

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

Indirizzo

Edificio / condominio

Descrizione

Municipio

Indirizzo

Studio tecnico

Nome

*AGENZIA PER L'ENERGIA E LO SVILUPPO
SOSTENIBILE*

Indirizzo

*VIA ENRICO CARUSO, 3 - 41122 MODENA
(MO)*

Software di calcolo

*Edilclima EC700 versione 8.18.39 ed
EC720 versione 4.18.47*

Data di redazione del documento

07/12/2018

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici
4.2	Caratteristiche del fabbricato
4.2.1	Strutture disperdenti
4.2.2	Principali risultati dei calcoli
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	Impianto di riscaldamento idronico
4.3.2	Impianto di acqua calda sanitaria
4.3.3	Altri impianti
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Coibentazione copertura a falde
6.1.1	Descrizione
6.1.2	Prestazioni raggiungibili
6.2	Sostituzione ventilconvettori e regolazione separata zona vigili
6.2.1	Descrizione
6.2.2	Prestazioni raggiungibili
6.3	Sostituzione lampade con led
6.3.1	Descrizione
6.3.2	Prestazioni raggiungibili
6.4	Scenario cumulato
6.2.1	Descrizione
6.2.2	Prestazioni raggiungibili

1 PREMESSA

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

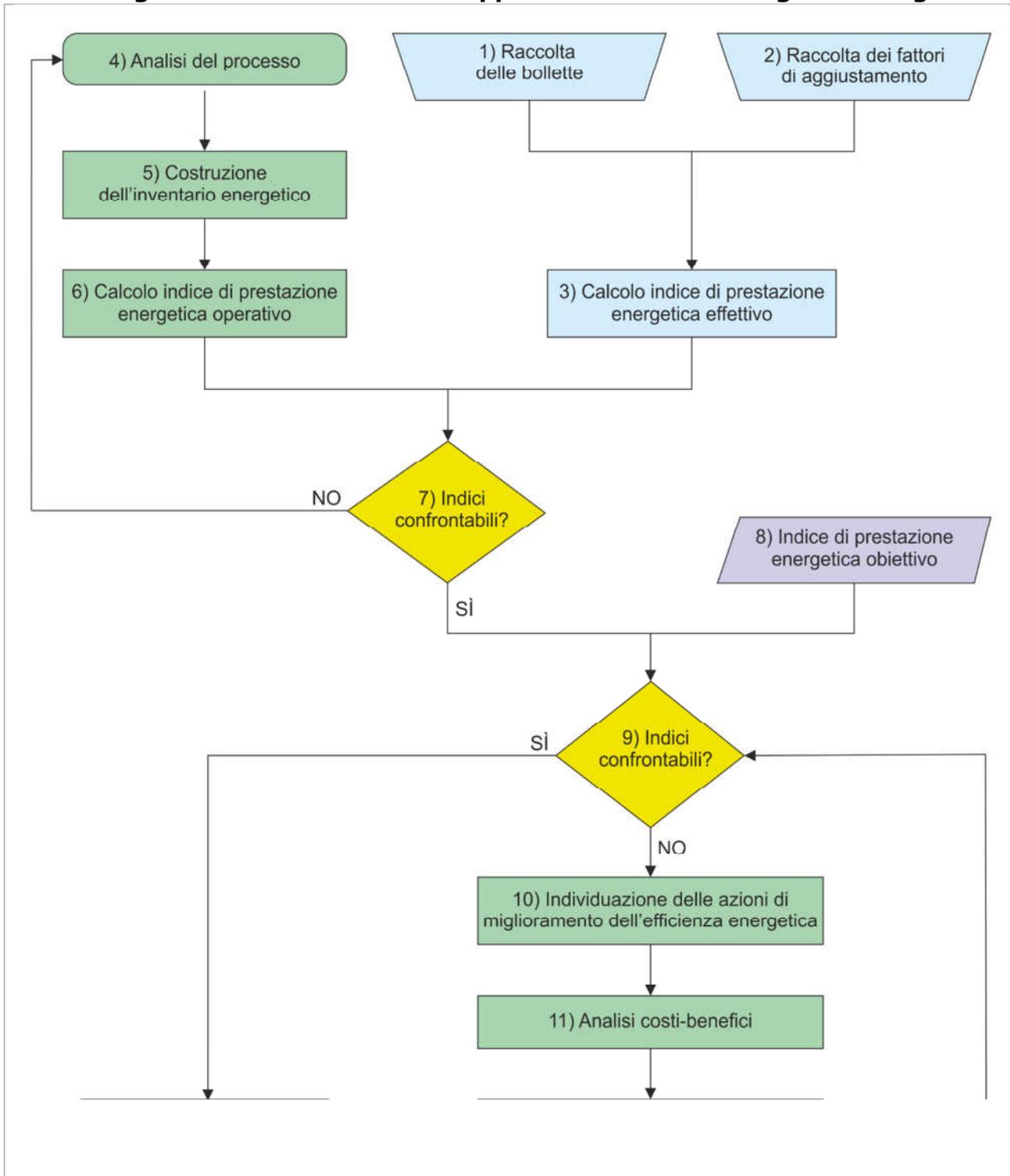
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articolata 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 dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più "libero", il quale si discosta, ove necessario, da esse in virtù dell'obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall'adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all'utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell'APE, si fondano sull'adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell'edificio.

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>Municipio</i>
Comune	<i>Soliera</i>
Provincia	<i>Modena</i>
CAP	<i>41019</i>
Indirizzo edificio	
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR_412/93}) [°Cg]	<i>2249</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.2</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>7</i>
Numero di fabbricati	<i>0</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>

Descrizione sintetica dell'edificio

Il municipio posizionato nel centro storico di Soliera è costituito da due parti, la prima storica risalente al secolo scorso, mentre la seconda è costituita da un ampliamento realizzato nel 1992. L'edificio è organizzato su tre piani e ospita il municipio. Al piano terra sono gli uffici dei vigili urbani e due stanze utilizzate saltuariamente da associazioni locali.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	1387,01	m^2
Superficie lorda	S_{lorda}	1561,10	m^2
Volume netto	V_{netto}	4786,38	m^3
Volume lordo	V_{lordo}	5564,33	m^3
Fattore di forma	S/V	0,37	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)	Autonomo	Separato
Climatizzazione estiva (C)	Centralizzato	-
Ventilazione (V)	Centralizzato	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Centralizzato	Separato
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Assente	-

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl,nren}}$	180,67	$kWh_p/m^2\text{anno}$
Classe energetica		F	
Spesa globale annua	S_{gl}	27235,97	€/anno

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

Raccomandazioni

Scenario	1	Descrizione scenario	Coibentazione copertura a falde	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
1	Coibentazione della copertura			50941,00
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		50941,00		
Spesa globale annua (S_{gl})[€/anno]	26606,88	23480,62	3126,26	11,70
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]		16,3		
$EP_{\text{gl,nren}}$ [$kWh_p/m^2\text{anno}$]	180,67	154,02	26,64	14,70
Classe energetica	F	E		

Scenario	2	Descrizione scenario	Sostituzione ventil e regolazione separata vigili	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
2	Sostituzione ventil e regolazione separata vigili			42000,00
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		42000,00		
Spesa globale annua (S_{gl})[€/anno]	26710,85	25713,72	997,13	3,70
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]		42,1		
$EP_{\text{gl,nren}}$ [$kWh_p/m^2\text{anno}$]	181,45	173,14	8,31	4,60
Classe energetica	F	F		

Scenario	3	Descrizione scenario	LED	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
3	Sostituzione dei punti luce a fluorescenza con led			16640,00
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		16640,00		
Spesa globale annua (S_{gl})[€/anno]	26710,85	25270,75	1440,10	5,40
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]		11,6		
$EP_{\text{gl,nren}}$ [$kWh_p/m^2\text{anno}$]	181,45	173,35	8,10	4,50
Classe energetica	F	F		

Scenario	4	Descrizione scenario	Scenario cumulativo		
Intervento	Descrizione intervento				Costo (C) [€]
4	Valutazione cumulata degli interventi precedenti				114675,00
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%	
Costo complessivo scenario(C) [€]		114675,00			
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]	26710,85	21252,37	5458,48		20,40
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		21,0			
EP _{gl,ren} [kWh ₀ /m ² anno]	181,45	139,24	42,20		23,30
Classe energetica	F	F			

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 8.18.39 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 4.18.47 (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)

La diagnosi conforme a quanto prescritto nel Dlgs 102/2014.

Nella valutazione degli scenari di efficientamento energetico vengono utilizzati i dati climatici come da diagnosi energetica.

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	25 marzo	Al	08 novembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		229	

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	f_{CO2} [kg/kWh _{t/et}]	c [€/kWh _{et}]
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 detagliati, 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	Soliera		
Provincia	Modena		
Altitudine s.l.m.		28	m
Latitudine nord		44°44'	
Longitudine est		10°55'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2249	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2470	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,00	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	4,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,0	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		278,9	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	-	-	-	-	-	20	20	20
θ _e [°C]	0,5	4,4	8,7	12,9	18,0	22,3	24,2	23,7	19,1	15,2	8,4	2,5
n _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	605	437	350	107	-	-	-	-	-	82	348	543
p [Pa]	555,8	518,6	678,1	927,7	1161,3	1403,8	1468,0	1629,4	1440,0	1083,1	910,8	539,7

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,4	2,5	3,7	5,4	8,6	10,2	9,7	7,1	4,7	3,1	1,7	1,4
NE	1,6	3,4	5,5	8,0	11,9	13,2	13,0	10,4	6,8	4,0	2,0	1,5
E	3,2	7,2	9,0	10,9	14,6	15,5	15,7	13,6	9,9	6,7	4,4	3,8
SE	5,4	11,1	11,2	11,5	13,6	13,5	13,9	13,4	11,3	9,0	7,3	7,2
S	6,9	13,4	11,8	10,4	11,0	10,5	11,0	11,4	11,0	10,2	9,1	9,4
SO	5,4	11,1	11,2	11,5	13,6	13,5	13,9	13,4	11,3	9,0	7,3	7,2
O	3,2	7,2	9,0	10,9	14,6	15,5	15,7	13,6	9,9	6,7	4,4	3,8
NO	1,6	3,4	5,5	8,0	11,9	13,2	13,0	10,4	6,8	4,0	2,0	1,5
Orizzontale	4,0	9,0	12,3	16,0	22,3	24,1	24,1	20,2	14,2	9,1	5,4	4,4

Legenda:

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

4.2 Caratteristiche del fabbricato (involucro edilizio)

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

Calcolo invernale

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

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

dove:

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

Calcolo estivo

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

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

dove:

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

4.2.1 Strutture disperdenti

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

Descrizione sintetica dei componenti opachi

Le pareti opache verticali verso l'esterno sono in mattoni pieni con uno spessore di 40cm per quanto riguarda la porzione a ovest (storica) e in mattoni semipieni tipo poroton nella porzione ad est (ampliamento del 1992).

Il basamento è costituito da un solaio in latero-cemento verso terra.

La copertura a falde in legno, tutta risalente al 1992, presenta un pannello di sughero e legno.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Gli infissi sono per la maggior parte dei casi in legno e vetrocamera con superfici non trattate. Nelle scale sul retro in metallo a vetro singolo.

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Muro mattoni pieni	1,483	397,74	35591,3	18,6	3618,3	19,1	6421,5	17,8
M2	T	Poroton	0,868	345,12	18076,8	9,4	1232,5	6,5	1636,2	4,5
M3	T	Pannello chiusura serramento	2,500	53,04	8001,4	4,2	336,9	1,8	398,0	1,1
M4	T	Poroton da 30	1,486	48,35	4336,1	2,3	44,0	0,2	31,6	0,1
M5	T	Muro interno da 12	1,921	28,23	3271,7	1,7	144,4	0,8	216,2	0,6
M9	U	CT2 Poroton da 30	1,347	57,15	3716,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				929,63	72994,0	38,1	5376,1	28,4	8703,5	24,1

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
P2	T	Solaio contro terra 2	1,370	463,64	38328,6	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				463,64	38328,6	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	copertura a falde	1,500	509,41	46095,5	24,1	11709,3	61,8	11340,1	31,4
Totale				509,41	46095,5	24,1	11709,3	61,8	11340,1	31,4

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	F1 110X220	2,669	28,16	4534,6	2,4	374,0	2,0	2504,3	6,9
W2	T	F2 110X220	2,696	24,05	3913,2	2,0	398,3	2,1	4099,4	11,3
W3	T	FINESTRA SCALE TONDA 2p	5,494	10,86	3600,3	1,9	66,4	0,4	205,0	0,6
W4	T	FINESTRA SCALE TONDA 1p	5,503	7,26	2410,7	1,3	16,7	0,1	40,0	0,1
W5	T	FINESTRA SCALE TONDA pt	5,529	3,66	1221,1	0,6	14,0	0,1	35,9	0,1
W6	T	F3 110X115	2,661	9,20	1477,2	0,8	140,9	0,7	992,5	2,7
W7	T	F4 110X150	2,683	19,50	3156,8	1,6	321,6	1,7	3238,3	9,0
W8	T	PF 1 USCITA PT	2,578	3,78	588,0	0,3	3,6	0,0	12,9	0,0
W9	T	PF2 USCITA PT	2,571	4,34	673,3	0,4	5,0	0,0	18,5	0,1
W11	T	F5 110X170 mattoni pieni	2,691	17,00	2760,8	1,4	263,5	1,4	2609,8	7,2
W12	T	PF4 Vigili	2,560	5,48	846,6	0,4	76,4	0,4	669,7	1,9
W13	T	F5 110X170 poroton	2,691	10,20	1656,5	0,9	112,1	0,6	749,7	2,1
W15	T	INGRESSI FACCIATA	2,561	10,20	1576,3	0,8	77,6	0,4	931,6	2,6
Totale				153,69	28415,5	14,8	1869,9	9,9	16107,7	44,6

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,076	128,10	585,8	0,3
Z2	-	W - Parete POROTON- Telaio	0,076	365,65	1672,2	0,9
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,176	232,75	2466,1	1,3
Z5	-	R - Parete - Copertura	0,127	113,78	870,0	0,5
Totale				840,28	5594,1	2,9

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Muro mattoni pieni	1,483	397,74	13811,7	25,7	4559,1	21,5	10263,5	16,0
M2	T	Poroton	0,868	345,12	5468,6	10,2	1430,4	6,7	3387,9	5,3
M3	T	Pannello chiusura serramento	2,500	53,04	1031,3	1,9	273,5	1,3	666,6	1,0
M4	T	Poroton da 30	1,486	48,35	814,5	1,5	40,6	0,2	106,6	0,2
M5	T	Muro interno da 12	1,921	28,23	742,2	1,4	147,8	0,7	377,2	0,6
M9	U	CT2 Poroton da 30	1,347	57,15	656,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				929,63	22525,3	42,0	6451,5	30,4	14801,9	23,0

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
P2	T	Solaio contro terra 2	1,370	463,64	8390,6	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				463,64	8390,6	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	copertura a falde	1,500	509,41	11666,3	21,7	12452,7	58,7	22873,1	35,6
Totale				509,41	11666,3	21,7	12452,7	58,7	22873,1	35,6

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	F1 110X220	2,669	28,16	1882,8	3,5	494,1	2,3	5958,2	9,3
W2	T	F2 110X220	2,696	24,05	2571,3	4,8	630,2	3,0	6824,6	10,6
W3	T	FINESTRA SCALE TONDA 2p	5,494	10,86	636,3	1,2	62,2	0,3	419,3	0,7
W4	T	FINESTRA SCALE TONDA 1p	5,503	7,26	1000,9	1,9	22,0	0,1	128,0	0,2
W5	T	FINESTRA SCALE TONDA pt	5,529	3,66	157,4	0,3	11,4	0,1	71,6	0,1
W6	T	F3 110X115	2,661	9,20	261,1	0,5	132,0	0,6	1613,8	2,5
W7	T	F4 110X150	2,683	19,50	1043,3	1,9	382,7	1,8	4029,5	6,3
W8	T	PF 1 USCITA PT	2,578	3,78	75,8	0,1	2,9	0,0	26,0	0,0
W9	T	PF2 USCITA PT	2,571	4,34	279,6	0,5	6,6	0,0	56,0	0,1
W11	T	F5 110X170 mattoni pieni	2,691	17,00	626,3	1,2	269,7	1,3	3005,4	4,7
W12	T	PF4 Vigili	2,560	5,48	310,4	0,6	95,6	0,5	1526,0	2,4
W13	T	F5 110X170 poroton	2,691	10,20	410,4	0,8	123,1	0,6	1589,6	2,5
W15	T	INGRESSI FACCIATA	2,561	10,20	357,6	0,7	79,4	0,4	1377,3	2,1
Totale				153,69	9613,2	17,9	2311,8	10,9	26625,2	41,4

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,076	128,10	278,7	0,5
Z2	-	W - Parete POROTON- Telaio	0,076	365,65	499,1	0,9
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,176	232,75	506,7	0,9
Z5	-	R - Parete - Copertura	0,127	113,78	207,2	0,4
Totale				840,28	1491,7	2,8

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
M1	T	Muro mattoni pieni	1,483	1,520	0,300	0,280
M2	T	Poroton	0,868	0,926	0,300	0,280
M3	T	Pannello chiusura serramento	2,500	2,500	0,300	0,280
M4	T	Poroton da 30	1,486	1,513	0,300	0,280
M5	T	Muro interno da 12	1,921	1,973	0,300	0,280
M9	U	CT2 Poroton da 30	1,347	1,347	0,375	0,350

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P2	T	Solaio contro terra 2	1,370	1,458	0,310	0,290

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	T	copertura a falde	1,500	1,528	0,260	0,240

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [W _t /m ² K]	U _{w,limite} [W _t /m ² K]		U _g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	F1 110X220	2,669	1,900	1,400	2,836
W2	T	F2 110X220	2,696	1,900	1,400	2,836
W3	T	FINESTRA SCALE TONDA 2p	5,494	1,900	1,400	5,139
W4	T	FINESTRA SCALE TONDA 1p	5,503	1,900	1,400	5,139
W5	T	FINESTRA SCALE TONDA pt	5,529	1,900	1,400	5,139
W6	T	F3 110X115	2,661	1,900	1,400	2,836
W7	T	F4 110X150	2,683	1,900	1,400	2,836
W8	T	PF 1 USCITA PT	2,578	1,900	1,400	2,836
W9	T	PF2 USCITA PT	2,571	1,900	1,400	2,836
W11	T	F5 110X170 mattoni pieni	2,691	1,900	1,400	2,836
W12	T	PF4 Vigili	2,560	1,900	1,400	2,836
W13	T	F5 110X170 poroton	2,691	1,900	1,400	2,836
W15	T	INGRESSI FACCIATA	2,561	1,900	1,400	2,836

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 extrarafflusso
Q _{H,sol,op}	Apporti solari attraverso i componenti opachi
Q _{H,sol,w}	Apporti solari attraverso i componenti finestrati
%	Incidenza sulle dispersioni totali

Legenda tipologie di componente:

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

4.2.2 Principali risultati dei calcoli

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

Energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	171384	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	18955	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	39893	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	20044	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	16108	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	36550	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	178898	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	128,98	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	32,60	kWh _t /m ²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	16012	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	21216	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	13620	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	37675	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	26625	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	32781	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	25304	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	18,24	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	17,93	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

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

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

dove:

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

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

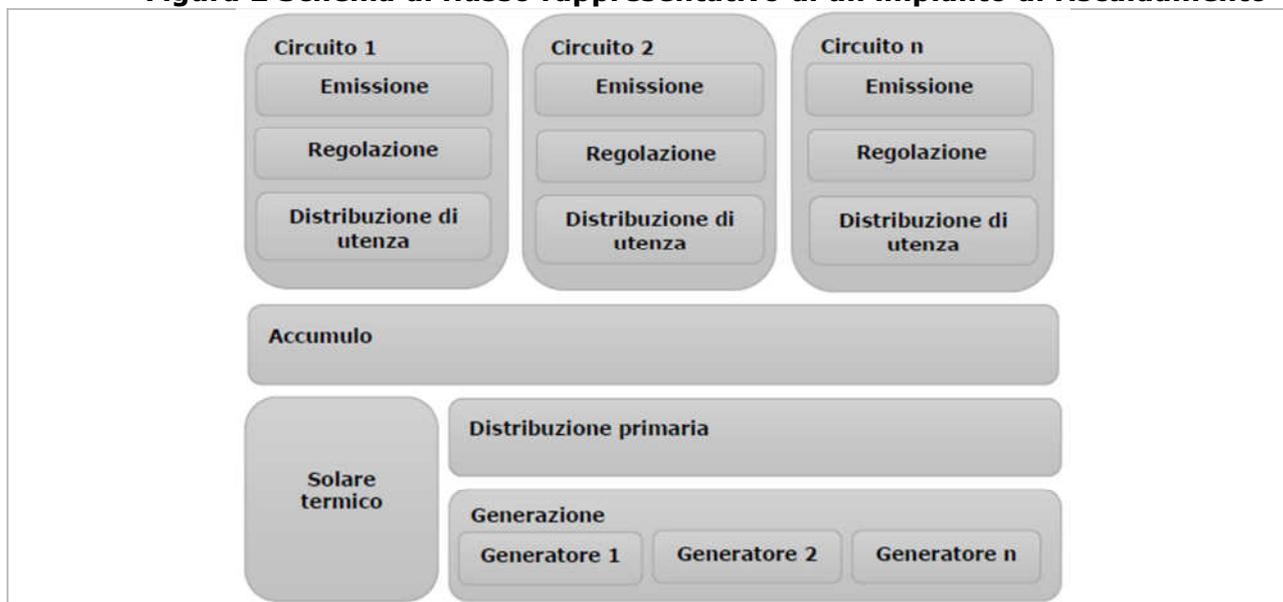
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

