



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PI)

PROGETTO ESECUTIVO
Ristrutturazione Edifici Scolastici - Lotto II
Sostituzione infissi scuola elementare Montecalvoli



Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Maurizio Iannotta

Progettista

Ing. Paolo Bartolucci

Oggetto

DIAGNOSI ENERGETICA

Collaboratori

Ing. Fabio Mercadante
Geom. Lorenzo Pagni
Per.Inf. Gilles Giannoni
Ing. Emanuele Pacini

Rev.	Data	Descrizione
0	30/06/2019	Prima emissione

PROGETTO ESECUTIVO

data di emissione

30/06/2019

nome file

ES_18_02_L2_E_RT_01_Diagnosi energetica.dwg

eseguito

verificato

approvato

scala

-

elaborato

RT_01

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 *Comune di Santa Maria a Monte (PI)*
Indirizzo *Piazza Della Vittoria n° 47, 56020 -
Santa Maria a Monte (PI)*

Edificio / condominio

Descrizione *Scuola elementare*
Indirizzo *Via Del Cimitero n° 1, località
Montecalvoli*

Studio tecnico

Nome *Dott. Ing. Paolo Bartolucci*
Indirizzo *Via Borgo d'Arena n. 43, località Marti,
56020 - Montopoli in Val d'Arno (PI)*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 8.18.39 ed
EC720 versione 4.18.15*
Data di redazione del documento *26/06/2019*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici
4.2	Caratteristiche del fabbricato
4.2.1	Strutture disperdenti
4.2.2	Principali risultati dei calcoli
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	Impianto di riscaldamento idronico
4.3.2	Impianto di acqua calda sanitaria
4.3.3	Altri impianti
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Anno 2015
5.2	Anno 2016
5.3	Anno 2017
5.4	Stagione media
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Sostituzione di infissi
6.1.1	Sostituzione di infissi
6.1.2	Prestazioni raggiungibili
6.2	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato
6.2.1	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato
6.2.2	Prestazioni raggiungibili
6.3	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp
6.3.1	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp
6.3.2	Prestazioni raggiungibili
6.4	Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp
6.4.1	Sostituzione di infissi
6.4.2	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato
6.4.3	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp
6.4.4	Prestazioni raggiungibili
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Sostituzione di infissi
7.2	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato
7.3	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp
7.4	Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp

1 PREMESSA

Per "diagnosi energetica" di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un'adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un'analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge (es. sostituzione di un generatore di potenza superiore ad 1 kWt, distacco dall'impianto termico centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore).

