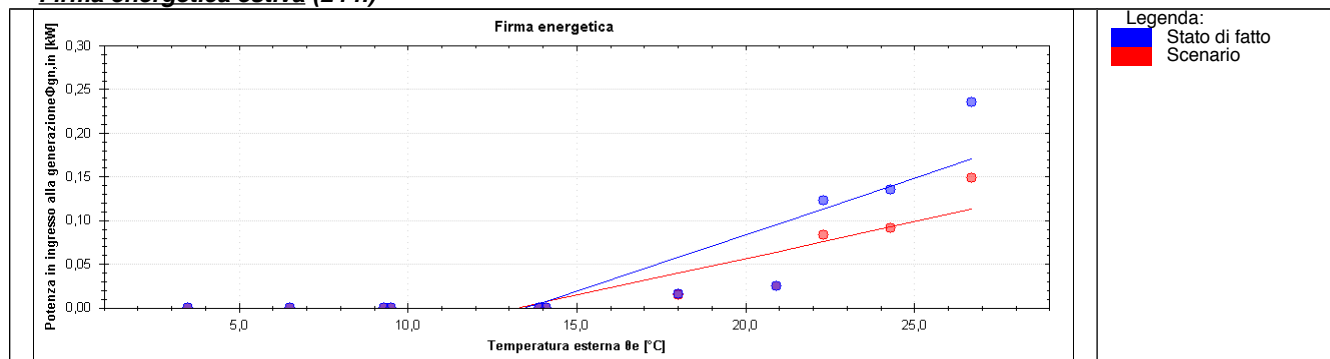
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	143695	84,3	62191	71,2
Energia elettrica (EE)	26752	15,7	25101	28,8
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	170447	100,0	87292	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{vel}]
gennaio	3,5	31	31697	42,60	31	13980	18,79
febbraio	6,5	28	21593	32,13	28	8774	13,06
marzo	9,5	31	15312	20,58	31	5181	6,96
aprile	13,9	15	2854	7,93	15	591	1,64
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	14,1	17	6105	14,96	17	1915	4,69
novembre	9,3	30	19978	27,75	30	8220	11,42
dicembre	3,5	31	32280	43,39	31	14376	19,32
TOTALE		183	129820	189	183	53036	76

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]	n [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{vel}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{vel}]
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	10	0	0,00	11	0	0,00
aprile	13,9	30	0	0,00	30	0	0,00
maggio	18,0	31	12	0,02	31	11	0,02
giugno	22,3	30	89	0,12	30	60	0,08
luglio	26,7	31	175	0,24	31	110	0,15
agosto	24,3	31	101	0,14	31	68	0,09
settembre	20,9	30	18	0,02	30	18	0,02
ottobre	14,1	14	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		207	395	1	208	267	0

Legenda:

θ_e	Temperatura esterna media
n	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	Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche	69788,61	15	14522,38
2	Coibentazione della copertura	72976,54	15	6629,77
3	Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche	32874,23	15	610,78
4	Globale	158707,17	15	21659,96

Legenda:

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

7.1 Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche

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

Sono state considerate le percentuali di detrazione massime contenute nell'Allegato II del DM 16 febbraio 2016.

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

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	35	Al m ²	336,89	165,80	55856,41	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	97,74	30,00	2932,20	Si
Pompe - di circolazione	15	Al pezzo	2000,00	4,00	8000,00	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	3000,00	1,00	3000,00	Si

Legenda:

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

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 PVC - 70mm - 7 camere	35	55856,41	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Valvola - Termostatica	20	2932,20	1,5	43,98	15	11,96	526,20
Pompe - di circolazione	15	8000,00	2,0	160,00	15	11,96	1914,18
Oneri della sicurezza	0	3000,00	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} [€]
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	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 PVC - 70mm - 7 camere	35	0	35	55856,41	0,0	42,9	0,00	35,9	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	2932,20	5,0	75,0	109,96	55,7	61,23
Pompe - di circolazione	15	0	15	8000,00	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	3000,00	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 capitalizzazione 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	3219,12	15	11,96	38512,37
Acqua calda sanitaria	0,00	15	11,96	0,00
Raffrescamento	6,68	15	11,96	79,93
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	5,17	15	11,96	61,81
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 PVC - 70mm - 7 camere	35	0	55856,41	15	31917,95	15	64,5	20575,74
Valvola - Termostatica	20	0	2932,20	15	733,05	15	64,5	472,56
Pompe - di circolazione	15	0	8000,00	15	0,00	15	64,5	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	3000,00	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	$C_{in,tot,det}$	69788,61	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	27915,44	€
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	$R_{det,att}$	27110,19	€