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

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

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

Figura 2 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di riscaldamento



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

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico è costituito da due generatori di calore a condensazione del 2005 posizionate in un locale tecnico al terzo piano. I terminali di emissione sono ventilconvettori del 1992, la regolazione è di tipo climatico ma può essere effettuata anche con i controlli dei singoli ventilconvettori. La distribuzione è annegata nelle strutture opache e risale sempre al 1992, anno in cui è stata realizzata una ristrutturazione profonda dell'edificio.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

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

Emissione

Tipologia	Ventilconvettori ($t_{media\ acqua} = 45^{\circ}C$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	4117,5	kWh _{el}

Regolazione

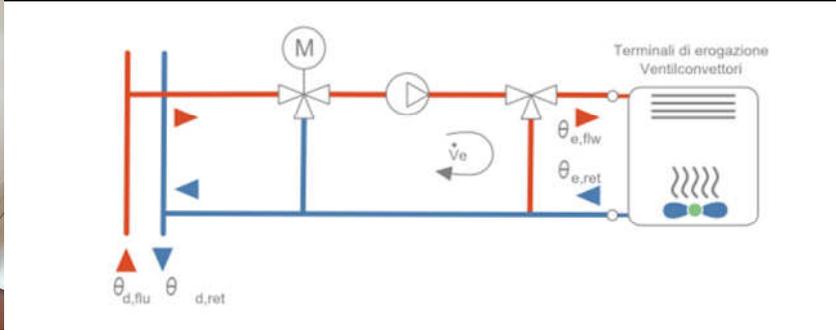
Tipologia	Per zona + climatica		
Caratteristiche	On off		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	94,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	93,7	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	438,1	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	ON-OFF su ventilatore
-----------------------	-----------------------



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	67,2	68,1	69,0	69,6	-	-	-	-	-	69,6	68,7	67,6
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	69,7	70,6	71,5	72,1	-	-	-	-	-	72,1	71,2	70,1

Generazione

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	
Con priorità	No

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	ECOFLAM/BLUMAX/80		
Potenza utile nominale	Φ_n	80,00	kW _t

Immagine



Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	94,7	%
------------------------	-----------------------	------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	177,6	kWh _{el}
------------------------	---------------------	-------	-------------------

Vettore energetico

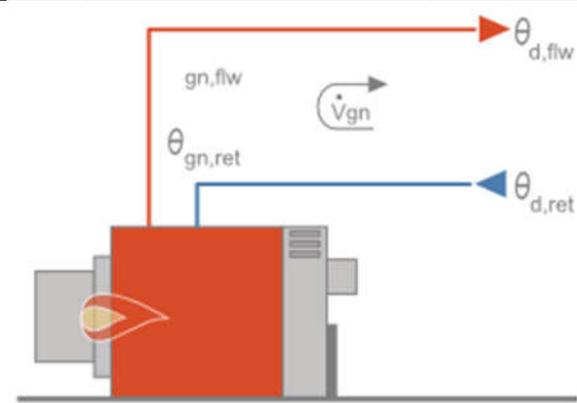
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f_{CO_2}	0,210	kg/kWh _n

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

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

Circuito in centrale

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	69,7	70,6	71,5	72,1	-	-	-	-	-	72,1	71,2	70,1

Generatore 2 - Caldaia a condensazione

Dati generali		
Numero	2	
Tipologia	Caldaia a condensazione	
Metodo di calcolo	Analitico	
Marca / serie / modello	ECOFLAM/BLUMAX/80	
Potenza utile nominale	Φ_n	80,00 kW _t

Immagine



Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	94,7 %
------------------------	-----------------------	--------

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	177,6 kWh _{el}
------------------------	---------------------	-------------------------

Vettore energetico

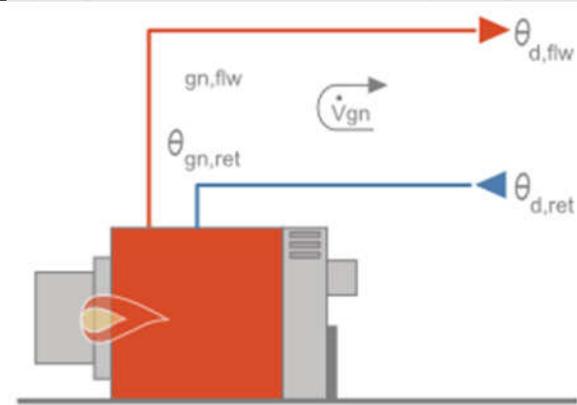
Tipologia	Metano	
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940 kWh/Nm ³
Costo	c	0,87 €/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210 kg/kWh _p

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

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

Circuito in centrale

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	69,7	70,6	71,5	72,1	-	-	-	-	-	72,1	71,2	70,1

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	178898	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	168445	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	63	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q_{H,sys,out}$	150416	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	130464	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	130464	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	104371	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	5493	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	109864	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	7013	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	116877	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	7858	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	124735	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	124735	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	124735	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	124735	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	124735	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	124735	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	6939	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	131674	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	4118	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	438	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	$Q_{H,gen,aux}$	355	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	4911	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	4911	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	147834	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	2308	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	150142	kWh _p

Riepilogo rendimenti

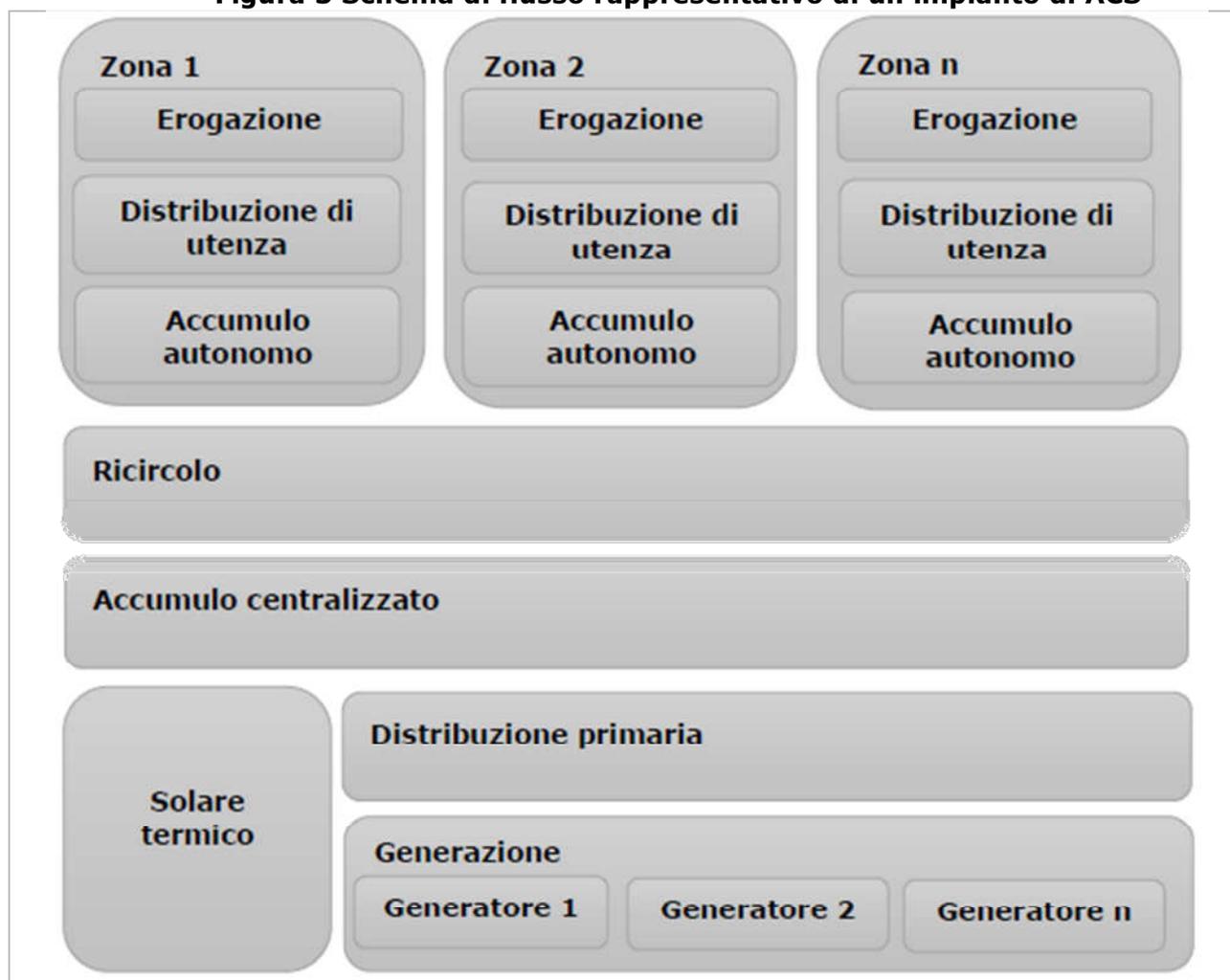
Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$	95,0	%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	94,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$	93,7	%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	94,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,idr,gen,p,nren}$	89,8	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,idr,gen,p,tot}$	89,7	%
Impianto areaulico			
Distribuzione primaria	$\eta_{H,aer,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,aer,gen,ut}$	75,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,aer,gen,p,nren}$	38,5	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,aer,gen,p,tot}$	31,0	%

Impianto idronico ed aeraulico			
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,a,p,nren}$	91,8	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,a,p,tot}$	85,8	%
Valore limite	$\eta_{H,a,lim}$	60,1	%

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

Sono presenti boiler elettrici ad accumulo nei bagni dei tre piani.

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di ventilazione

Descrizione sintetica impianto di ventilazione

E' presente un impianto di ventilazione meccanica e trattamento aria con funzioni di preriscaldamento ambiente, che serve tutto l'edificio ad eccezione del vano scale. L'impianto è costituito da un'UTA di marca Uniclimate KK150U posizionata al terzo piano del 1991. I canali di distribuzione sono posizionati sul soffitto nei corridoi.



4.3.3.2 Impianto di raffrescamento

Descrizione sintetica impianto di raffrescamento

Nei locale tecnico collocato al terzo piano è presente una pompa di calore aria-acqua Daikin VRV III Inverter di potenza complessiva pari a 62,5 kW. La distribuzione avviene attraverso i ventilconvettori presenti negli uffici.

4.3.3.3 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

L'edificio è dotato nella maggior parte degli ambienti di lampade fluorescenti del tipo 36Wx2, nelle scale sono presenti lampade fluorescenti circolari di potenza stimata pari a 33W, mentre nei bagni, dotati di sensore di presenza, sono presenti lampade fluorescenti circolari da 22W.

Nei corridoi l'illuminazione è costituita da neon 36Wx2, 36Wx1 e al primo e secondo piano da un totale di 6 faretti alogeni ad incasso.

La potenza complessiva installata è pari a 8115W

Tipologia di lampada	Pot [W]	n° lampade			Potenza complessiva [kW]
		PT	P1	P2	
Lampada fluorescente lineare 2 x 36W	72	35	35	30	7,2
Lampada fluorescente lineare 4 x 36W	144				0
Lampada fluorescente lineare 1 x 36W	36			7	0,252
Lampada alogena 50W	50		3	3	0,3
Lampada fluorescente tonda 33W	33	1	1	1	0,099
Lampada fluorescente tonda 22W	22	4	4	4	0,264
Totale		40	43	45	8,115

4.3.3.4 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

Sono presenti due ascensori con portata 480 kg, categoria A1, 3 fermate.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano								
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _e]	Q _{exp} [kWh _e]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	13974	Sm ³	131674	0	138257	0	138257	12087,86	27651
Globale (gl)	13974	Sm³	131674	0	138257	0	138257	12087,86	27651

Servizio	Energia elettrica								
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q _{del} [kWh _e]	Q _{exp} [kWh _e]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	29024	kWh	29024	-	56597	13641	70239	7256,08	13351
Acqua calda sanitaria (W)	4519	kWh	4519	-	8813	2124	10937	1129,84	2079
Raffrescamento (C)	9026	kWh	9026	-	17602	4242	21844	2256,60	4152
Ventilazione (V)	3516	kWh	3516	-	6855	1652	8508	878,88	1617
Illuminazione (L)	11519	kWh	11519	-	22463	5414	27877	2879,85	5299
Trasporto (T)	2987	kWh	2987	-	5826	1404	7230	746,86	1374
Globale (gl)	60592	kWh	60592	-	118155	28478	146634	15148,11	27873

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	19343,93
Acqua calda sanitaria (W)	1129,84
Raffrescamento (C)	2256,60
Ventilazione (V)	878,88
Illuminazione (L)	2879,85
Trasporto (T)	746,86
Globale (gl)	27235,97

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	95,0
Regolazione (η _{reg})	94,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	93,7
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	94,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	89,8
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,7

Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	75,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	91,8
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	85,8
Valore limite (η_{lim})	60,1

Raffrescamento (C)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	98,0
Regolazione (η _{reg})	94,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	100,0
Accumulo (η _s)	84,8
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	229,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	117,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	143,8
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	115,8
Valore limite (η_{lim})	117,7

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	178898	128,98	32,60
Raffrescamento (C)	25304	18,24	17,93

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{D,ren} [kWh _p]	Q _{D,ren} [kWh _p]	Q _{D,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)	194855	13641	208496	140,49	9,84	150,32	-
Acqua calda sanitaria (W)	8813	2124	10937	6,35	1,53	7,89	-
Raffrescamento (C)	17602	4242	21844	12,69	3,06	15,75	-
Ventilazione (V)	6855	1652	8508	4,94	1,19	6,13	-
Illuminazione (L)	22463	5414	27877	16,20	3,90	20,10	-
Trasporto (T)	5826	1404	7230	4,20	1,01	5,21	-
Globale	256413	28478	284891	184,87	20,53	205,40	103,93

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



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)	6,5	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	50		
Raffrescamento (C)	19,4	-	-	-
Globale (H + W + C)	8,3	20	35	50
Ventilazione (V)	19,4	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	19,4	-	-	-
Globale	10,0	-		

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)	41002,67
Acqua calda sanitaria (W)	2078,90
Raffrescamento (C)	4152,15
Ventilazione (V)	1617,14
Illuminazione (L)	5298,92
Trasporto (T)	1374,23
Globale (gl)	55524,01

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 _{,pnren}	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

5.1 Consumi di gas naturale

Per il municipio di Soliera i consumi di gas naturali sono imputabili al solo riscaldamento realizzato attraverso l'impianto idronico. I riportano di seguito i consumi di gas naturale disponibili delle ultime stagioni termiche.

Periodo	Consumo [m3]
2015/2016	16287
2016/2017	15802
2017/2018	15312

5.1.1 Modello termico

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati gli ultimi consumi disponibili della stagione termica 2017/2018. Il confronto, effettuato, su base annua, ha condotto, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2514	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	2636	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	0,954	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	13974	14605	-4,3

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	13974	14605	-4,3

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

Il modello risulta validato con i dati di consumo reale tenuto conto dei gradi giorno reali (fattore di destagionalizzazione pari a 0,954) in quanto lo scostamento risulta inferiore al 5%.

5.2 Consumi di energia elettrica

Per il municipio di Soliera i consumi di energia elettrica sono imputabili a:

- Illuminazione
- Ventilazione meccanica/impianto aero-idraulico
- Ausiliari elettrici impianto idronico (pompe, ventilatori dei venticonvettori)
- Raffrescamento
- Attrezzatura da ufficio (PC, stampanti, server, UPS...)
- Ascensori

Di seguito sono riportati i costi e i consumi disponibili degli ultimi due anni riferiti al POD a servizio del municipio.

POD: IT001E04019715

Periodo	2016		2017	
	kWh	Spesa	kWh	Spesa
gennaio	7446	€ 1.327,02	6965	€ 1.374,60
febbraio	7452	€ 1.180,85	6399	€ 1.145,50
marzo	6298	€ 988,79	6614	€ 1.081,24
aprile	5750	€ 947,42	7049	€ 1.222,88
maggio	6018	€ 962,10	8192	€ 1.381,07
giugno	7392	-€ 127,53	7578	€ 1.295,13
luglio	10443	€ 3.186,62	10313	-€ 18,19
agosto	8979	€ 1.502,59	10269	€ 2.406,62
settembre	5825	€ 1.244,86	7743	€ 113,73
ottobre	6330	€ 1.167,14	6305	€ 1.087,37
novembre	6978	€ 1.338,61	6978	€ 1.300,43
dicembre	7516	€ 1.873,01	7516	€ 1.873,01
TOT	86.427,00	€ 15.591,48	91.921,00	€ 14.263,39
Costo al kWh	0,18		0,16	

5.2.1 Modello elettrico

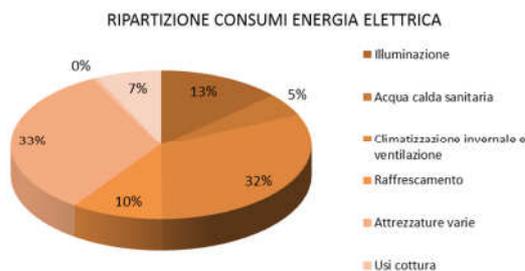
Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati gli ultimi consumi disponibili della stagione termica 2017/2018. Il confronto, effettuato, su base annua, ha condotto al seguente esito.

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Energia elettrica	Illuminazione Trasporto Climatizzazione Raffrescamento Usi ufficio ACS	kWh	91623	91921	-0,32

Di seguito si riportano i dettagli del modello elettrico.

Tipologia consumi	Consumo annuo (kWh)
Illuminazione	12.174
Acqua calda sanitaria	4.520
Climatizzazione invernale e ventilazione	29.024
Raffrescamento	9.026
Attrezzature varie	29.952
Usi cottura	555
Ascensori	6.372
Totale	91.623



Il modello risulta validato con i dati di consumo reale in quanto lo scostamento risulta inferiore al 5%.

6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Coibentazione copertura a falde	50941,00	2378,75	23,6	26,64	E
1	LED	16640,00	1094,47	15,2	8,10	F
2	Scenario cumulativo	114675,00	4042,58	28,4	42,20	F
3	Sostituzione ventili e regolazione separata vigili	42000,00	732,94	57,3	8,31	F

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 Coibentazione copertura a falde

Descrizione dell'intervento

L'intervento prevede la coibentazione della copertura con uno strato di 12 cm di polistirene espanso 35 kg/m³. Si è considerato un costo al m² di copertura isolata pari a 110 €/m² IVA esclusa, comprensivo di fornitura dell'isolante, posa in opera, rimozione del manto di copertura presente, strato di impermeabilizzazione e ponteggi.