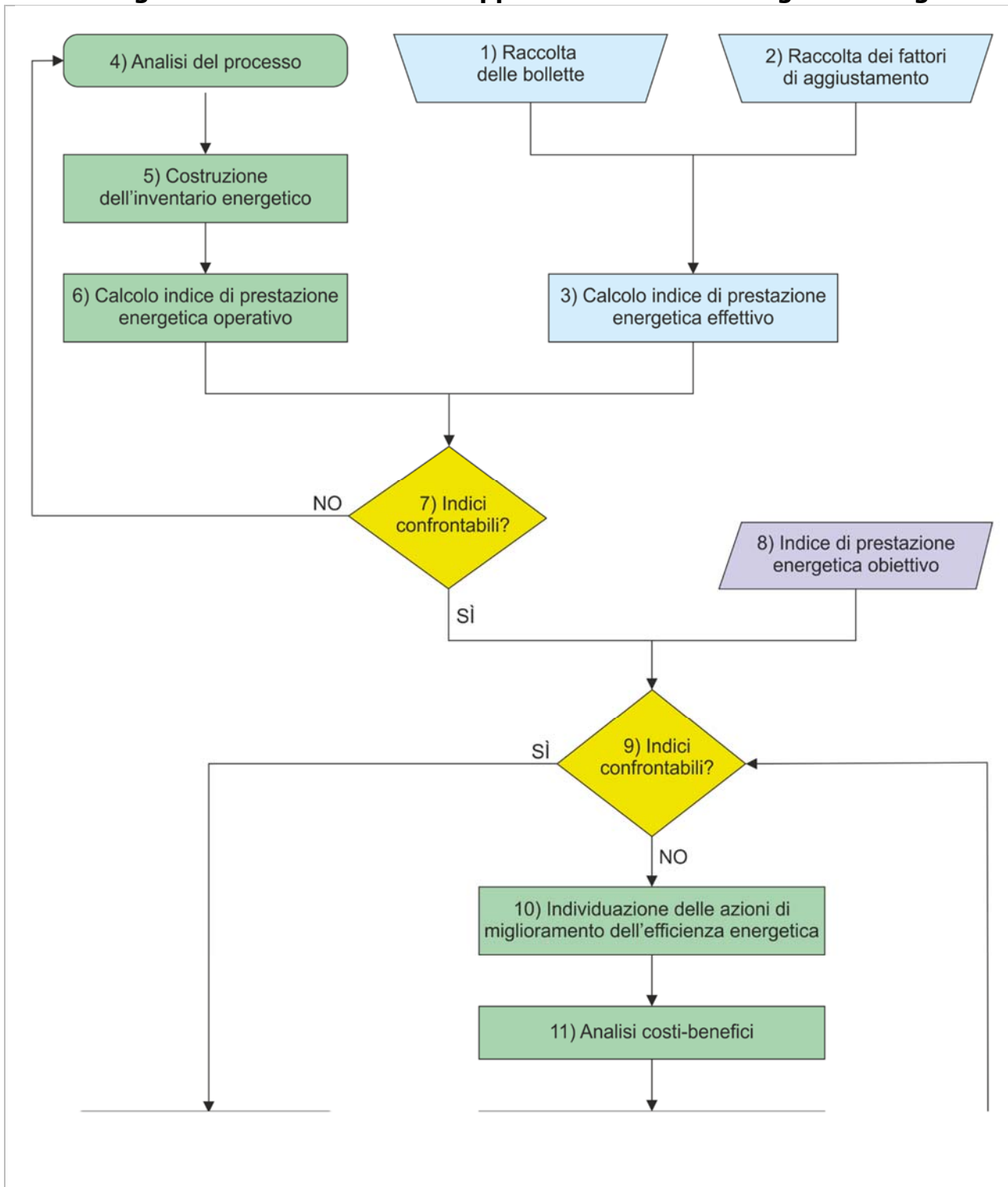
Modalità operative

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

Metodologie di calcolo

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

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>Scuola elementare</i>
Comune	<i>Santa Maria a Monte</i>
Provincia	<i>Pisa</i>
CAP	<i>56020</i>
Indirizzo edificio	<i>Via Del Cimitero n° 1, località Montecalvoli</i>
Zona climatica	<i>D</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>1916</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>1</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '60</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio oggetto d'intervento è ubicato in via Del Cimitero n. 1, 56020 Montecalvoli. Montecalvoli è una frazione del Comune di Santa Maria a Monte, nella Provincia di Pisa ed il suo territorio è quello tipico del Valdarno Inferiore. Il paese, posto sul colle, comprende le due vallate verso nord e verso sud. Confina con i comuni di Pontedera, Calcinaia e Bientina; mentre, all'interno del comune di Santa Maria a Monte, confina con il capoluogo stesso e con i territori delle frazioni di Ponticelli e San Donato. La frazione dista circa 4 km dal capoluogo comunale e circa 26 km da Pisa. La fascia climatica secondo il D.P.R n.412 del 26 agosto 1993 è la D.

La destinazione d'uso dell'immobile in oggetto è artigianale.