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	2440,38
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	61,23
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	$R_{risp,att}$	38654,11
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	21048,30
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	27110,19
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	$C_{in,tot}$	69788,61	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	2501,61	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	86812,60	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	14522,38	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	1213,88	€

7.2 Coibentazione della copertura

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

Sono state considerate le percentuali di detrazione massime contenute nell'Allegato II del DM 16 febbraio 2016.

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

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	Al pezzo	29826,86	1,00	29826,86	Si
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	Al m ²	24,52	767,69	18823,76	Si
Installazione	0	Al pezzo	12393,60	1,00	12393,60	Si
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	Al m ²	24,52	194,40	4766,69	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	7165,63	1,00	7165,63	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

7.2.3 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} [€]
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	29826,86	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	18823,76	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Installazione	0	12393,60	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	4766,69	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Oneri della sicurezza	0	7165,63	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} [€]
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Installazione	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	Al m ²	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} [€]
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	0	29826,86	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	40	18823,76	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00
Installazione	0	0	0	12393,60	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	40	4766,69	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	7165,63	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	2857,12	15	11,96	34181,55
Acqua calda sanitaria	0,00	15	11,96	0,00
Raffrescamento	40,49	15	11,96	484,38
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} [€]
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	29826,86	0	0,00	15	64,5	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	18823,76	15	11764,85	15	64,5	7584,15
Installazione	0	0	12393,60	0	0,00	15	64,5	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	4766,69	15	2979,18	15	64,5	1920,51
Oneri della sicurezza	0	0	7165,63	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}	72976,54	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	36488,27	€
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}	35435,72	€

7.2.5 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	$R_{\text{risp,att}}$	34665,92
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{\text{fin,att}}$	9504,66
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{\text{det,att}}$	35435,72
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	$C_{\text{in,tot}}$	72976,54	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{\text{es,tot,att}}$	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{\text{es,tot,att}}$	79606,31	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	6629,77	€
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}	554,16	€

7.3 Sostituzione di generatore e installazione valvole termostatiche

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

Sono state considerate le percentuali di detrazione massime contenute nell'Allegato II del DM 16 febbraio 2016.

Percentuale di detrazione	p _{det}	18,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Qta [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Installazione caldaia	0	Al pezzo	1730,05	1,00	1730,05	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	17211,98	1,00	17211,98	Si
Pompe - di circolazione	15	Al pezzo	2000,00	4,00	8000,00	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	97,74	30,00	2932,20	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	3000,00	1,00	3000,00	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

7.3.3 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} [€]
Installazione caldaia	0	1730,05	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	17211,98	1,5	258,18	15	11,96	3088,76
Pompe - di circolazione	15	8000,00	2,0	160,00	15	11,96	1914,18
Valvola - Termostatica	20	2932,20	1,5	43,98	15	11,96	526,20
Oneri della sicurezza	0	3000,00	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} [€]
Installazione caldaia	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pompe - di circolazione	15	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Valvola - Termostatica	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} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d, smal} [%]	C _{smal, att} [€]
Installazione caldaia	0	0	0	1730,05	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	20	17211,98	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00
Pompe - di circolazione	15	0	15	8000,00	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	2932,20	5,0	75,0	109,96	55,7	61,23
Oneri della sicurezza	0	0	0	3000,00	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

7.3.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	2445,14	15	11,96	29252,77
Acqua calda sanitaria	69,33	15	11,96	829,49
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]	$R_{d,fin}$ [%]	$R_{fin,att}$ [€]
Installazione caldaia	0	0	1730,05	0	0,00	15	64,5	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	17211,98	15	4303,00	15	64,5	2773,90
Pompe - di circolazione	15	0	8000,00	15	0,00	15	64,5	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	2932,20	15	733,05	15	64,5	472,56
Oneri della sicurezza	0	0	3000,00	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	$C_{in,tot,det}$	32874,23	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	5917,36	€
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	$R_{det,att}$	5746,67	€

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	5529,14
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	61,23
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	$R_{risp,att}$	30082,25
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	3246,46
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	5746,67
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	$C_{in,tot}$	32874,23	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	5590,37	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	39075,38	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	610,78	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni

AESS Modena
Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy

Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	51,05	€

7.4 Globale

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

Sono state considerate le percentuali di detrazione massime contenute nell'Allegato II del DM 16 febbraio 2016.