Le trasmittanze post intervento permettono l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 DM 16.02.2016

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Coibentazione copertura a falde		
Costo stimato	C	56035,10	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{ol}	2378,75	€/anno
Contributo CT 2.0	CT2.0	24655,4	€
Tempo di ritorno semplice senza incentivo	t_r	23,6	anni
Tempo di ritorno semplice con incentivo	t_r	13,2	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{ol,nren}$	27,54	kWh ₀ /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Coibentazione della copertura	56035,10

6.1.1 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Coibentazione della copertura		
Descrizione	Coibentazione della copertura		
Costo stimato	C	50941,00	€

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S1		
Descrizione	copertura a falde		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	4		
Superficie di calcolo	S_{calc}	509,41	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S_{tot}	96,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,500	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,528	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,260	W _t /m ² K

Intervento

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

Risultati intervento			
Spessore totale	S_{tot}	251,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,194	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,223	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,260	W _t /m ² K

6.1.2 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Sm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	10364	-26,2
Globale	14052	10364	-26,2
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28911	-0,9
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	8426	-6,7
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	11519	0,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale	60752	59879	-1,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14439,17	12053,10	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	858,68	858,68	0,0
Raffrescamento (C)	1715,02	1600,86	-6,7
Ventilazione (V)	667,95	667,95	0,0
Illuminazione (L)	2188,69	2188,69	0,0
Trasporto (T)	567,62	567,62	0,0
Globale	20437,12	17936,88	-12,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	50941,00
Contributo Conto Termico	24655,4
Risparmio economico conseguibile (ΔS_q) [€/anno]	2378,75
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	23,6
Tempo di ritorno semplice (t_r) con Conto Termico [anni]	13,2

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	95,0	95,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	93,7	93,7	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,7	94,3	-0,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,7	89,4	-0,3
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,6	89,4	-0,3

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	91,3	87,5	-4,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	85,3	80,6	-5,5
Valore limite (η_{lim})	60,1	-	-

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	98,0	98,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	84,8	83,5	-1,6
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	229,0	229,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	117,0	117,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,3	94,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	143,8	133,4	-7,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	115,8	107,5	-7,2
Valore limite (η_{lim})	117,7	-	-

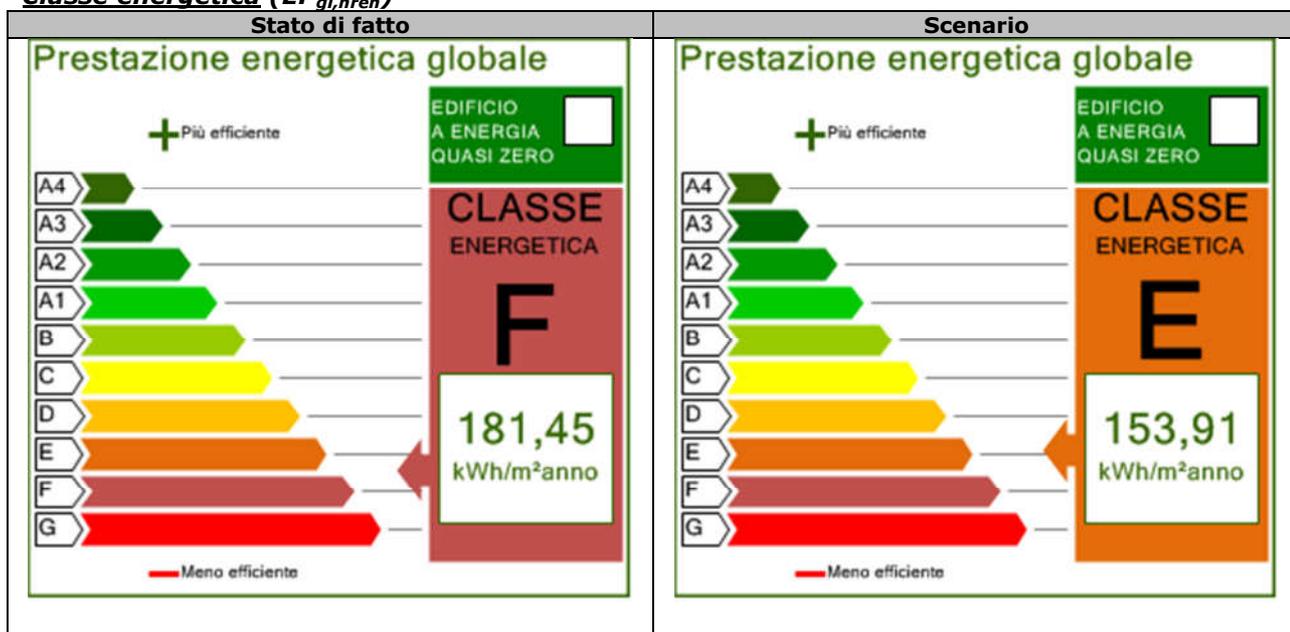
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	128,98	100,30	-22,2	32,60
Raffrescamento (C)	18,24	15,80	-13,4	17,93

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	141,27	114,58	-18,9
Acqua calda sanitaria (W)	6,35	6,35	0,0
Raffrescamento (C)	12,69	11,85	-6,7
Ventilazione (V)	4,94	4,94	0,0
Illuminazione (L)	16,20	16,20	0,0
Trasporto (T)	4,20	4,20	0,0
Globale (gl)	185,65	158,11	-14,8
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	9,89	9,80	-0,9
Acqua calda sanitaria (W)	1,53	1,53	0,0
Raffrescamento (C)	3,06	2,86	-6,7
Ventilazione (V)	1,19	1,19	0,0
Illuminazione (L)	3,90	3,90	0,0
Trasporto (T)	1,01	1,01	0,0
Globale (gl)	20,59	20,29	-1,4
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	151,16	124,37	-17,7
Acqua calda sanitaria (W)	7,89	7,89	0,0
Raffrescamento (C)	15,75	14,70	-6,7
Ventilazione (V)	6,13	6,13	0,0
Illuminazione (L)	20,10	20,10	0,0
Trasporto (T)	5,21	5,21	0,0
Globale (gl)	206,24	178,40	-13,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	103,93	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	6,5	7,9	19,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	8,3	9,6	16,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (gl)	10,0	11,4	14,0	-

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_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	41230,73	33807,60	-18,0
Acqua calda sanitaria (W)	2078,90	2078,90	0,0
Raffrescamento (C)	4152,15	3875,76	-6,7
Ventilazione (V)	1617,14	1617,14	0,0
Illuminazione (L)	5298,92	5298,92	0,0
Trasporto (T)	1374,23	1374,23	0,0
Globale (gl)	55752,08	48052,55	-13,8

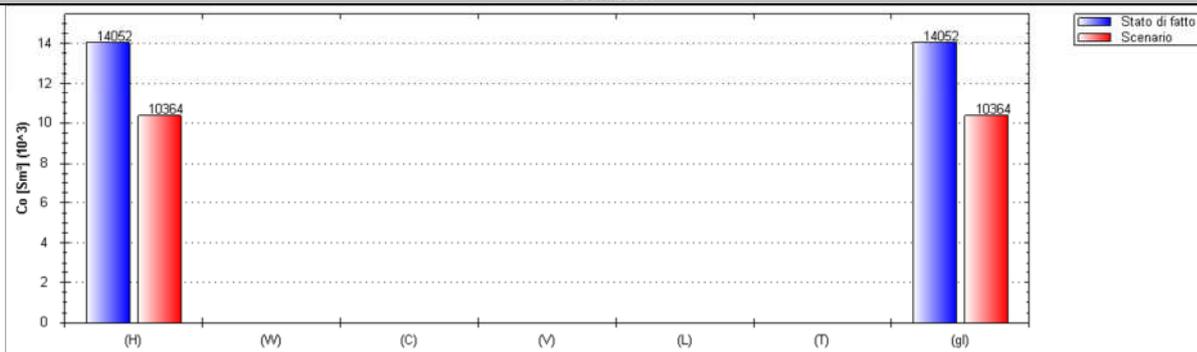
Legenda:

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.

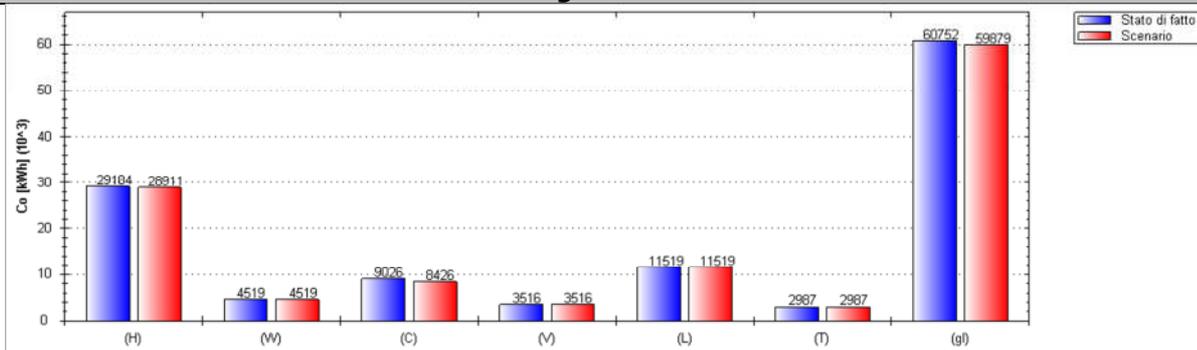
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



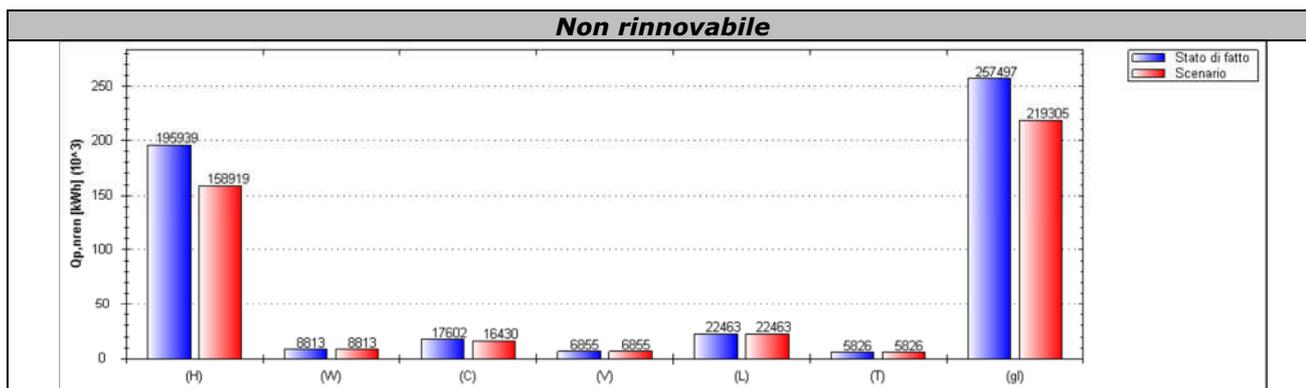
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	10364	-26,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	14052	10364	-26,2

Energia elettrica

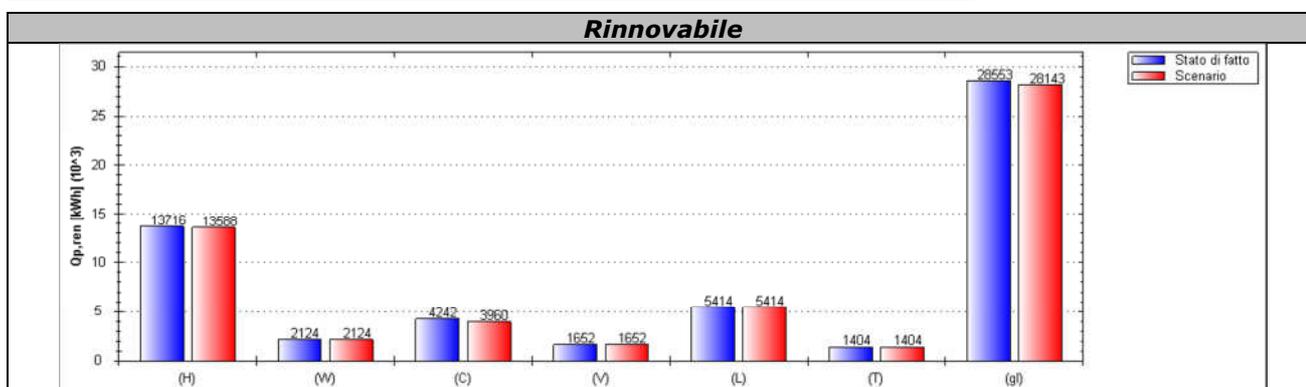


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28911	-0,9
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	8426	-6,7
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	11519	0,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale (gl)	60752	59879	-1,4

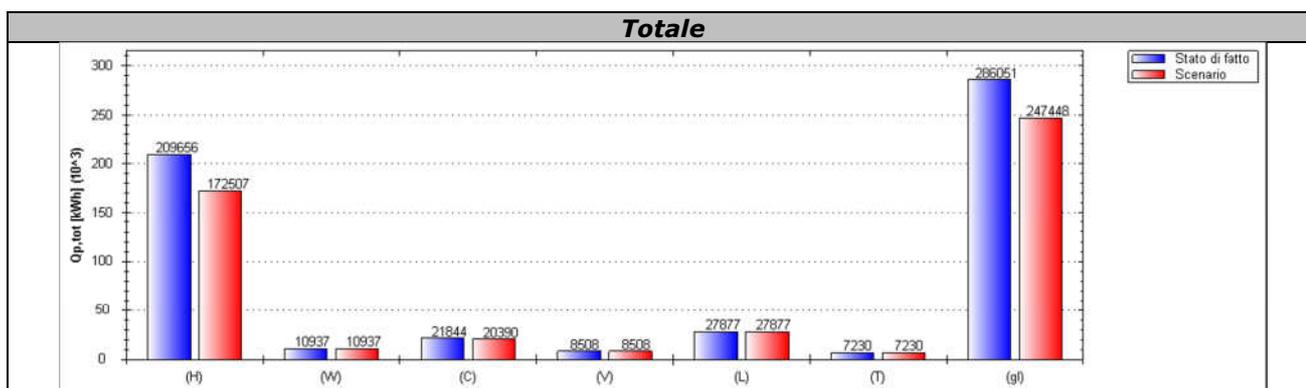
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195939	158919	-18,9
Acqua calda sanitaria (W)	8813	8813	0,0
Raffrescamento (C)	17602	16430	-6,7
Ventilazione (V)	6855	6855	0,0
Illuminazione (L)	22463	22463	0,0
Trasporto (T)	5826	5826	0,0
Globale (gl)	257497	219305	-14,8

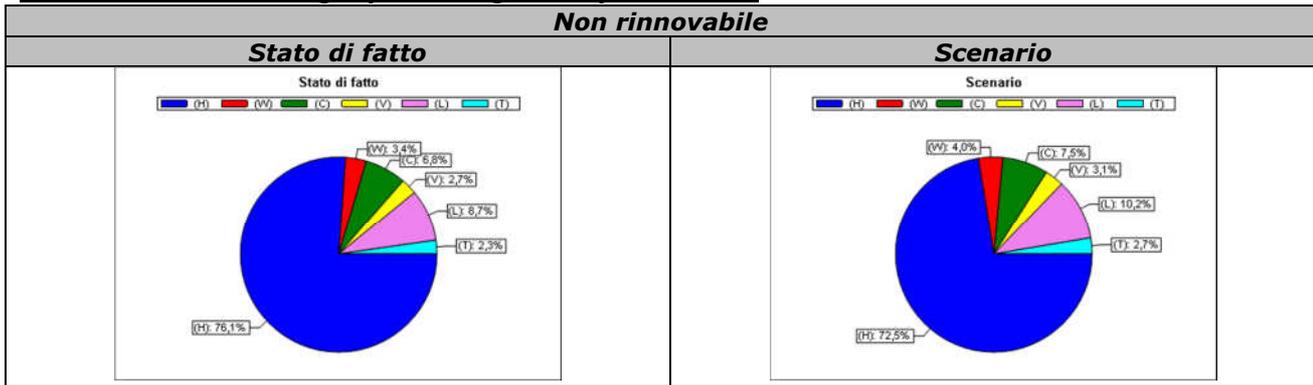


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13716	13588	-0,9
Acqua calda sanitaria (W)	2124	2124	0,0
Raffrescamento (C)	4242	3960	-6,7
Ventilazione (V)	1652	1652	0,0
Illuminazione (L)	5414	5414	0,0
Trasporto (T)	1404	1404	0,0
Globale (gl)	28553	28143	-1,4

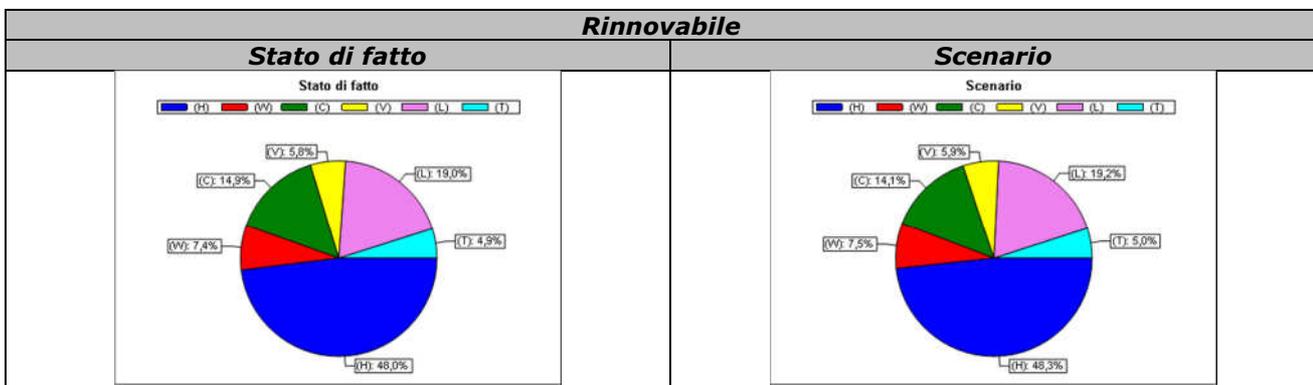


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209656	172507	-17,7
Acqua calda sanitaria (W)	10937	10937	0,0
Raffrescamento (C)	21844	20390	-6,7
Ventilazione (V)	8508	8508	0,0
Illuminazione (L)	27877	27877	0,0
Trasporto (T)	7230	7230	0,0
Globale (gl)	286051	247448	-13,5

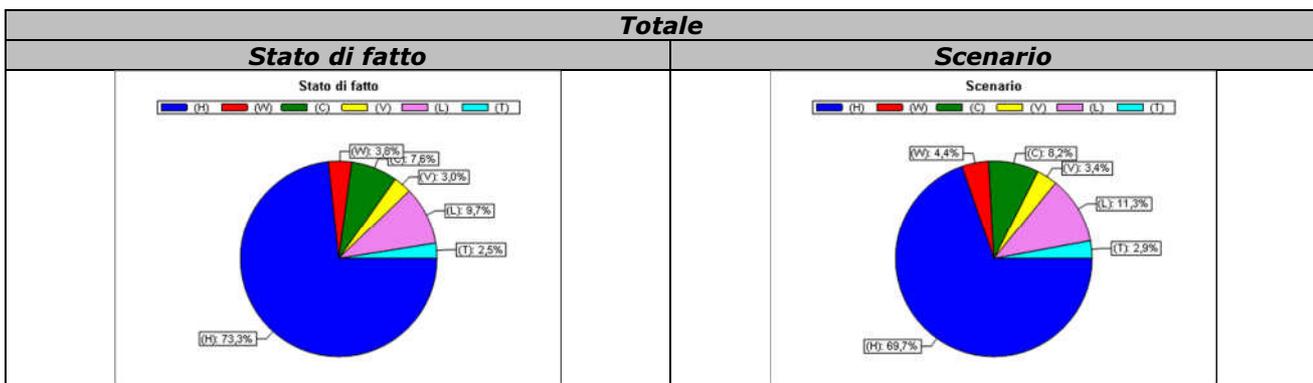
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	195939	76,1	158919	72,5
Acqua calda sanitaria (W)	8813	3,4	8813	4,0
Raffrescamento (C)	17602	6,8	16430	7,5
Ventilazione (V)	6855	2,7	6855	3,1
Illuminazione (L)	22463	8,7	22463	10,2
Trasporto (T)	5826	2,3	5826	2,7
Globale (gl)	257497	100,0	219305	100,0

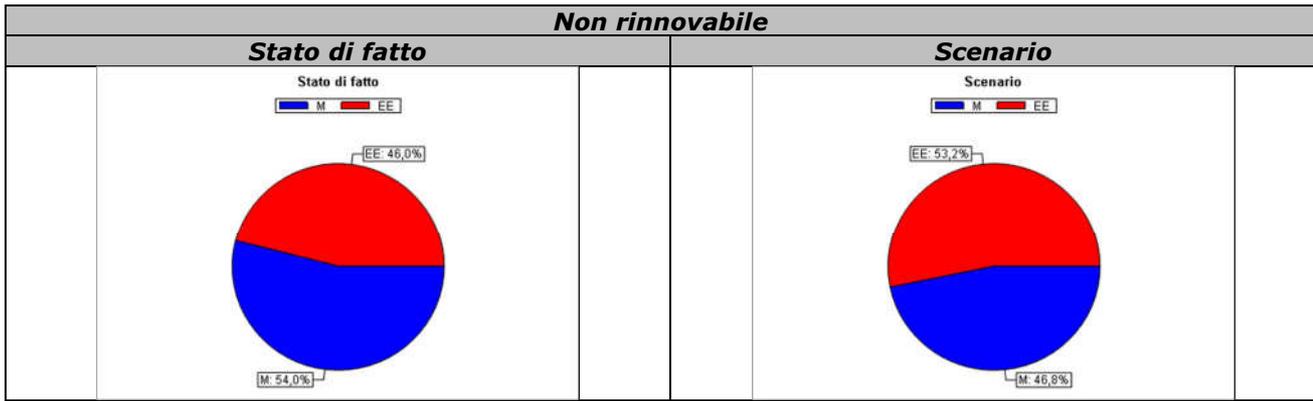


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	13716	48,0	13588	48,3
Acqua calda sanitaria (W)	2124	7,4	2124	7,5
Raffrescamento (C)	4242	14,9	3960	14,1
Ventilazione (V)	1652	5,8	1652	5,9
Illuminazione (L)	5414	19,0	5414	19,2
Trasporto (T)	1404	4,9	1404	5,0
Globale (gl)	28553	100,0	28143	100,0