La classificazione secondo il D.P.R n.412 del 26 agosto 1993 è la E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	941,58	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	1094,06	m ²
Volume netto	V _{netto}	4128,90	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	5501,15	m ³
Fattore di forma	S/V	0,41	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

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

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	EP _{gl,nren}	141,19	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S _{gl}	12678,51	€/anno

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

Raccomandazioni

Scenario	1	Descrizione scenario	Sostituzione di infissi	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
1	Sostituzione di infissi			-
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		72663,46		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]	12263,11	11002,85	1260,26	10,30
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		57,7		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]	141,19	124,24	16,95	12,00
Classe energetica	E	E		

Scenario	2	Descrizione scenario	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
1	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato			-
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		53144,79		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]	12263,11	10199,29	2063,83	16,80
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		25,8		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]	141,19	113,43	27,76	19,70
Classe energetica	E	E		

Scenario	3	Descrizione scenario	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp	
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]
1	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp			-
Parametri di valutazione	Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]		17792,88		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]	12263,11	10441,94	1821,17	14,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]		9,8		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]	141,19	125,93	15,26	10,80
Classe energetica	E	E		

Scenario	4	Descrizione scenario	<i>Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	<i>Sostituzione di infissi</i>			0,00	
2	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>			0,00	
3	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>			0,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			129928,31		
Spesa globale annua (S _{gl}) [€/anno]		12263,11	7316,11	4947,01	40,30
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			26,3		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		141,19	83,91	57,28	40,60
Classe energetica		E	C		

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 4.18.15 (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)

Per il calcolo energetico sono stati adottati i seguenti parametri:

dati climatici:

Comune: Santa Maria a Monte (PI)

Gradi Giorno: 2216 (DPR 26/8/93 n.412)

Altitudine: 295 m s.l.m.

Latitudine: 43°48'

Longitudine: 11°17'

Modalità di calcolo adottata: A3 (Tailored Rating).

Stagioni di calcolo

Energia invernale			
Stagione di riscaldamento		Convenzionale	
Dal	01 novembre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})		166	
Energia estiva			
Stagione di raffrescamento		Reale	
Dal	21 aprile	Al	30 settembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		163	

Fattori di conversione in energia primaria ed altri parametri

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t,el}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t,el}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t,el}]	f_{CO2} [kg/kWh _{t,el}]	c [€/kWh _{el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460	0,25
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-	-

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

Valori limite

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

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Santa Maria a Monte		
Provincia	Pisa		
Altitudine s.l.m.		56	m
Latitudine nord		43°41'	
Longitudine est		10°41'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	1916	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	1870	°Cg
Zona climatica		D	
Regione di vento		TIRRENICO - SICILIA	
Direzione del vento prevalente		Est	
Distanza da mare		< 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	0,96	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	1,92	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-0,2	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		285,9	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
θ _e [°C]	6,9	7,5	9,6	12,7	16,9	20,6	23,2	23,3	18,5	16,2	10,9	6,8
n _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	-	30	31
GG _{calc} [°Cg]	406	350	322	110	-	-	-	-	-	-	273	409
p [Pa]	680,4	826,3	1006,1	1121,8	1553,7	1908,8	1811,5	1998,1	1333,8	1576,3	1151,2	848,0

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,8	2,6	3,9	5,9	8,6	10,1	10,1	7,4	4,7	3,0	1,9	1,4
NE	2,0	3,4	5,6	8,6	11,7	12,7	13,4	10,6	7,2	4,2	2,3	1,5
E	4,4	6,8	8,8	11,7	14,2	14,7	15,9	13,7	10,8	7,6	5,4	4,1
SE	7,6	10,1	10,8	12,3	13,2	12,9	14,1	13,5	12,3	10,5	9,1	8,0
S	9,7	12,1	11,3	11,0	10,7	10,3	11,2	11,5	11,9	11,9	11,5	10,5
SO	7,6	10,1	10,8	12,3	13,2	12,9	14,1	13,5	12,3	10,5	9,1	8,0
O	4,4	6,8	8,8	11,7	14,2	14,7	15,9	13,7	10,8	7,6	5,4	4,1
NO	2,0	3,4	5,6	8,6	11,7	12,7	13,4	10,6	7,2	4,2	2,3	1,5
Orizzontale	5,4	8,7	12,3	17,3	21,9	23,1	24,7	20,6	15,4	10,1	6,6	4,8