Percentuale di detrazione	p _{det}	48,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}	1	-

7.4.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Qta [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	35	Al m ²	336,89	165,80	55856,41	Si
Valvola - Termostatica	20	Al pezzo	97,74	30,00	2932,20	Si
Pompe - di circolazione	15	Al pezzo	2000,00	4,00	8000,00	Si
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	Al pezzo	29826,86	1,00	29826,86	Si
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	Al m ²	24,52	767,69	18823,76	Si
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	Al m ²	24,52	194,40	4766,69	Si
Installazione	0	Al pezzo	12393,60	1,00	12393,60	Si
Installazione caldaia	0	Al pezzo	1730,05	1,00	1730,05	Si
Caldaia - a condensazione	20	Al pezzo	17211,98	1,00	17211,98	Si
Oneri della sicurezza	0	Al pezzo	7165,63	1,00	7165,63	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

7.4.3 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} [€]
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	35	55856,41	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Valvola - Termostatica	20	2932,20	1,5	43,98	15	11,96	526,20
Pompe - di circolazione	15	8000,00	2,0	160,00	15	11,96	1914,18
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	29826,86	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	18823,76	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	4766,69	0,0	0,00	15	11,96	0,00
Installazione	0	12393,60	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Installazione caldaia	0	1730,05	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	20	17211,98	1,5	258,18	15	11,96	3088,76
Oneri della sicurezza	0	7165,63	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} [€]
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	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
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00

Installazione	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Installazione caldaia	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Caldaia - a condensazione	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} [anni]	n_{sost} [-]	t_{smal} [anno]	C_{in} [€]	p_{smal} [%]	k_{smal} [%]	C_{smal} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Serramento in PVC - 70mm - 7 camere	35	0	35	55856,41	0,0	42,9	0,00	35,9	0,00
Valvola - Termostatica	20	0	20	2932,20	5,0	75,0	109,96	55,7	61,23
Pompe - di circolazione	15	0	15	8000,00	0,0	100,0	0,00	64,5	0,00
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	0	29826,86	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	40	18823,76	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	40	4766,69	0,0	37,5	0,00	31,0	0,00
Installazione	0	0	0	12393,60	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Installazione caldaia	0	0	0	1730,05	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	20	17211,98	0,0	75,0	0,00	55,7	0,00
Oneri della sicurezza	0	0	0	7165,63	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	6451,45	15	11,96	77182,72
Acqua calda sanitaria	69,33	15	11,96	829,49
Raffrescamento	48,03	15	11,96	574,67
Ventilazione	0,00	15	11,96	0,00
Illuminazione	5,17	15	11,96	61,81
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 PVC - 70mm - 7 camere	35	0	55856,41	15	31917,95	15	64,5	20575,74
Valvola - Termostatica	20	0	2932,20	15	733,05	15	64,5	472,56
Pompe - di circolazione	15	0	8000,00	15	0,00	15	64,5	0,00
Attività complementari alla realizzazione dell'intervento	0	0	29826,86	0	0,00	15	64,5	0,00
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	18823,76	15	11764,85	15	64,5	7584,15
Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm	40	0	4766,69	15	2979,18	15	64,5	1920,51
Installazione	0	0	12393,60	0	0,00	15	64,5	0,00
Installazione caldaia	0	0	1730,05	0	0,00	15	64,5	0,00
Caldaia - a condensazione	20	0	17211,98	15	4303,00	15	64,5	2773,90
Oneri della sicurezza	0	0	7165,63	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	$C_{in,tot,det}$	158707,17	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	76179,44	€
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	$R_{det,att}$	73981,96	€

7.4.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	5529,14
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	61,23
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	$R_{risp,att}$	78648,69
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	33326,86
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	73981,96
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	$C_{in,tot}$	158707,17	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	5590,37	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	185957,51	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	21659,96	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	15	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	11,96	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	1810,49	€