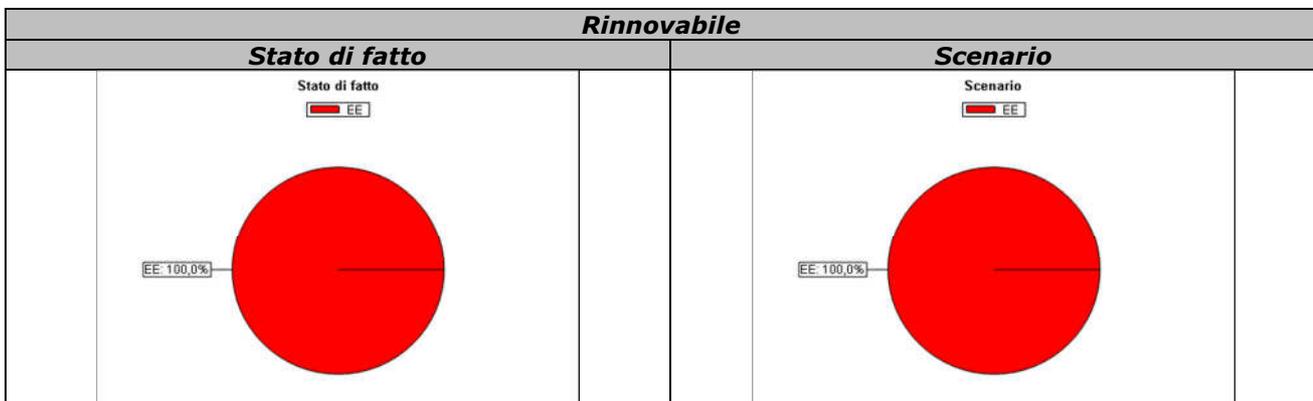


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	209656	73,3	172507	69,7
Acqua calda sanitaria (W)	10937	3,8	10937	4,4
Raffrescamento (C)	21844	7,6	20390	8,2
Ventilazione (V)	8508	3,0	8508	3,4
Illuminazione (L)	27877	9,7	27877	11,3
Trasporto (T)	7230	2,5	7230	2,9
Globale (gl)	286051	100,0	247448	100,0

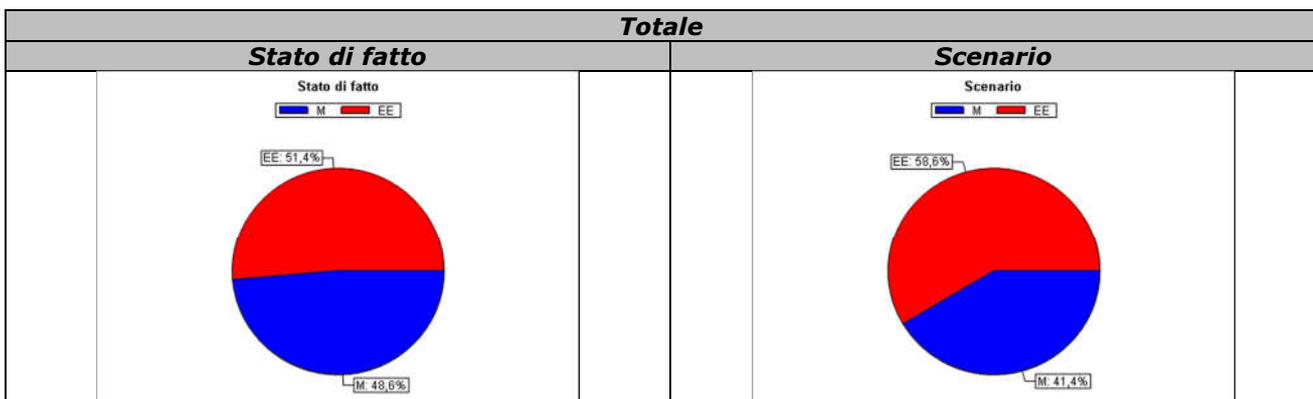
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	54,0	102542	46,8
Energia elettrica (EE)	118466	46,0	116764	53,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	257497	100,0	219305	100,0

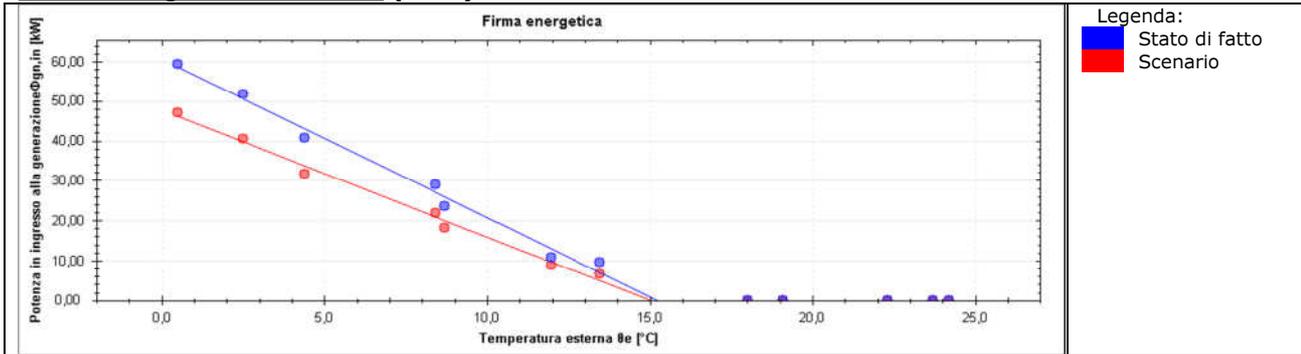


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	28553	100,0	28143	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	28553	100,0	28143	100,0



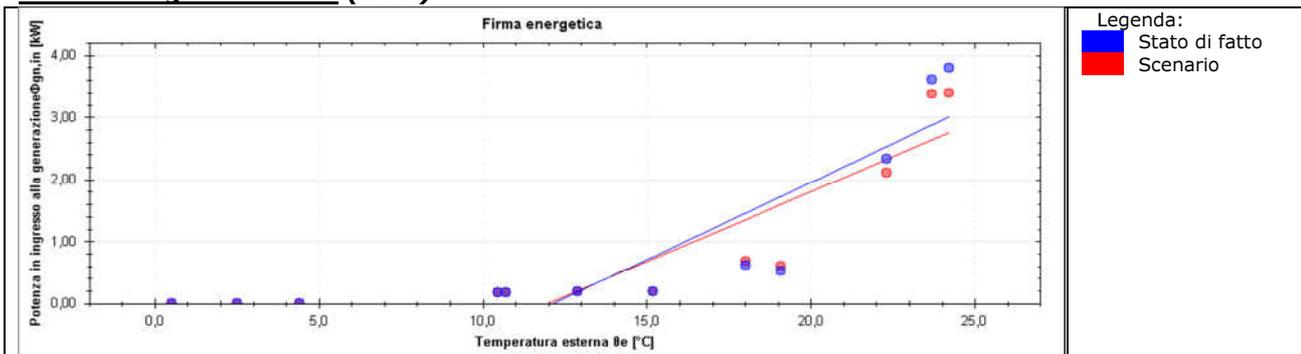
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	48,6	102542	41,4
Energia elettrica (EE)	147019	51,4	144907	58,6
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	286051	100,0	247448	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	31	44209	59,42	31	35042	47,10
febbraio	4,4	28	27467	40,87	28	21311	31,71
marzo	8,7	31	17603	23,66	31	13500	18,15
aprile	12,0	15	3946	10,96	15	3188	8,85
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,7	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,1	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,4	17	3889	9,53	17	2739	6,71
novembre	8,4	30	20852	28,96	30	15831	21,99
dicembre	2,5	31	38557	51,82	31	30162	40,54
TOTALE		183	156524	225	183	121772	175

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	4,4	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	10,5	12	53	0,18	12	53	0,18
aprile	12,9	30	143	0,20	30	143	0,20
maggio	18,0	31	464	0,62	31	512	0,69
giugno	22,3	30	1683	2,34	30	1516	2,11
luglio	24,2	31	2832	3,81	31	2516	3,38
agosto	23,7	31	2689	3,61	31	2513	3,38
settembre	19,1	30	381	0,53	30	430	0,60
ottobre	15,2	31	148	0,20	31	148	0,20
novembre	10,7	11	48	0,18	11	48	0,18
dicembre	2,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		237	8442	12	237	7880	11

Legenda:

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

6.2 Sostituzione ventilconvettori e regolazione separata zona vigili

Descrizione dell'intervento

Sostituzione dei ventilconvettori presenti con ventilconvettori di ultima generazione e installazione di un sistema elettronico di comando e controllo di ventilconvettori idronici basato sulla comunicazione radio, wireless (senza fili). In questo modo sarà possibile applicare una regolazione del calore distinta tra i locali dei vigili (occupati anche il sabato) e il resto del municipio.

I costi sono comprensivi fornitura e posa in opera IVA esclusa.

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Nuovo scenario 1		
Lavoro di riferimento	C:\Users\utente\Documents\2-AESS\05_DE Soliera\Soliera municipio misure intervento.E0001		
Costo stimato	C	42000,00	€
Contributo CT 2.0	CT2.0	18480,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{ql}	732,94	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	57,3	anni
Tempo di ritorno semplice con incentivo	t_r	32,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{ql,nren}$	8,31	kWh ₀ /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	F		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione dei ventilconvettori esistenti e installazione del sistema di comando e controllo wireless.	42000,00

6.2.1 Descrizione

Dati generali

Intervento	2		
Descrizione	Ventilconvettori e regolazione separata vigili		
Costo stimato	C	42000,00	€

6.2.2 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	12980	-7,6
Globale	14052	12980	-7,6
Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28713	-1,6
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	9026	0,0
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	11519	0,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale	60752	60281	-0,8

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19451,43	18406,01	-5,4
Acqua calda sanitaria (W)	1129,84	1129,84	0,0
Raffrescamento (C)	2256,60	2256,60	0,0
Ventilazione (V)	878,88	878,88	0,0

Illuminazione (L)	2879,85	2879,85	0,0
Trasporto (T)	746,86	746,86	0,0
Globale	27343,46	26298,05	-3,8

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	42000,00
Incentivo Conto termico [€]	18480,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	997,13
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	57,3
Tempo di ritorno semplice con contributo (t_c) [anni]	32,1

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	95,0	95,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	99,5	5,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	93,7	93,7	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,7	94,5	-0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,7	89,6	-0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,6	89,5	-0,1

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	91,3	97,0	6,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	85,3	90,4	5,9
Valore limite (η_{lim})	60,1	-	-

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	98,0	98,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	84,8	84,8	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	229,0	229,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	117,0	117,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,3	94,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	143,8	143,8	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	115,8	115,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	117,7	-	-

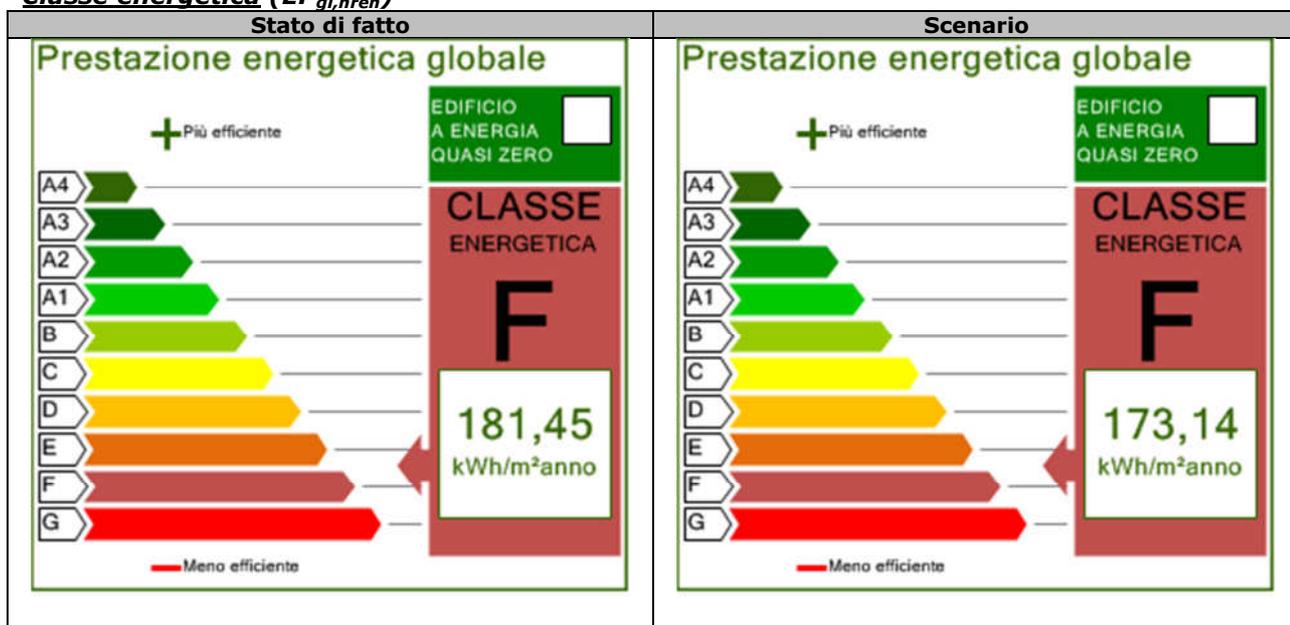
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	128,98	128,98	0,0	32,60
Raffrescamento (C)	18,24	18,24	0,0	17,93

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	141,27	132,96	-5,9
Acqua calda sanitaria (W)	6,35	6,35	0,0
Raffrescamento (C)	12,69	12,69	0,0
Ventilazione (V)	4,94	4,94	0,0
Illuminazione (L)	16,20	16,20	0,0
Trasporto (T)	4,20	4,20	0,0
Globale (gl)	185,65	177,34	-4,5
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	9,89	9,73	-1,6
Acqua calda sanitaria (W)	1,53	1,53	0,0
Raffrescamento (C)	3,06	3,06	0,0
Ventilazione (V)	1,19	1,19	0,0
Illuminazione (L)	3,90	3,90	0,0
Trasporto (T)	1,01	1,01	0,0
Globale (gl)	20,59	20,43	-0,8
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	151,16	142,68	-5,6
Acqua calda sanitaria (W)	7,89	7,89	0,0
Raffrescamento (C)	15,75	15,75	0,0
Ventilazione (V)	6,13	6,13	0,0
Illuminazione (L)	20,10	20,10	0,0
Trasporto (T)	5,21	5,21	0,0
Globale (gl)	206,24	197,76	-4,1
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	103,93	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	6,5	6,8	4,6	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	8,3	8,6	3,6	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (gl)	10,0	10,3	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 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)	41230,73	38891,97	-5,7
Acqua calda sanitaria (W)	2078,90	2078,90	0,0
Raffrescamento (C)	4152,15	4152,15	0,0
Ventilazione (V)	1617,14	1617,14	0,0
Illuminazione (L)	5298,92	5298,92	0,0
Trasporto (T)	1374,23	1374,23	0,0
Globale (gl)	55752,08	53413,32	-4,2

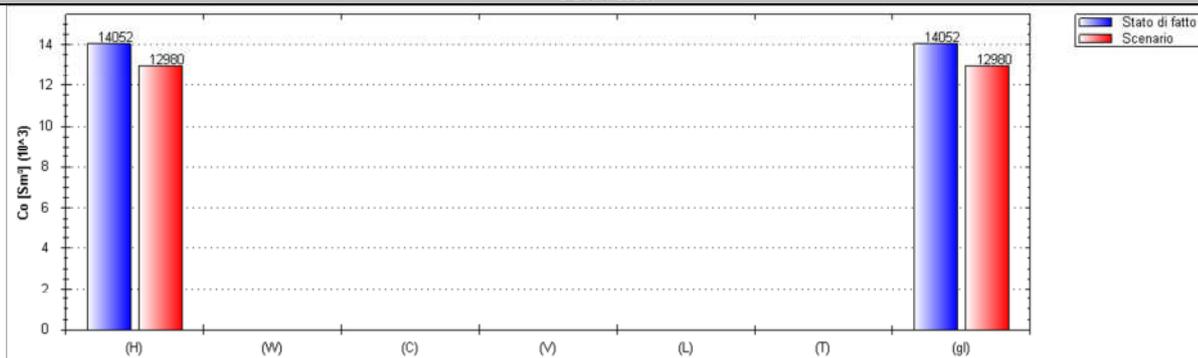
Legenda:

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.

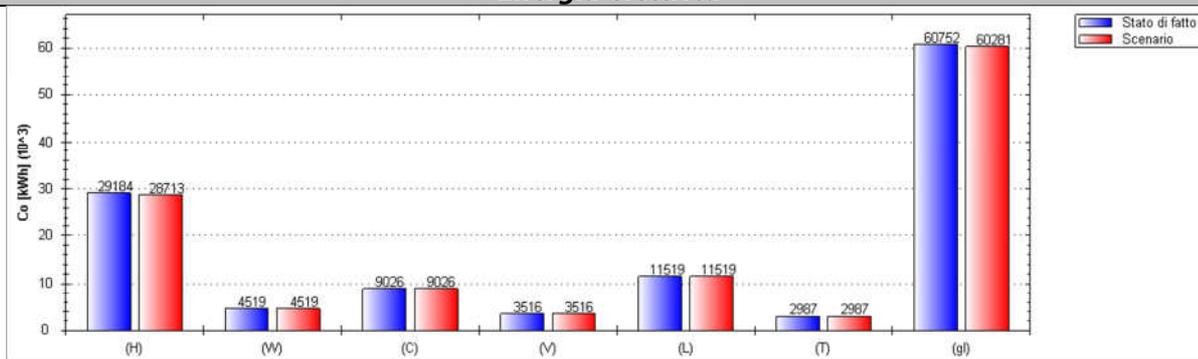
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



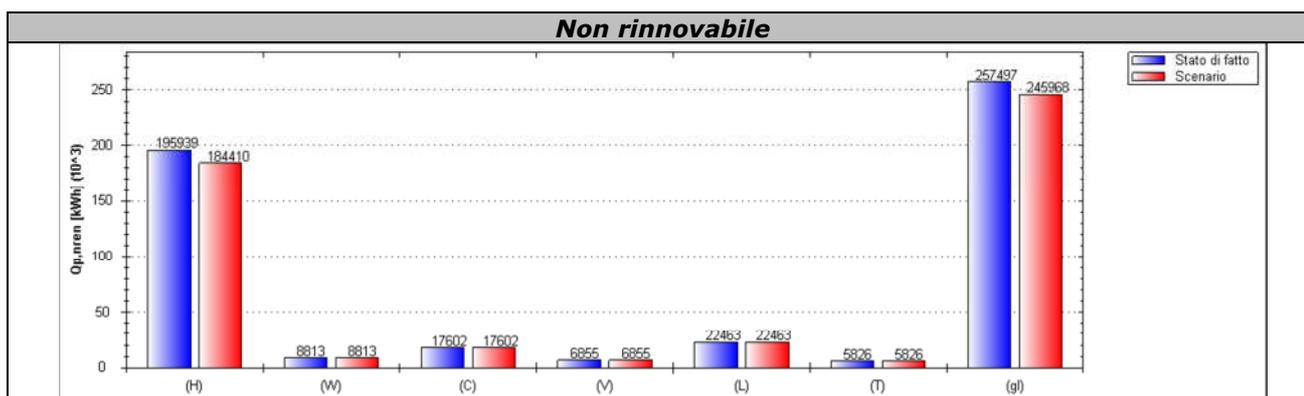
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	12980	-7,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	14052	12980	-7,6