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

L'edificio si sviluppa su n° 2 piani fuori terra, piano terra e piano primo, per un'altezza interna dei locali variabile da 3,15 m a 4,55 m. Esso è costruito con struttura in muratura portante costituita da pareti portanti interne ed esterne in mattoni pieni. Le pareti perimetrali esterne sono state realizzate con mattoni pieni disposti su più file, hanno spessore totale di circa 37,5 cm e sono intonacate su ambo i lati con malta di calce e o di calce e cemento. Il pavimento contro terra è costituito da un vespaio in pietrame dello spessore di circa 30 cm, dotato di prese di aerazione esterne, con soprastanti gettata di livellamento in calcestruzzo magro, massetto ripartitore in calcestruzzo e pavimentazione. I divisori interni sono stati realizzati in parte con struttura in mattoni pieni intonacati su ambo i lati ed in parte con blocchi in laterizio forato anch'essi intonacati su ambo i lati. Il solaio interpiano è realizzato in latero-cemento, con pignatte in laterizio forato inframezzate da travetti in calcestruzzo armato e sovrastante getto in calcestruzzo armato avente funzione strutturale; al di sopra di quest'ultimo sono presenti il massetto portaimpanti e la pavimentazione. I locali del piano primo e parte della zona adibita a refettorio del piano terra confinano superiormente con un sottotetto non abitabile e non riscaldato. Il solaio confinante con il sottotetto non riscaldato è anch'esso realizzato con struttura in latero-cemento analoga a quella del solaio interpiano, ma senza la presenza del massetto portaimpanti e della pavimentazione. Il solaio di copertura a falde è costituito da una struttura in tavelloni con sovrastante getto in calcestruzzo armato. Il soprastante manto di copertura è costituito da tegole alla marsigliese.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

L'edificio in questione presenta due diverse tipologie d'infissi che delimitano il volume riscaldato dall'esterno. La maggior parte sono costruiti con telaio in legno avente spessore di circa 5 cm e vetri singoli di spessore molto ridotto. I secondi, di più recente installazione, consistono in n° 3 porte di emergenza dotate anch'esse di telaio in legno e doppio vetro del tipo 4+12+4 con maniglioni antipanico. Non sono presenti sistemi schermanti esterni e, nella maggior parte dei locali, gli infissi presentano sistemi schermanti interni consistenti in tende in tessuto colorato.

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete perimetrale esterna - 40cm	1,405	644,15	40843,5	26,0	6983,0	27,5	14122,7	36,3
M2	T	Parete perimetrale esterna - 24cm	1,972	19,58	1742,5	1,1	302,5	1,2	549,1	1,4
M3	T	Parete perimetrale esterna - 20cm	2,184	143,83	14181,1	9,0	2431,8	9,6	4293,0	11,0
M4	T	Parete perimetrale esterna - 30cm	1,679	92,79	7033,4	4,5	1214,7	4,8	1064,6	2,7
M5	U	Parete vs. centrale termica - 20cm	1,857	22,82	1534,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	U	Parete vs. centrale termica - 29cm	1,506	16,60	905,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				939,77	66239,7	42,2	10932,1	43,0	20029,3	51,5

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento piano terra su vespaio	0,356	560,01	9004,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				560,01	9004,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
S3	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile	1,886	464,52	26970,7	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0
S4	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C._1	1,205	57,09	2432,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
S5	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C._2	1,205	12,42	533,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
S7	T	Solaio di copertura a falde refettorio + centrale termica	1,237	37,42	2088,7	1,3	709,5	2,8	865,0	2,2
Totale				571,45	32024,8	20,4	709,5	2,8	865,0	2,2