Energia elettrica

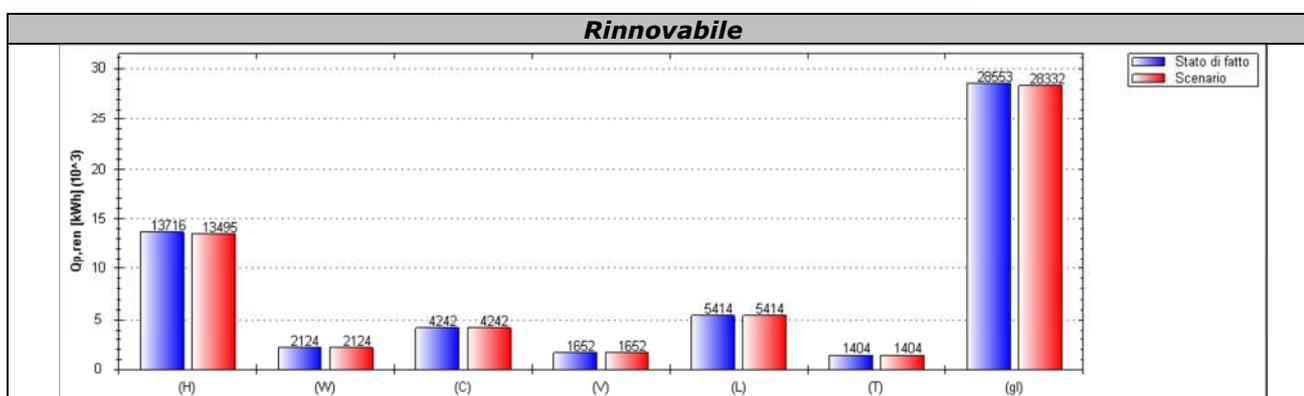


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28713	-1,6
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	9026	0,0
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	11519	0,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale (gl)	60752	60281	-0,8

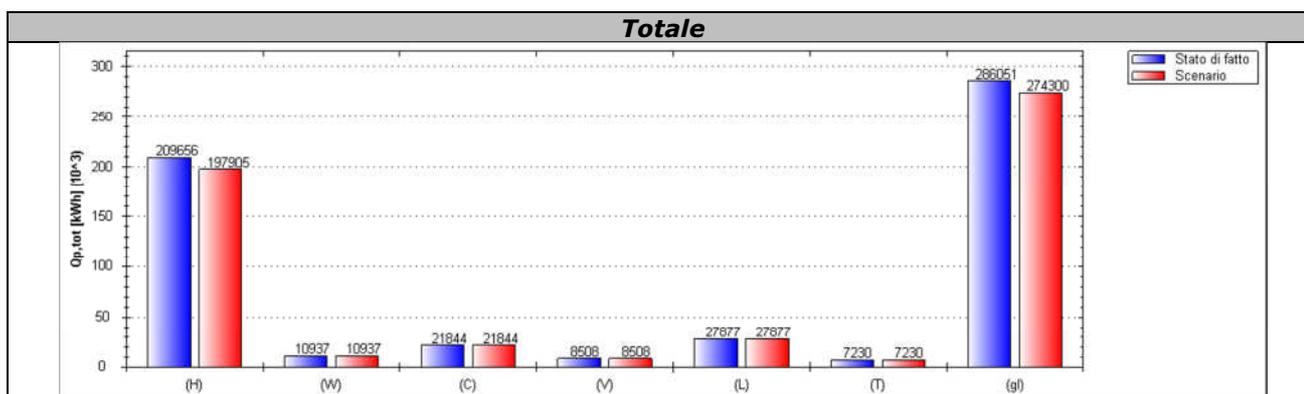
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195939	184410	-5,9
Acqua calda sanitaria (W)	8813	8813	0,0
Raffrescamento (C)	17602	17602	0,0
Ventilazione (V)	6855	6855	0,0
Illuminazione (L)	22463	22463	0,0
Trasporto (T)	5826	5826	0,0
Globale (gl)	257497	245968	-4,5

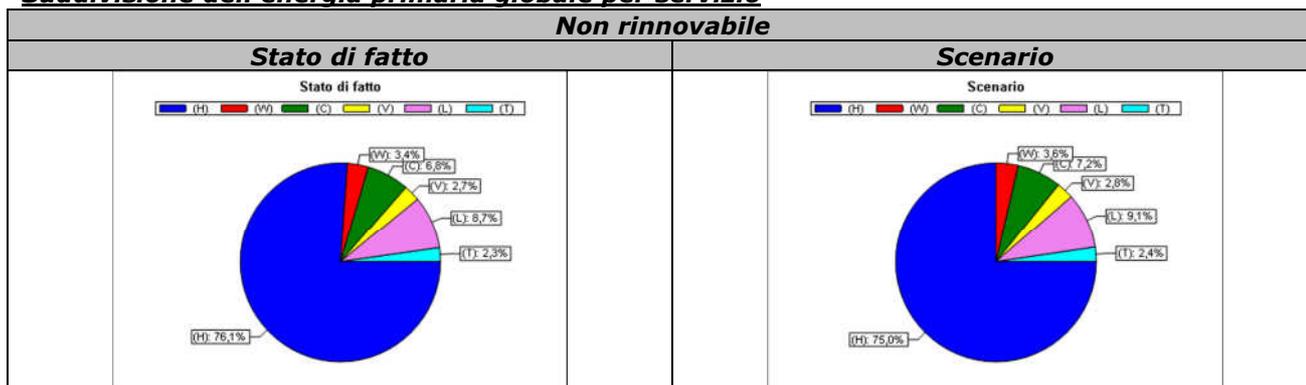


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13716	13495	-1,6
Acqua calda sanitaria (W)	2124	2124	0,0
Raffrescamento (C)	4242	4242	0,0
Ventilazione (V)	1652	1652	0,0
Illuminazione (L)	5414	5414	0,0
Trasporto (T)	1404	1404	0,0
Globale (gl)	28553	28332	-0,8

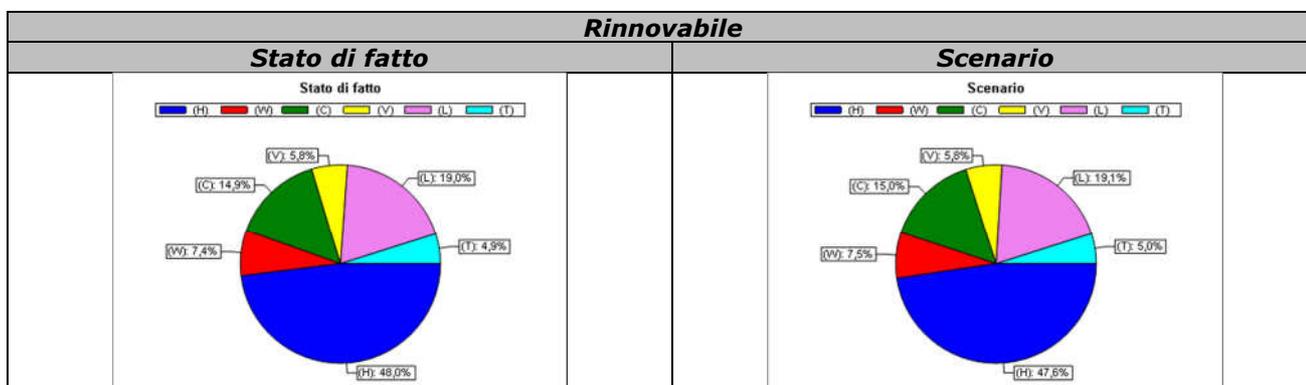


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209656	197905	-5,6
Acqua calda sanitaria (W)	10937	10937	0,0
Raffrescamento (C)	21844	21844	0,0
Ventilazione (V)	8508	8508	0,0
Illuminazione (L)	27877	27877	0,0
Trasporto (T)	7230	7230	0,0
Globale (gl)	286051	274300	-4,1

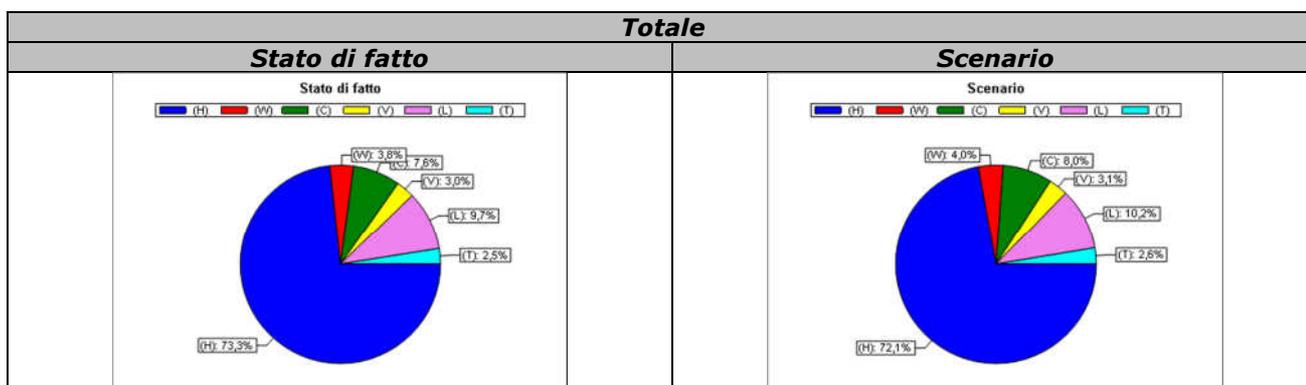
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	195939	76,1	184410	75,0
Acqua calda sanitaria (W)	8813	3,4	8813	3,6
Raffrescamento (C)	17602	6,8	17602	7,2
Ventilazione (V)	6855	2,7	6855	2,8
Illuminazione (L)	22463	8,7	22463	9,1
Trasporto (T)	5826	2,3	5826	2,4
Globale (gl)	257497	100,0	245968	100,0

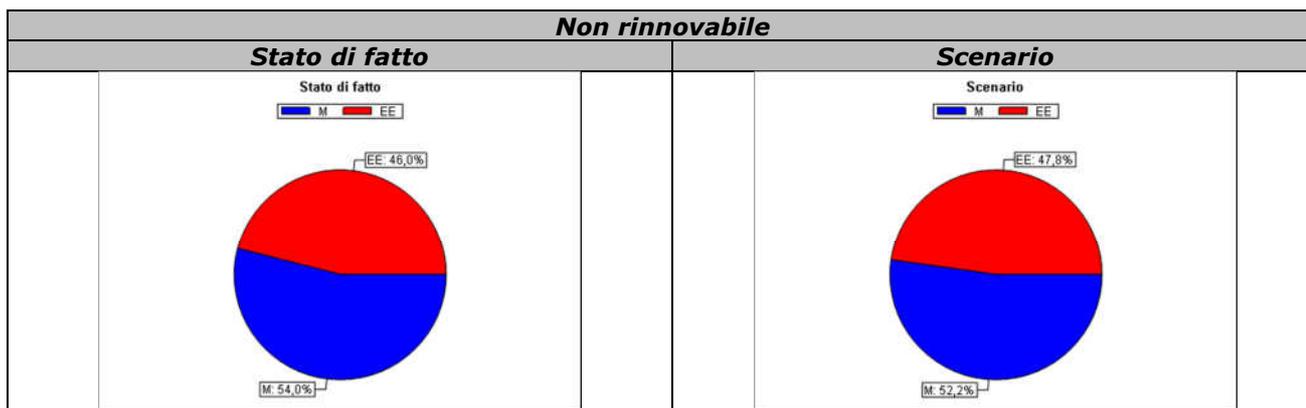


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	13716	48,0	13495	47,6
Acqua calda sanitaria (W)	2124	7,4	2124	7,5
Raffrescamento (C)	4242	14,9	4242	15,0
Ventilazione (V)	1652	5,8	1652	5,8
Illuminazione (L)	5414	19,0	5414	19,1
Trasporto (T)	1404	4,9	1404	5,0
Globale (gl)	28553	100,0	28332	100,0

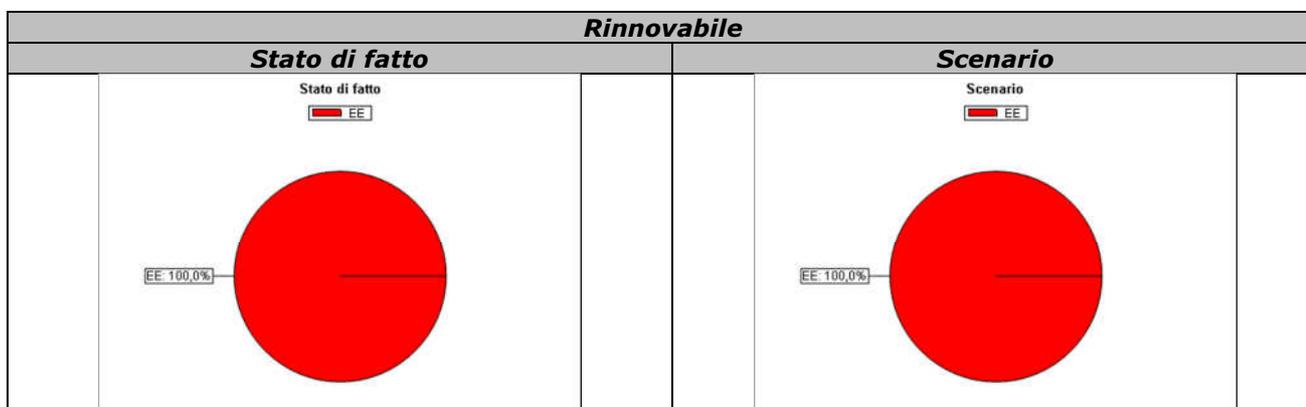


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	209656	73,3	197905	72,1
Acqua calda sanitaria (W)	10937	3,8	10937	4,0
Raffrescamento (C)	21844	7,6	21844	8,0
Ventilazione (V)	8508	3,0	8508	3,1
Illuminazione (L)	27877	9,7	27877	10,2
Trasporto (T)	7230	2,5	7230	2,6
Globale (gl)	286051	100,0	274300	100,0

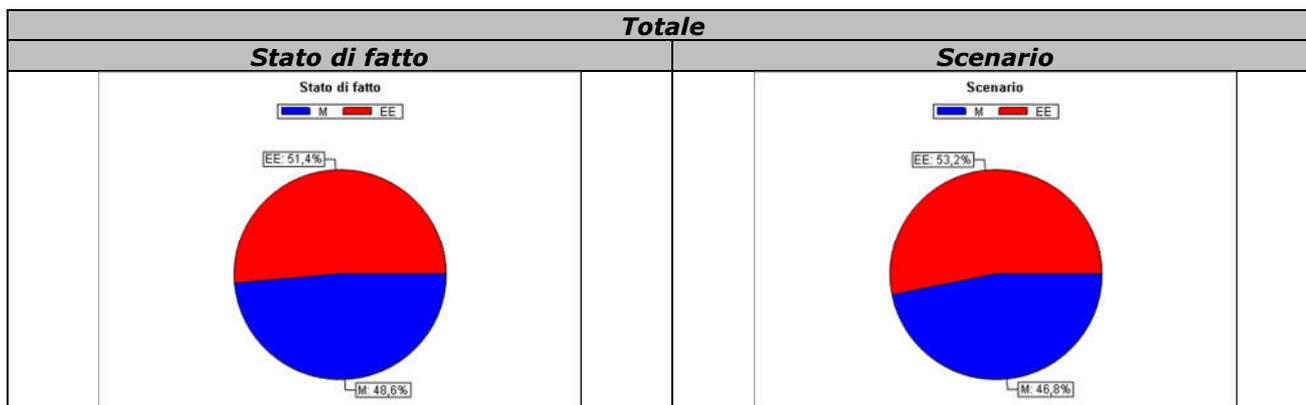
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	54,0	128420	52,2
Energia elettrica (EE)	118466	46,0	117548	47,8
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	257497	100,0	245968	100,0

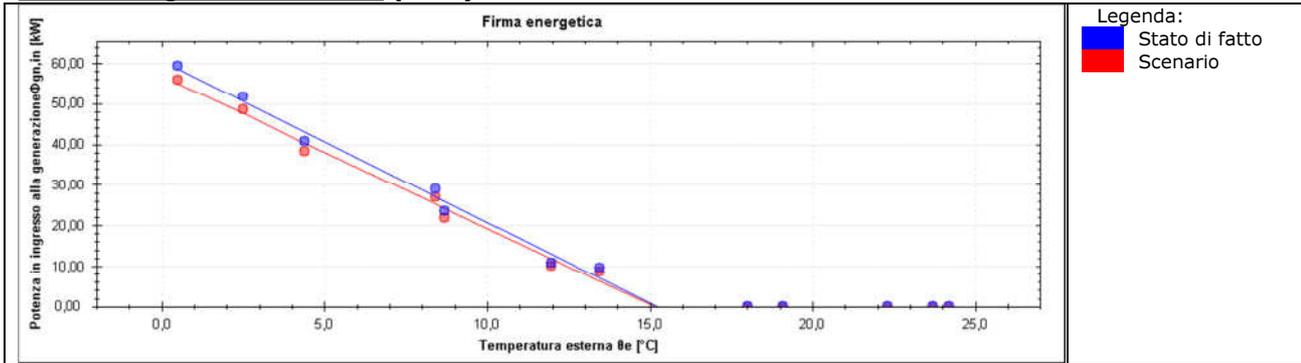


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	28553	100,0	28332	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	28553	100,0	28332	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	48,6	128420	46,8
Energia elettrica (EE)	147019	51,4	145880	53,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	286051	100,0	274300	100,0

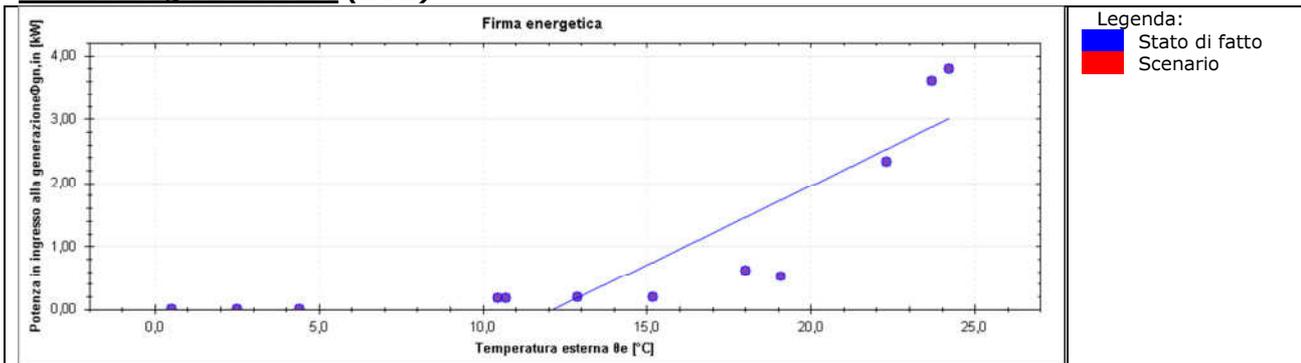
Firma energetica invernale (24 h)



Legenda:
■ Stato di fatto
■ Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	31	44209	59,42	31	41576	55,88
febbraio	4,4	28	27467	40,87	28	25694	38,24
marzo	8,7	31	17603	23,66	31	16340	21,96
aprile	12,0	15	3946	10,96	15	3621	10,06
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,7	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,1	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,4	17	3889	9,53	17	3552	8,71
novembre	8,4	30	20852	28,96	30	19435	26,99
dicembre	2,5	31	38557	51,82	31	36201	48,66
TOTALE		183	156524	225	183	146418	210

Firma energetica estiva (24 h)



Legenda:
■ Stato di fatto
■ Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	4,4	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	10,5	12	53	0,18	12	53	0,18
aprile	12,9	30	143	0,20	30	143	0,20
maggio	18,0	31	464	0,62	31	464	0,62
giugno	22,3	30	1683	2,34	30	1683	2,34
luglio	24,2	31	2832	3,81	31	2832	3,81
agosto	23,7	31	2689	3,61	31	2689	3,61
settembre	19,1	30	381	0,53	30	381	0,53
ottobre	15,2	31	148	0,20	31	148	0,20
novembre	10,7	11	48	0,18	11	48	0,18
dicembre	2,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		237	8442	12	237	8442	12

Legenda:

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

6.3 Sostituzione lampade a fluorescenza con LED

Descrizione dell'intervento

Sostituzione delle lampade a fluorescenza presenti con lampade a led. La potenza installata dopo l'intervento è pari al 50% della potenza iniziale. I costi sono stati stimati pari a 130 euro/corpo illuminante comprendono fornitura e posa in opera delle plafoniere e delle rispettive lampade.

I costi sono comprensivi fornitura e posa in opera IVA esclusa.