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	Finestra 150x265_PT	5,000	99,47	22448,4	14,3	3624,8	14,3	13278,8	34,2
W2	T	Porta 205x320_PT	5,000	13,12	2961,0	1,9	220,3	0,9	302,7	0,8
W3	T	Finestra 120x240_1_PT	5,000	28,80	6499,7	4,1	884,4	3,5	1307,1	3,4
W4	T	Finestra 70x240_1_PT	5,000	1,68	379,1	0,2	45,6	0,2	66,7	0,2
W5	T	Finestra 55x240_PT	5,000	2,65	597,4	0,4	70,4	0,3	108,7	0,3
W6	T	Finestra 120x240_2_PT	5,000	5,76	1299,9	0,8	155,3	0,6	249,1	0,6
W7	T	Finestra 120x175_PT	5,000	6,30	1421,8	0,9	229,6	0,9	346,7	0,9
W8	T	Porta 120x270_PT	2,274	3,24	332,5	0,2	47,2	0,2	163,4	0,4
W9	T	Porta 150x350_PT	2,213	5,25	524,5	0,3	84,7	0,3	762,1	2,0
W10	T	Finestra 120x240_3_PT	5,000	5,76	1299,9	0,8	177,6	0,7	242,5	0,6
W11	T	Finestra 70x240_2_PT	5,000	1,68	379,1	0,2	45,6	0,2	66,7	0,2
W12	T	Finestra 120x240_4	5,000	14,40	3249,8	2,1	432,8	1,7	803,8	2,1
W13	T	Finestra 120x240 vano scala	5,000	2,88	650,0	0,4	105,0	0,4	178,9	0,5
W14	T	Porta 130x325_P1	2,258	4,23	431,0	0,3	52,3	0,2	93,2	0,2
Totale				195,22	42474,3	27,0	6175,5	24,3	17970,3	46,2

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W_t/mK]	L_{tot} [m]	Q_{H,tr} [kWh_t]	%
Z1	-	W - Parete 40cm - Telaio	0,184	369,21	3072,1	2,0
Z2	-	W - Parete 30cm - Telaio	0,145	20,60	134,7	0,1
Z3	-	W - Parete 20cm - Telaio	0,106	43,93	210,3	0,1
Z4	-	W - Parete 24cm - Telaio	0,123	7,80	43,4	0,0
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano_1	0,181	442,50	3347,5	2,1
Z7	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,052	233,99	550,3	0,4
Totale				1118,03	7358,3	4,7

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	Parete perimetrale esterna - 40cm	1,405	644,15	20802,9	26,0	8155,6	27,6	21923,6	35,5
M2	T	Parete perimetrale esterna - 24cm	1,972	19,58	887,5	1,1	353,3	1,2	1155,6	1,9
M3	T	Parete perimetrale esterna - 20cm	2,184	143,83	7222,9	9,0	2840,1	9,6	7785,0	12,6
M4	T	Parete perimetrale esterna - 30cm	1,679	92,79	3582,3	4,5	1418,7	4,8	2946,2	4,8
M5	U	Parete vs. centrale termica - 20cm	1,857	22,82	781,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	U	Parete vs. centrale termica - 29cm	1,506	16,60	461,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				939,77	33738,0	42,2	12767,8	43,2	33810,4	54,8

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento piano terra su vespaio	0,356	560,01	4586,2	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				560,01	4586,2	5,7	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]	%
S3	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile	1,886	464,52	13737,0	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0
S4	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C._1	1,205	57,09	1238,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
S5	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C._2	1,205	12,42	271,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
S7	T	Solaio di copertura a falde refettorio + centrale termica	1,237	37,42	1063,9	1,3	828,6	2,8	2109,7	3,4
Totale				571,45	16311,2	20,4	828,6	2,8	2109,7	3,4