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	LED		
Lavoro di riferimento	C:\Users\utente\Documents\2-AESS\05_DE Soliera\Soliera municipio misure LED.E0001		
Costo stimato	C	16640,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{ol}	1094,47	€/anno
Contributo CT 2.0	CT2.0	7321,6	€
Tempo di ritorno semplice	t_r	15,2	anni
Tempo di ritorno semplice con incentivo	t_r	8,5	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{al,nren}$	8,10	kWh ₀ /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	F		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione lampade a fluorescenza con LED	16640,00

6.3.1 Descrizione

Dati generali

Intervento	3		
Descrizione	Led		
Costo stimato	C	16640,00	€

6.3.2 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Sm ³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	14052	0,0
Globale	14052	14052	0,0
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	29184	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	9026	0,0
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	5759	-50,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale	60752	54991	-9,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19451,43	19451,43	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	1129,84	1129,84	0,0
Raffrescamento (C)	2256,60	2256,60	0,0
Ventilazione (V)	878,88	878,88	0,0
Illuminazione (L)	2879,85	1439,75	-50,0
Trasporto (T)	746,86	746,86	0,0
Globale	27343,46	25903,36	-5,3

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	16640,00
Contributo Conto Termico	7321,6
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{qt}) [€/anno]	1094,47
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	152
Tempo di ritorno semplice con incentivo	8,5

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	95,0	95,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	93,7	93,7	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,7	94,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,7	89,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,6	89,6	0,0

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	91,3	91,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	85,3	85,3	0,0
Valore limite (η_{lim})	60,1	-	-

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	98,0	98,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	84,8	84,8	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	229,0	229,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	117,0	117,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,3	94,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	143,8	143,8	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	115,8	115,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	117,7	-	-

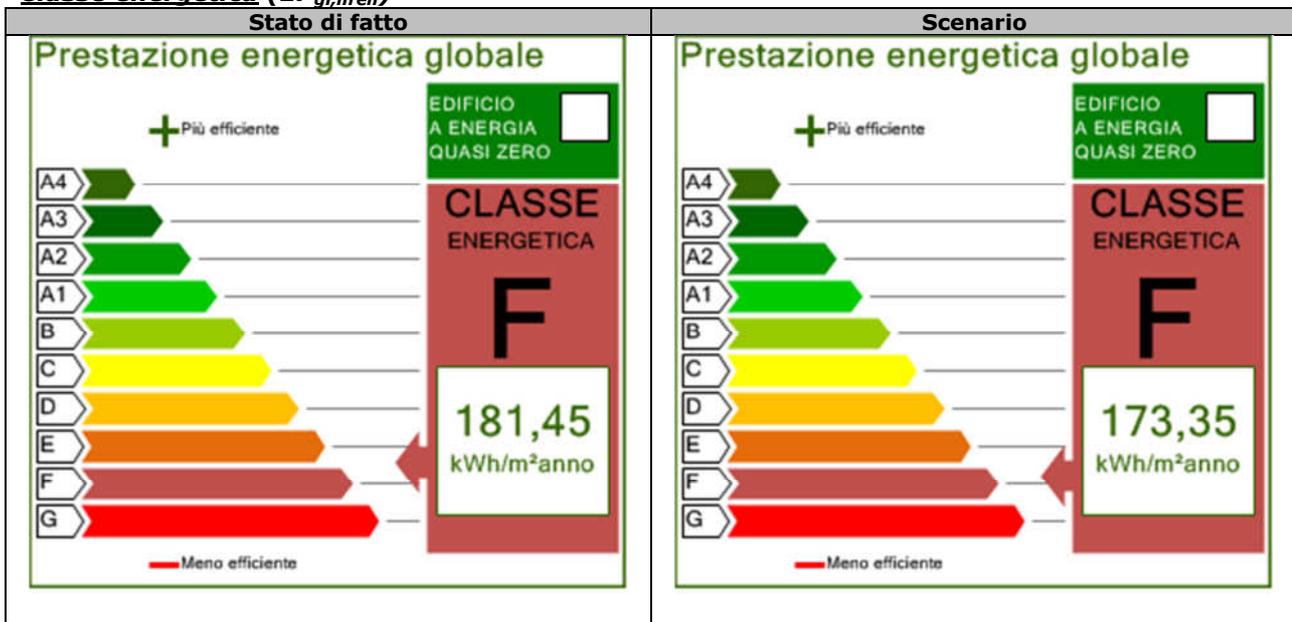
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	128,98	128,98	0,0	32,60
Raffrescamento (C)	18,24	18,24	0,0	17,93

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	141,27	141,27	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	6,35	6,35	0,0
Raffrescamento (C)	12,69	12,69	0,0
Ventilazione (V)	4,94	4,94	0,0
Illuminazione (L)	16,20	8,10	-50,0
Trasporto (T)	4,20	4,20	0,0
Globale (gl)	185,65	177,55	-4,4
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	9,89	9,89	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	1,53	1,53	0,0
Raffrescamento (C)	3,06	3,06	0,0
Ventilazione (V)	1,19	1,19	0,0
Illuminazione (L)	3,90	1,95	-50,0
Trasporto (T)	1,01	1,01	0,0
Globale (gl)	20,59	18,63	-9,5
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	151,16	151,16	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	7,89	7,89	0,0
Raffrescamento (C)	15,75	15,75	0,0
Ventilazione (V)	6,13	6,13	0,0
Illuminazione (L)	20,10	10,05	-50,0
Trasporto (T)	5,21	5,21	0,0
Globale (gl)	206,24	196,18	-4,9
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	103,93	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

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

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)	41230,73	41230,73	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	2078,90	2078,90	0,0
Raffrescamento (C)	4152,15	4152,15	0,0
Ventilazione (V)	1617,14	1617,14	0,0
Illuminazione (L)	5298,92	2649,14	-50,0
Trasporto (T)	1374,23	1374,23	0,0
Globale (gl)	55752,08	53102,29	-4,8

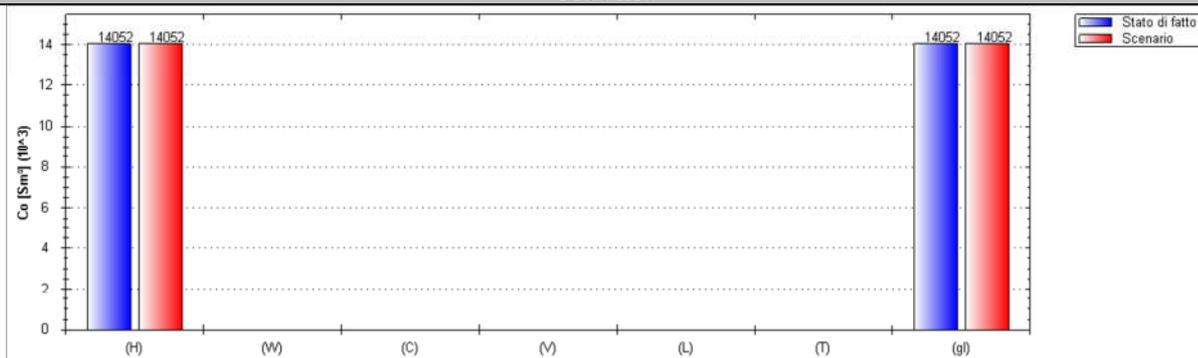
Legenda:

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.

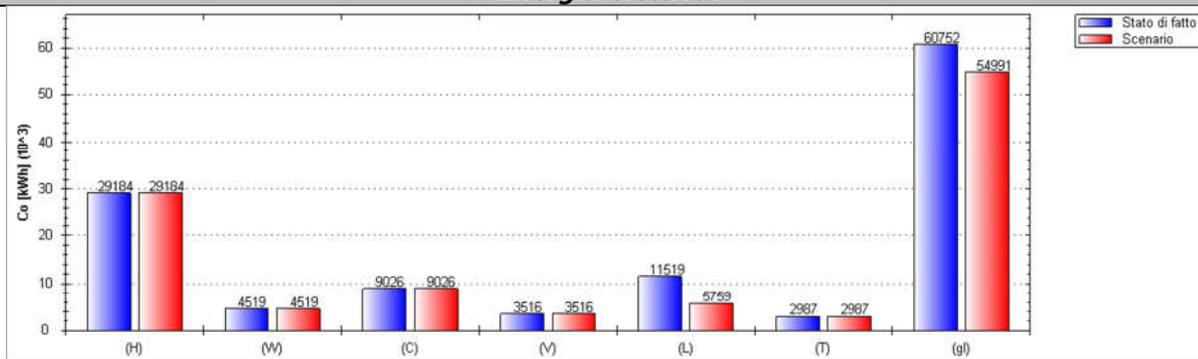
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



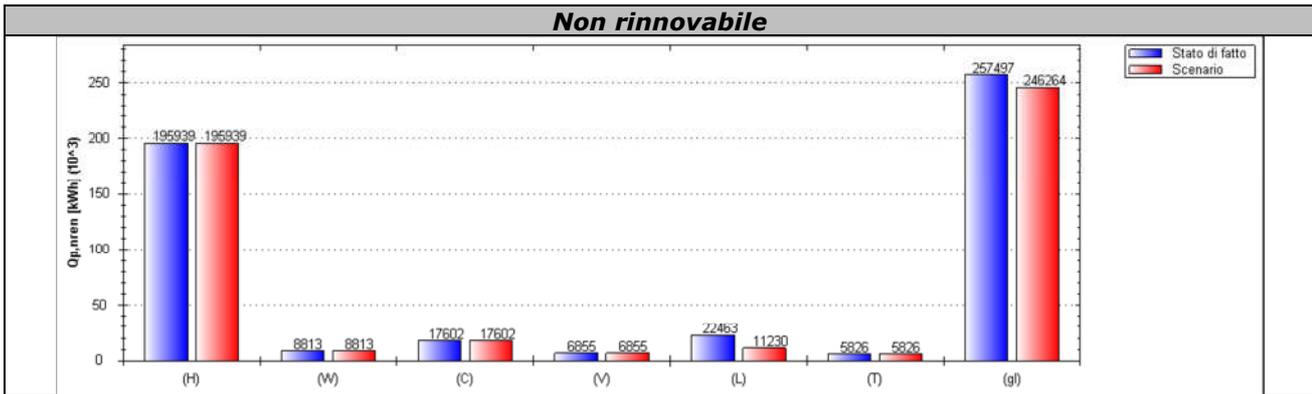
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	14052	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	14052	14052	0,0

Energia elettrica

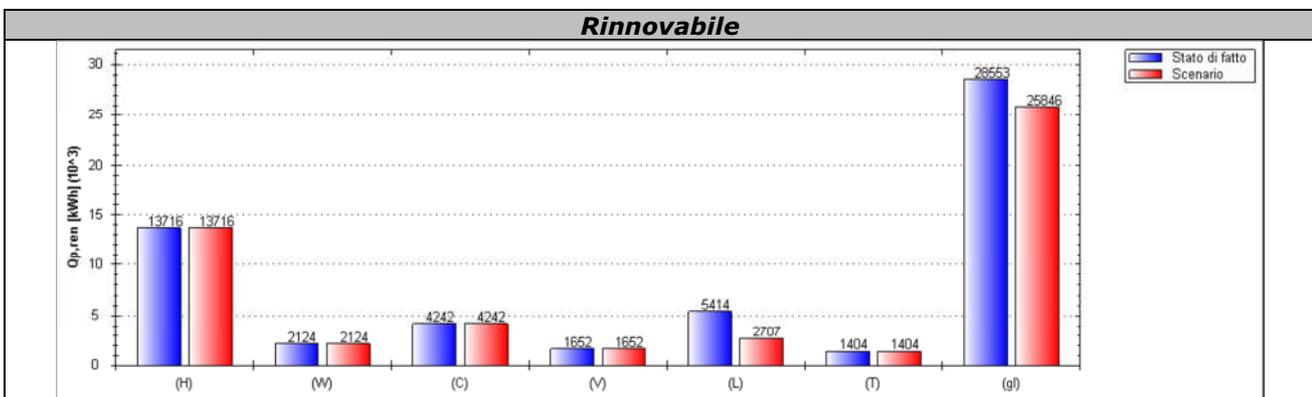


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	29184	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	9026	0,0
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	5759	-50,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale (gl)	60752	54991	-9,5

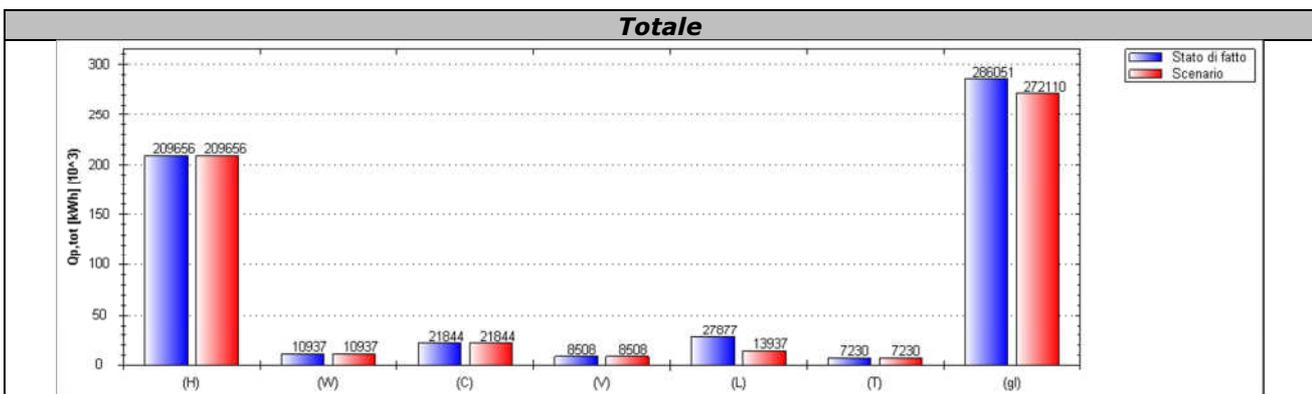
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195939	195939	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	8813	8813	0,0
Raffrescamento (C)	17602	17602	0,0
Ventilazione (V)	6855	6855	0,0
Illuminazione (L)	22463	11230	-50,0
Trasporto (T)	5826	5826	0,0
Globale (gl)	257497	246264	-4,4

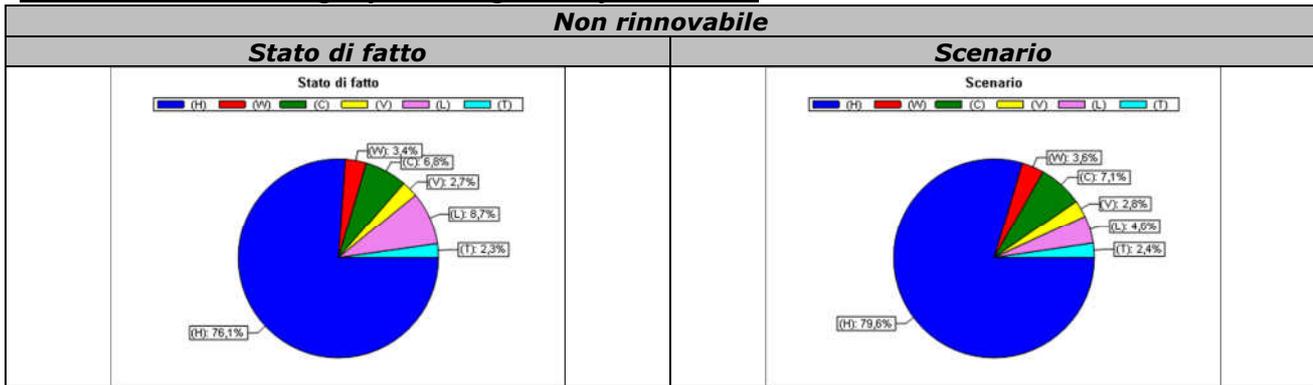


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13716	13716	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	2124	2124	0,0
Raffrescamento (C)	4242	4242	0,0
Ventilazione (V)	1652	1652	0,0
Illuminazione (L)	5414	2707	-50,0
Trasporto (T)	1404	1404	0,0
Globale (gl)	28553	25846	-9,5

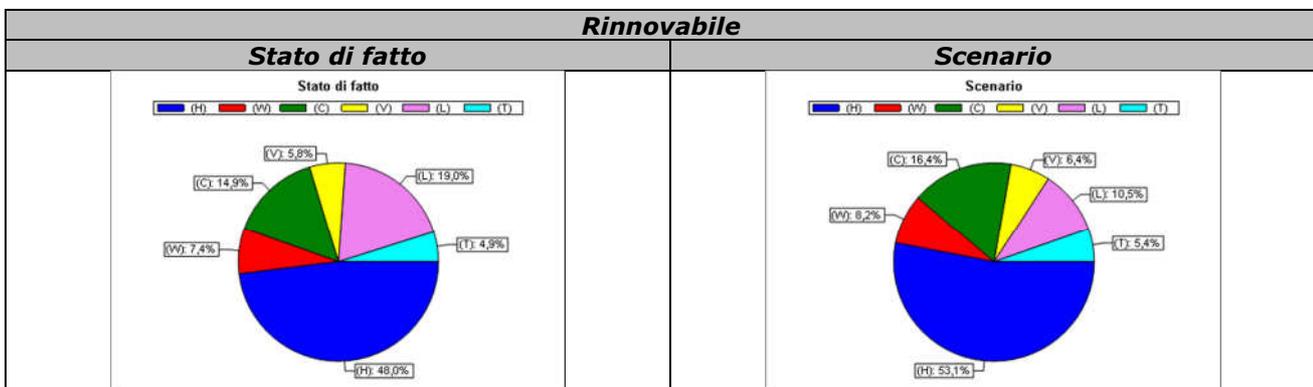


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209656	209656	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	10937	10937	0,0
Raffrescamento (C)	21844	21844	0,0
Ventilazione (V)	8508	8508	0,0
Illuminazione (L)	27877	13937	-50,0
Trasporto (T)	7230	7230	0,0
Globale (gl)	286051	272110	-4,9

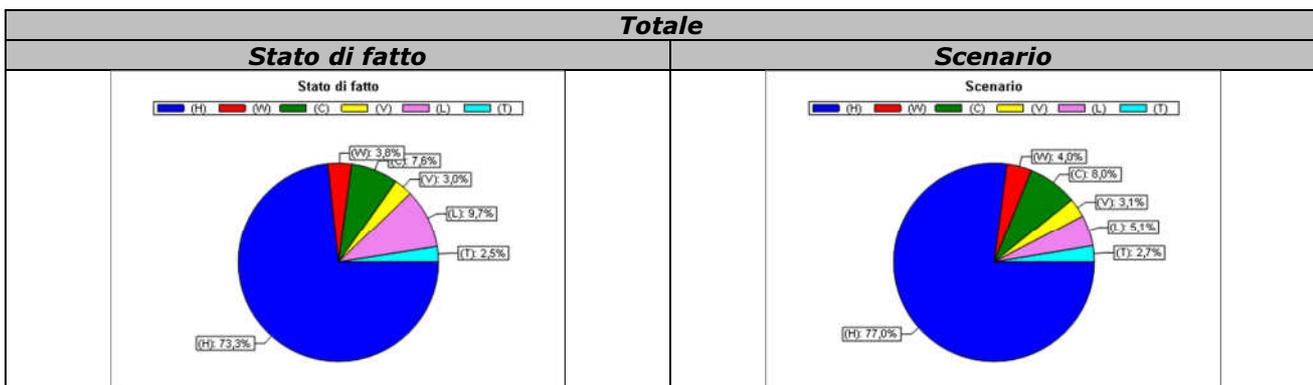
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	195939	76,1	195939	79,6
Acqua calda sanitaria (W)	8813	3,4	8813	3,6
Raffrescamento (C)	17602	6,8	17602	7,1
Ventilazione (V)	6855	2,7	6855	2,8
Illuminazione (L)	22463	8,7	11230	4,6
Trasporto (T)	5826	2,3	5826	2,4
Globale (gl)	257497	100,0	246264	100,0

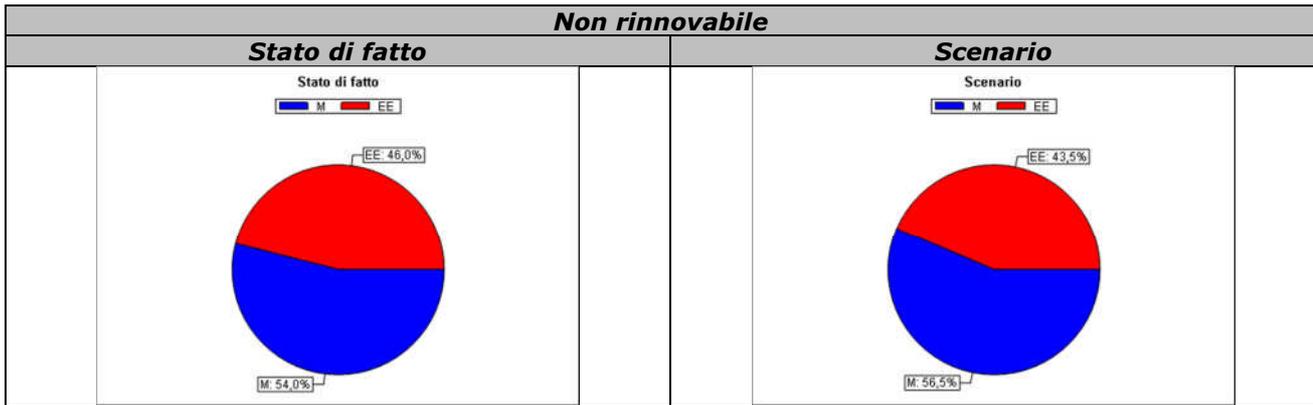


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	13716	48,0	13716	53,1
Acqua calda sanitaria (W)	2124	7,4	2124	8,2
Raffrescamento (C)	4242	14,9	4242	16,4
Ventilazione (V)	1652	5,8	1652	6,4
Illuminazione (L)	5414	19,0	2707	10,5
Trasporto (T)	1404	4,9	1404	5,4
Globale (gl)	28553	100,0	25846	100,0

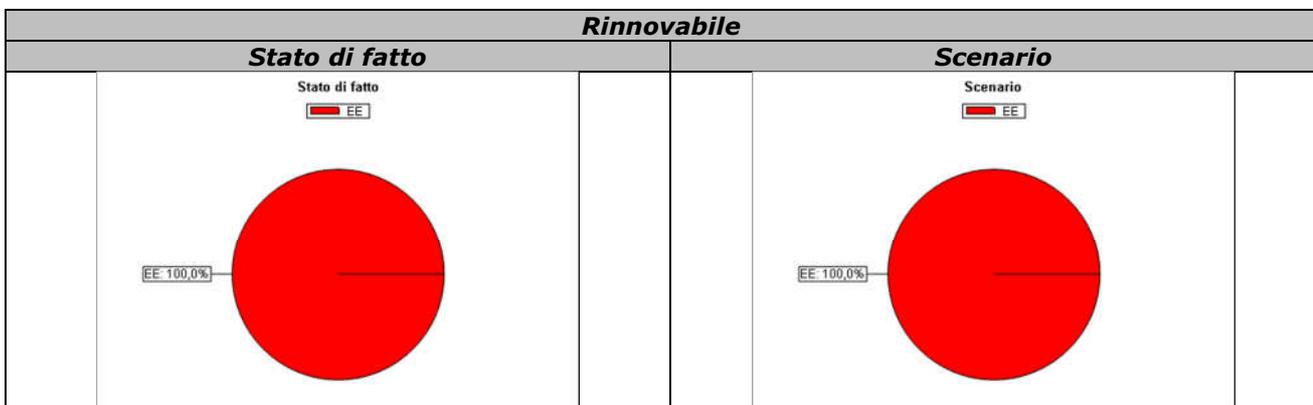


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	209656	73,3	209656	77,0
Acqua calda sanitaria (W)	10937	3,8	10937	4,0
Raffrescamento (C)	21844	7,6	21844	8,0
Ventilazione (V)	8508	3,0	8508	3,1
Illuminazione (L)	27877	9,7	13937	5,1
Trasporto (T)	7230	2,5	7230	2,7
Globale (gl)	286051	100,0	272110	100,0

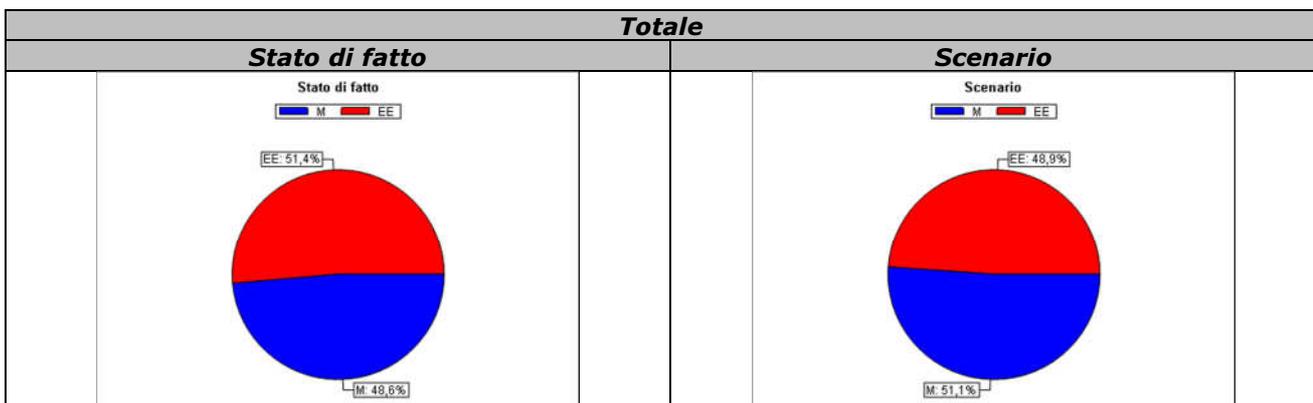
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	54,0	139031	56,5
Energia elettrica (EE)	118466	46,0	107233	43,5
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	257497	100,0	246264	100,0

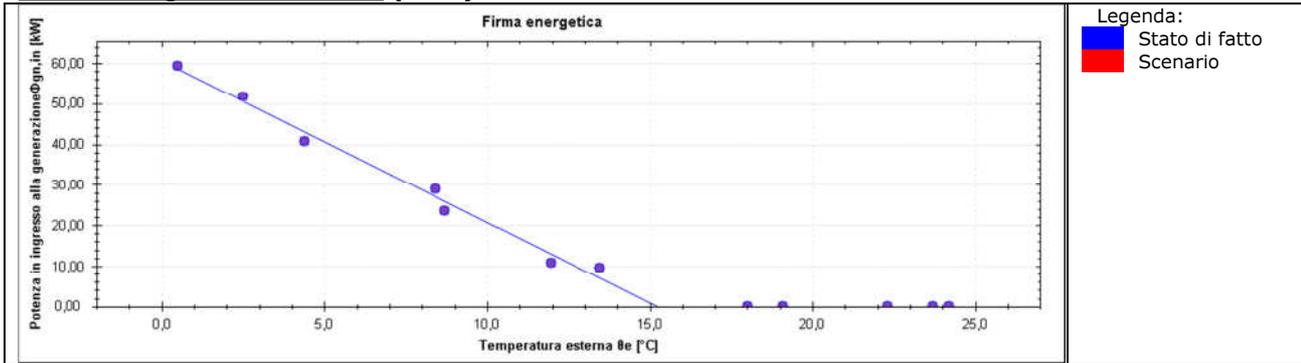


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	28553	100,0	25846	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	28553	100,0	25846	100,0



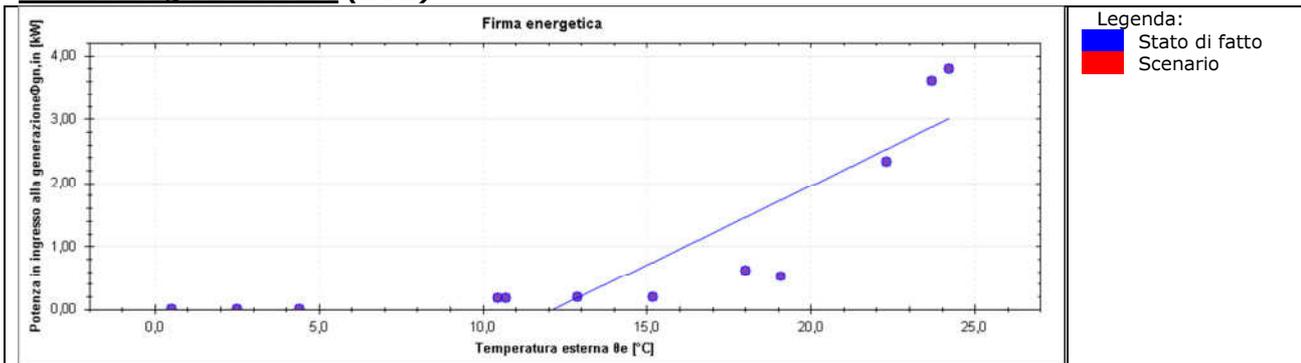
Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	48,6	139031	51,1
Energia elettrica (EE)	147019	51,4	133079	48,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	286051	100,0	272110	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	31	44209	59,42	31	44209	59,42
febbraio	4,4	28	27467	40,87	28	27467	40,87
marzo	8,7	31	17603	23,66	31	17603	23,66
aprile	12,0	15	3946	10,96	15	3946	10,96
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,7	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,1	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,4	17	3889	9,53	17	3889	9,53
novembre	8,4	30	20852	28,96	30	20852	28,96
dicembre	2,5	31	38557	51,82	31	38557	51,82
TOTALE		183	156524	225	183	156524	225

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	4,4	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	10,5	12	53	0,18	12	53	0,18
aprile	12,9	30	143	0,20	30	143	0,20
maggio	18,0	31	464	0,62	31	464	0,62
giugno	22,3	30	1683	2,34	30	1683	2,34
luglio	24,2	31	2832	3,81	31	2832	3,81
agosto	23,7	31	2689	3,61	31	2689	3,61
settembre	19,1	30	381	0,53	30	381	0,53
ottobre	15,2	31	148	0,20	31	148	0,20
novembre	10,7	11	48	0,18	11	48	0,18
dicembre	2,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		237	8442	12	237	8442	12

Legenda:

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

6.4 Scenario cumulativo

Caratteristiche intervento

L'intervento prevede la realizzazione simultanea degli interventi precedentemente analizzati: coibentazione della copertura con 12 cm di polistirene sinterizzato, sostituzione dei ventilconvettori e regolazione separata della zona dei vigili ed infine sostituzione delle lampade a fluorescenza con LED. L'intervento rispetta le caratteristiche tecniche richieste per l'ottenimento dei contributi secondo il DM 16.02:2016 Conto termico 2.0. I costi sono al netto dell'IVA.

Dati generali

Numero	4		
Descrizione	Scenario cumulativo		
Lavoro di riferimento	C:\Users\utente\Documents\2-AESS\05_DE Soliera\Soliera municipio misure MIX.E0001		
Costo stimato	C	114675,00	€
Contributo CT 2.0	CT2.0	50.457,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{el}	4042,58	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	28,4	anni
Tempo di ritorno semplice con contributo		15,89	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{el,nren}$	42,20	kWh ₀ /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	F		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
4	Coibentazione della copertura, ventilconvettori e separazione zona vigili, sostituzione lampade con led.	114675,00

6.4.1 Descrizione

Dati generali

Intervento	4		
Descrizione	Coibentazione della copertura, ventilconvettori e separazione zona vigili, sostituzione lampade con led.		
Costo stimato	C	114675,00	€

1.2.2 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	9489	-32,5
Globale	14052	9489	-32,5
Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28460	-2,5
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	8645	-4,2
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	5759	-50,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale	60752	53886	-11,3

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19451,43	15322,90	-21,2
Acqua calda sanitaria (W)	1129,84	1129,84	0,0
Raffrescamento (C)	2256,60	2161,30	-4,2

Ventilazione (V)	878,88	878,88	0,0
Illuminazione (L)	2879,85	1439,75	-50,0
Trasporto (T)	746,86	746,86	0,0
Globale	27343,46	21679,54	-20,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	114675,00
Contributo CT 2.0 [€]	50.457,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	4042,58
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	28,4
Tempo di ritorno semplice con contributo [anni]	15,89

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	95,0	95,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	99,5	5,9
Distribuzione di utenza (η_{du})	93,7	93,7	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,7	94,2	-0,5
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,7	89,4	-0,4
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,6	89,3	-0,4

Riscaldamento aerulico (H_{aer})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	91,3	92,7	1,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	85,3	85,1	-0,3
Valore limite (η_{lim})	60,1	-	-

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	98,0	98,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	94,0	94,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	84,8	84,0	-1,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	229,0	229,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	117,0	117,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,3	94,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	143,8	135,2	-5,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	115,8	109,0	-5,9
Valore limite (η_{lim})	117,7	-	-

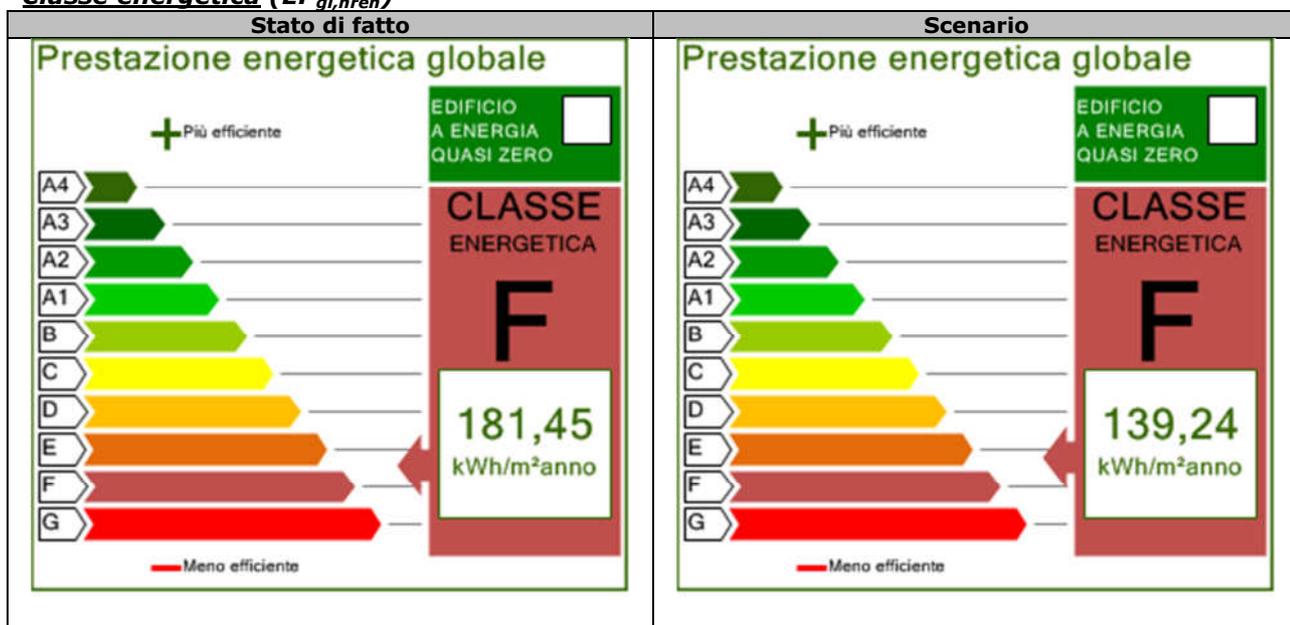
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	128,98	99,85	-22,6	32,60
Raffrescamento (C)	18,24	16,44	-9,9	17,93

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	141,27	107,70	-23,8
Acqua calda sanitaria (W)	6,35	6,35	0,0
Raffrescamento (C)	12,69	12,15	-4,2
Ventilazione (V)	4,94	4,94	0,0
Illuminazione (L)	16,20	8,10	-50,0
Trasporto (T)	4,20	4,20	0,0
Globale (gl)	185,65	143,44	-22,7
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	9,89	9,64	-2,5
Acqua calda sanitaria (W)	1,53	1,53	0,0
Raffrescamento (C)	3,06	2,93	-4,2
Ventilazione (V)	1,19	1,19	0,0
Illuminazione (L)	3,90	1,95	-50,0
Trasporto (T)	1,01	1,01	0,0
Globale (gl)	20,59	18,26	-11,3
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	151,16	117,34	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	7,89	7,89	0,0
Raffrescamento (C)	15,75	15,08	-4,2
Ventilazione (V)	6,13	6,13	0,0
Illuminazione (L)	20,10	10,05	-50,0
Trasporto (T)	5,21	5,21	0,0
Globale (gl)	206,24	161,70	-21,6
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	103,93	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	6,5	8,2	26,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (H + W + C)	8,3	10,1	21,7	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (gl)	10,0	11,3	13,0	-

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)	41230,73	31867,56	-22,7
Acqua calda sanitaria (W)	2078,90	2078,90	0,0
Raffrescamento (C)	4152,15	3976,80	-4,2
Ventilazione (V)	1617,14	1617,14	0,0
Illuminazione (L)	5298,92	2649,14	-50,0
Trasporto (T)	1374,23	1374,23	0,0
Globale (gl)	55752,08	43563,77	-21,9

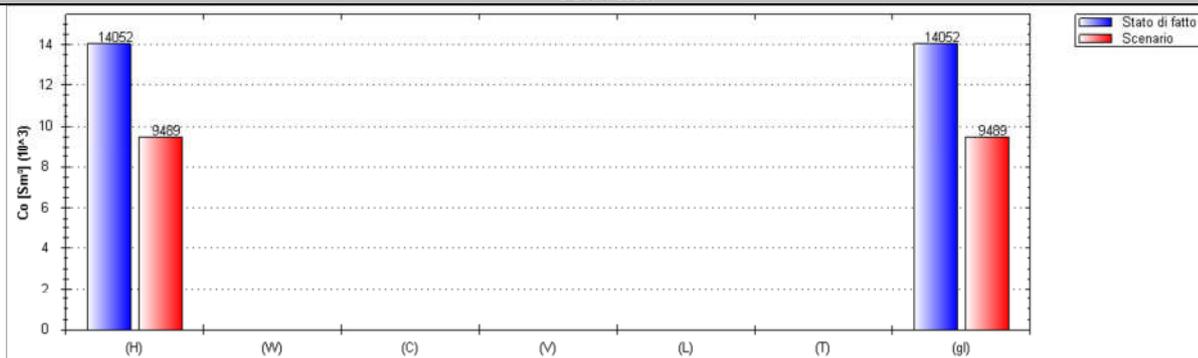
Legenda:

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

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

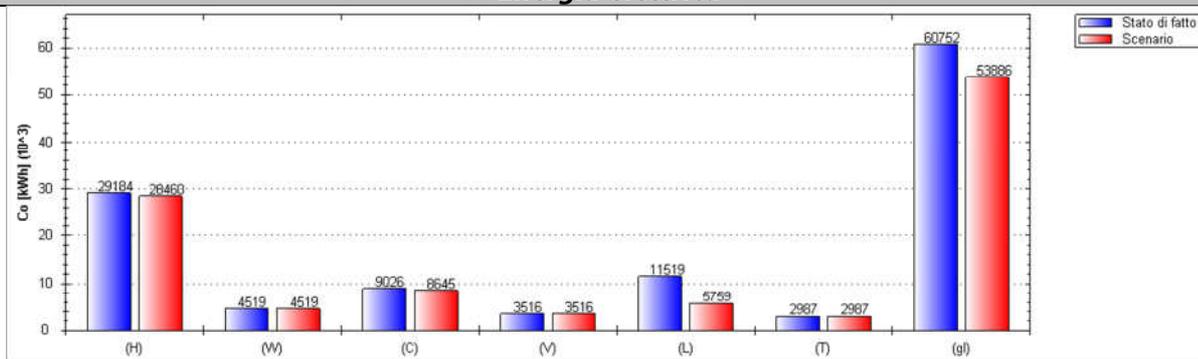
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



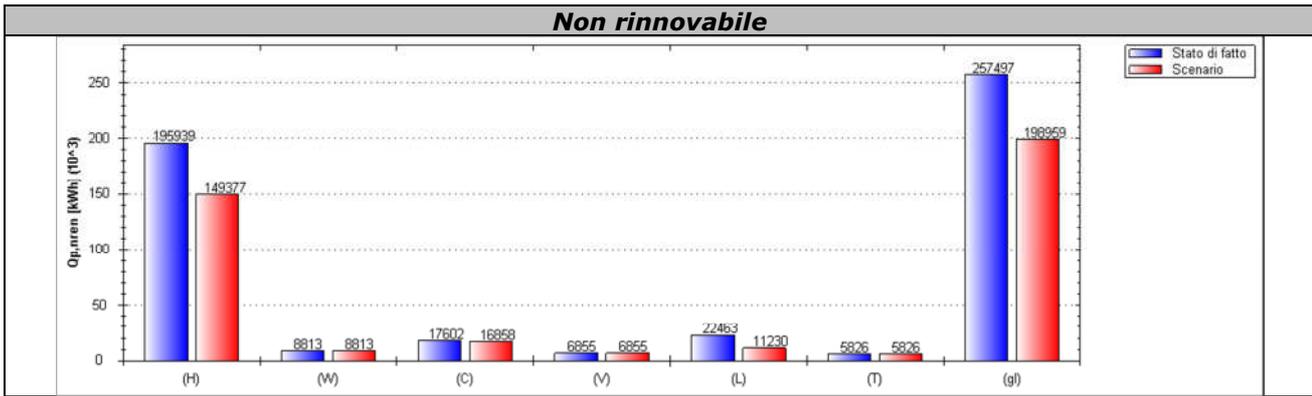
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14052	9489	-32,5
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	14052	9489	-32,5

Energia elettrica

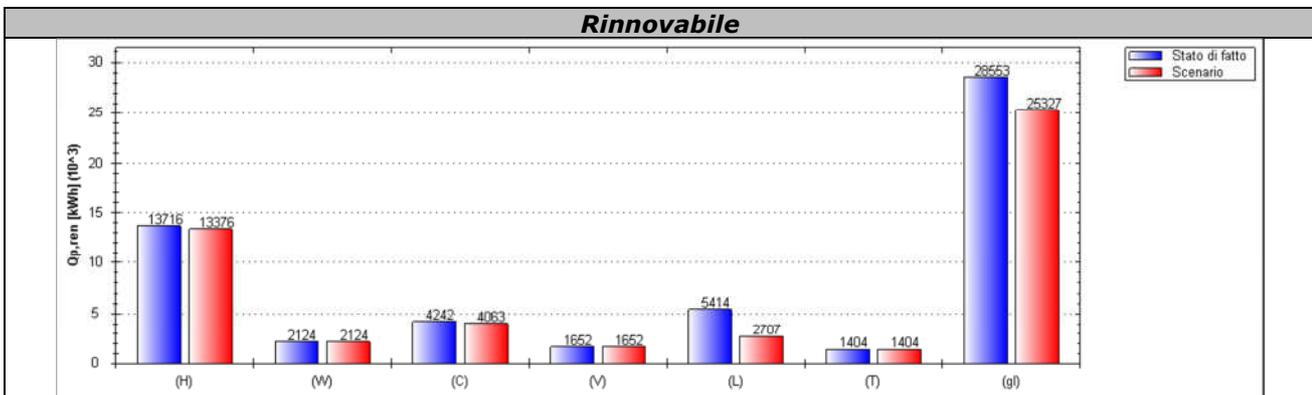


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	29184	28460	-2,5
Acqua calda sanitaria (W)	4519	4519	0,0
Raffrescamento (C)	9026	8645	-4,2
Ventilazione (V)	3516	3516	0,0
Illuminazione (L)	11519	5759	-50,0
Trasporto (T)	2987	2987	0,0
Globale (gl)	60752	53886	-11,3

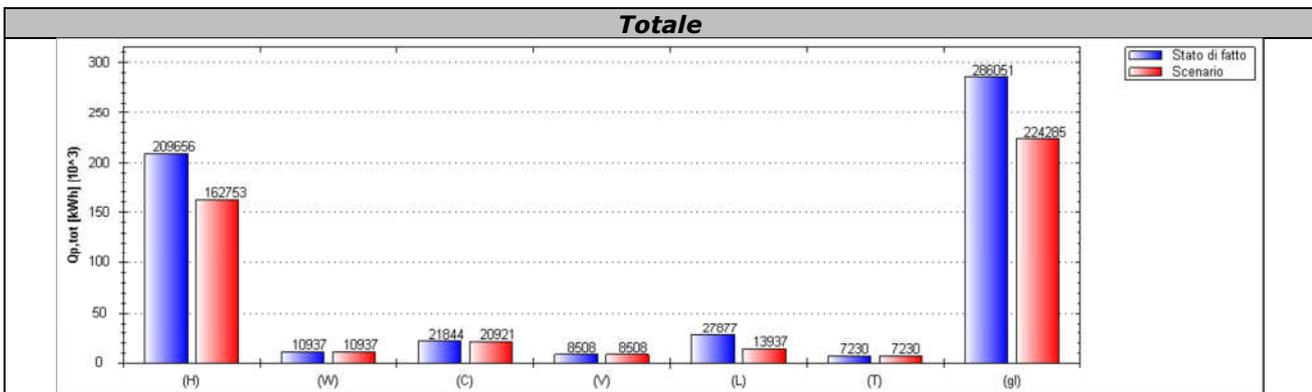
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	195939	149377	-23,8
Acqua calda sanitaria (W)	8813	8813	0,0
Raffrescamento (C)	17602	16858	-4,2
Ventilazione (V)	6855	6855	0,0
Illuminazione (L)	22463	11230	-50,0
Trasporto (T)	5826	5826	0,0
Globale (gl)	257497	198959	-22,7

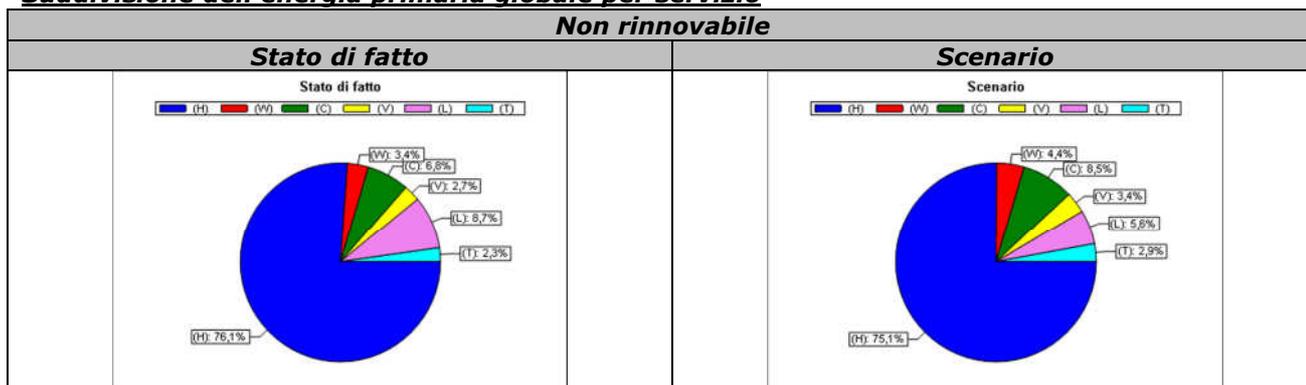


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	13716	13376	-2,5
Acqua calda sanitaria (W)	2124	2124	0,0
Raffrescamento (C)	4242	4063	-4,2
Ventilazione (V)	1652	1652	0,0
Illuminazione (L)	5414	2707	-50,0
Trasporto (T)	1404	1404	0,0
Globale (gl)	28553	25327	-11,3

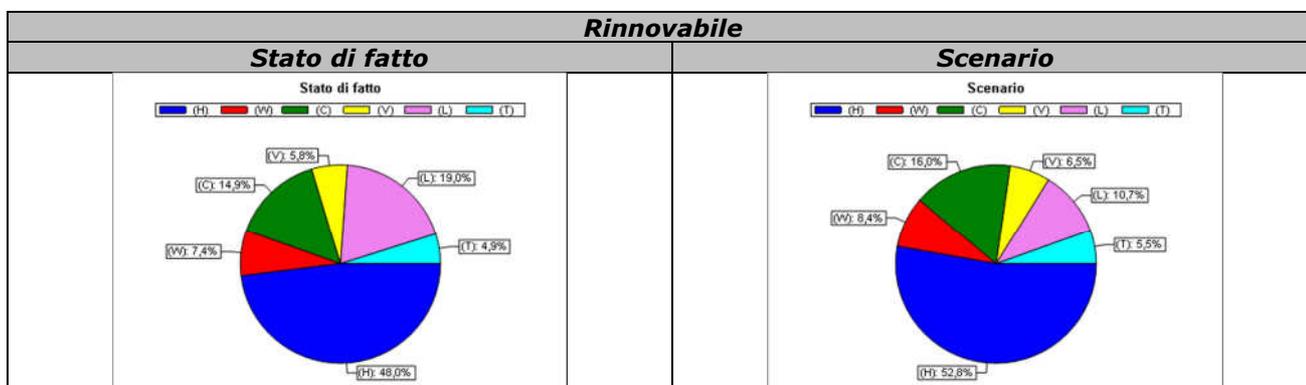


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	209656	162753	-22,4
Acqua calda sanitaria (W)	10937	10937	0,0
Raffrescamento (C)	21844	20921	-4,2
Ventilazione (V)	8508	8508	0,0
Illuminazione (L)	27877	13937	-50,0
Trasporto (T)	7230	7230	0,0
Globale (gl)	286051	224285	-21,6

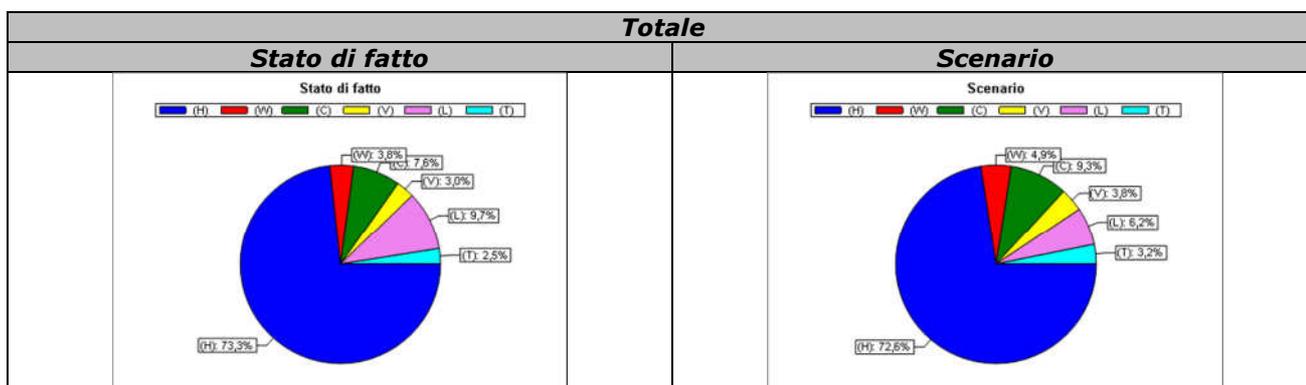
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	195939	76,1	149377	75,1
Acqua calda sanitaria (W)	8813	3,4	8813	4,4
Raffrescamento (C)	17602	6,8	16858	8,5
Ventilazione (V)	6855	2,7	6855	3,4
Illuminazione (L)	22463	8,7	11230	5,6
Trasporto (T)	5826	2,3	5826	2,9
Globale (gl)	257497	100,0	198959	100,0

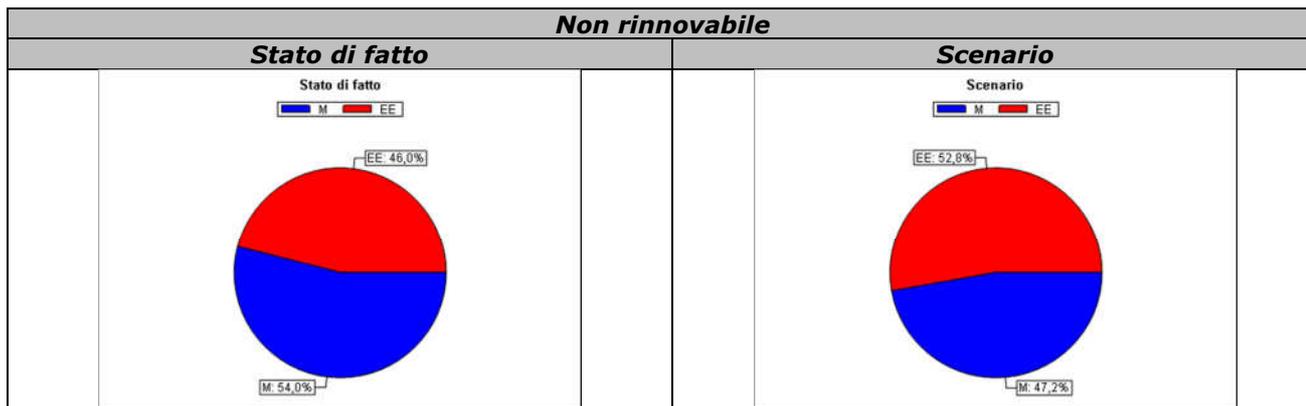


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	13716	48,0	13376	52,8
Acqua calda sanitaria (W)	2124	7,4	2124	8,4
Raffrescamento (C)	4242	14,9	4063	16,0
Ventilazione (V)	1652	5,8	1652	6,5
Illuminazione (L)	5414	19,0	2707	10,7
Trasporto (T)	1404	4,9	1404	5,5
Globale (gl)	28553	100,0	25327	100,0

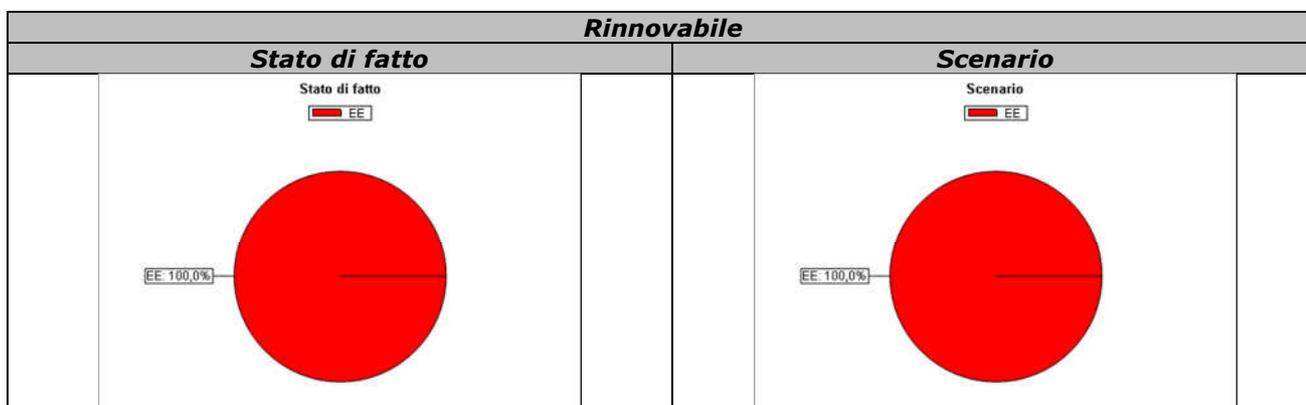


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	209656	73,3	162753	72,6
Acqua calda sanitaria (W)	10937	3,8	10937	4,9
Raffrescamento (C)	21844	7,6	20921	9,3
Ventilazione (V)	8508	3,0	8508	3,8
Illuminazione (L)	27877	9,7	13937	6,2
Trasporto (T)	7230	2,5	7230	3,2
Globale (gl)	286051	100,0	224285	100,0

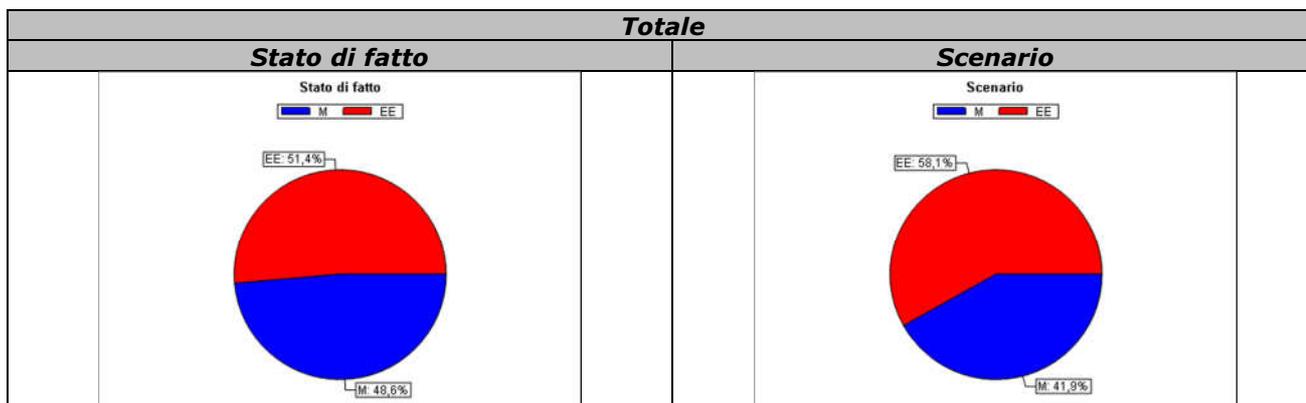
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	54,0	93880	47,2
Energia elettrica (EE)	118466	46,0	105078	52,8
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	257497	100,0	198959	100,0

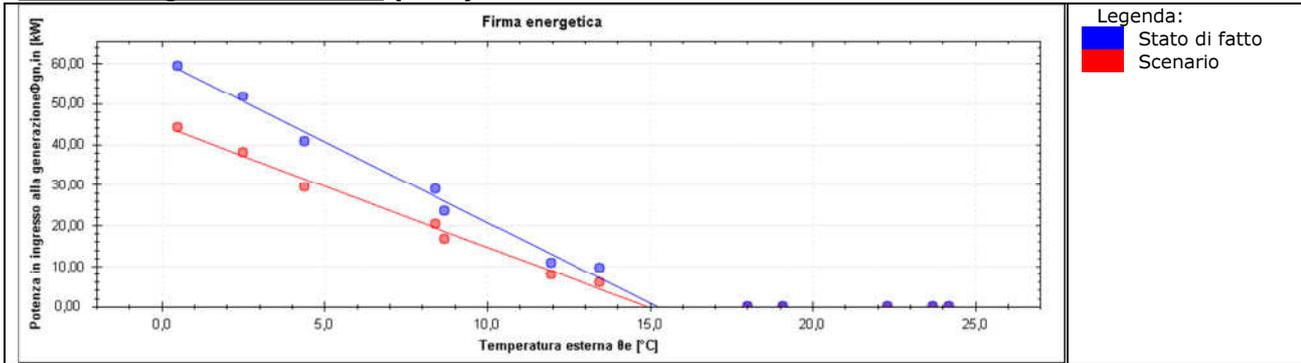


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	28553	100,0	25327	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	28553	100,0	25327	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	139031	48,6	93880	41,9
Energia elettrica (EE)	147019	51,4	130405	58,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	286051	100,0	224285	100,0

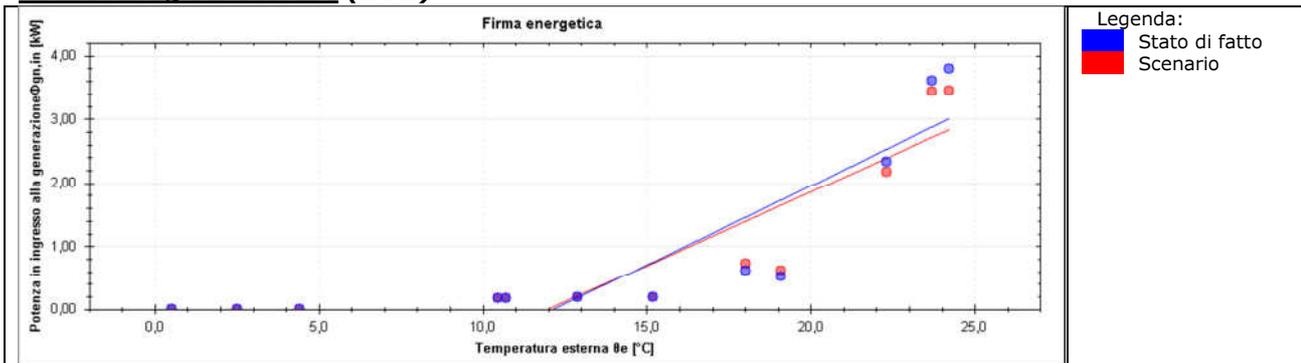
Firma energetica invernale (24 h)



Legenda:
■ Stato di fatto
■ Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	31	44209	59,42	31	32927	44,26
febbraio	4,4	28	27467	40,87	28	19831	29,51
marzo	8,7	31	17603	23,66	31	12417	16,69
aprile	12,0	15	3946	10,96	15	2877	7,99
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,7	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,1	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	13,4	17	3889	9,53	17	2472	6,06
novembre	8,4	30	20852	28,96	30	14715	20,44
dicembre	2,5	31	38557	51,82	31	28285	38,02
TOTALE		183	156524	225	183	113523	163

Firma energetica estiva (24 h)



Legenda:
■ Stato di fatto
■ Scenario

Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,gen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	0,5	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	4,4	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	10,5	12	53	0,18	12	53	0,18
aprile	12,9	30	143	0,20	30	144	0,20
maggio	18,0	31	464	0,62	31	541	0,73
giugno	22,3	30	1683	2,34	30	1571	2,18
luglio	24,2	31	2832	3,81	31	2572	3,46
agosto	23,7	31	2689	3,61	31	2561	3,44
settembre	19,1	30	381	0,53	30	447	0,62
ottobre	15,2	31	148	0,20	31	148	0,20
novembre	10,7	11	48	0,18	11	48	0,18
dicembre	2,5	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		237	8442	12	237	8085	11

Legenda:

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