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	Finestra 150x265_PT	5,000	99,47	11433,7	14,3	4233,5	14,3	14219,0	23,0
W2	T	Porta 205x320_PT	5,000	13,12	1508,1	1,9	257,3	0,9	854,2	1,4
W3	T	Finestra 120x240_1_PT	5,000	28,80	3310,5	4,1	1032,8	3,5	3666,1	5,9
W4	T	Finestra 70x240_1_PT	5,000	1,68	193,1	0,2	53,3	0,2	182,5	0,3
W5	T	Finestra 55x240_PT	5,000	2,65	304,3	0,4	82,3	0,3	360,1	0,6
W6	T	Finestra 120x240_2_PT	5,000	5,76	662,1	0,8	181,4	0,6	819,9	1,3
W7	T	Finestra 120x175_PT	5,000	6,30	724,2	0,9	268,1	0,9	997,2	1,6
W8	T	Porta 120x270_PT	2,274	3,24	169,3	0,2	55,2	0,2	415,6	0,7
W9	T	Porta 150x350_PT	2,213	5,25	267,1	0,3	98,9	0,3	641,4	1,0
W10	T	Finestra 120x240_3_PT	5,000	5,76	662,1	0,8	207,4	0,7	660,1	1,1
W11	T	Finestra 70x240_2_PT	5,000	1,68	193,1	0,2	53,3	0,2	182,5	0,3
W12	T	Finestra 120x240_4	5,000	14,40	1655,3	2,1	505,4	1,7	2057,8	3,3
W13	T	Finestra 120x240_vano scala	5,000	2,88	331,1	0,4	122,6	0,4	514,7	0,8
W14	T	Porta 130x325_P1	2,258	4,23	219,5	0,3	61,1	0,2	252,2	0,4
Totale				195,22	21633,5	27,0	7212,5	24,4	25823,3	41,8

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W_t/mK]	L_{tot} [m]	Q_{C,tr} [kWh_t]	%
Z1	-	W - Parete 40cm - Telaio	0,184	369,21	1564,7	2,0
Z2	-	W - Parete 30cm - Telaio	0,145	20,60	68,6	0,1
Z3	-	W - Parete 20cm - Telaio	0,106	43,93	107,1	0,1
Z4	-	W - Parete 24cm - Telaio	0,123	7,80	22,1	0,0
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano_1	0,181	442,50	1705,0	2,1
Z7	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,052	233,99	280,3	0,4
Totale				1118,03	3747,8	4,7

Trasmittanze termiche medie

Muri						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
M1	T	Parete perimetrale esterna - 40cm	1,405	1,618	0,360	0,320
M2	T	Parete perimetrale esterna - 24cm	1,972	2,071	0,360	0,320
M3	T	Parete perimetrale esterna - 20cm	2,184	2,290	0,360	0,320
M4	T	Parete perimetrale esterna - 30cm	1,679	1,823	0,360	0,320
M5	U	Parete vs. centrale termica - 20cm	1,857	1,900	0,449	0,399
M6	U	Parete vs. centrale termica - 29cm	1,506	1,551	0,449	0,399

Pavimenti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P1	G	Pavimento piano terra su vespaio	0,356	0,367	0,360	0,320

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
S3	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile	1,886	1,918	0,410	0,381
S4	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C. 1	1,205	1,264	0,357	0,332
S5	U	Solaio interpiano verso sottotetto non abitabile W.C. 2	1,205	1,307	0,355	0,329
S7	T	Solaio di copertura a falde refettorio + centrale termica	1,237	1,237	0,280	0,260

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	Finestra 150x265_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W2	T	Porta 205x320_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W3	T	Finestra 120x240_1_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W4	T	Finestra 70x240_1_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W5	T	Finestra 55x240_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W6	T	Finestra 120x240_2_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W7	T	Finestra 120x175_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W8	T	Porta 120x270_PT	2,274	2,100	1,800	1,680
W9	T	Porta 150x350_PT	2,213	2,100	1,800	1,680
W10	T	Finestra 120x240_3_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W11	T	Finestra 70x240_2_PT	5,000	2,100	1,800	5,700
W12	T	Finestra 120x240_4	5,000	2,100	1,800	5,700
W13	T	Finestra 120x240_vano scala	5,000	2,100	1,800	5,700
W14	T	Porta 130x325_P1	2,258	2,100	1,800	1,680

Legenda dei simboli:

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

Legenda tipologie di componente:

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

4.2.2 Principali risultati dei calcoli

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

Energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	126709	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	25409	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	18637	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	30393	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	17970	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	15005	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	138756	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	147,36	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	39,77	kWh _t /m ²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	21613	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	29556	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	9492	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	58404	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	25823	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	14734	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	12006	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	12,75	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	17,22	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

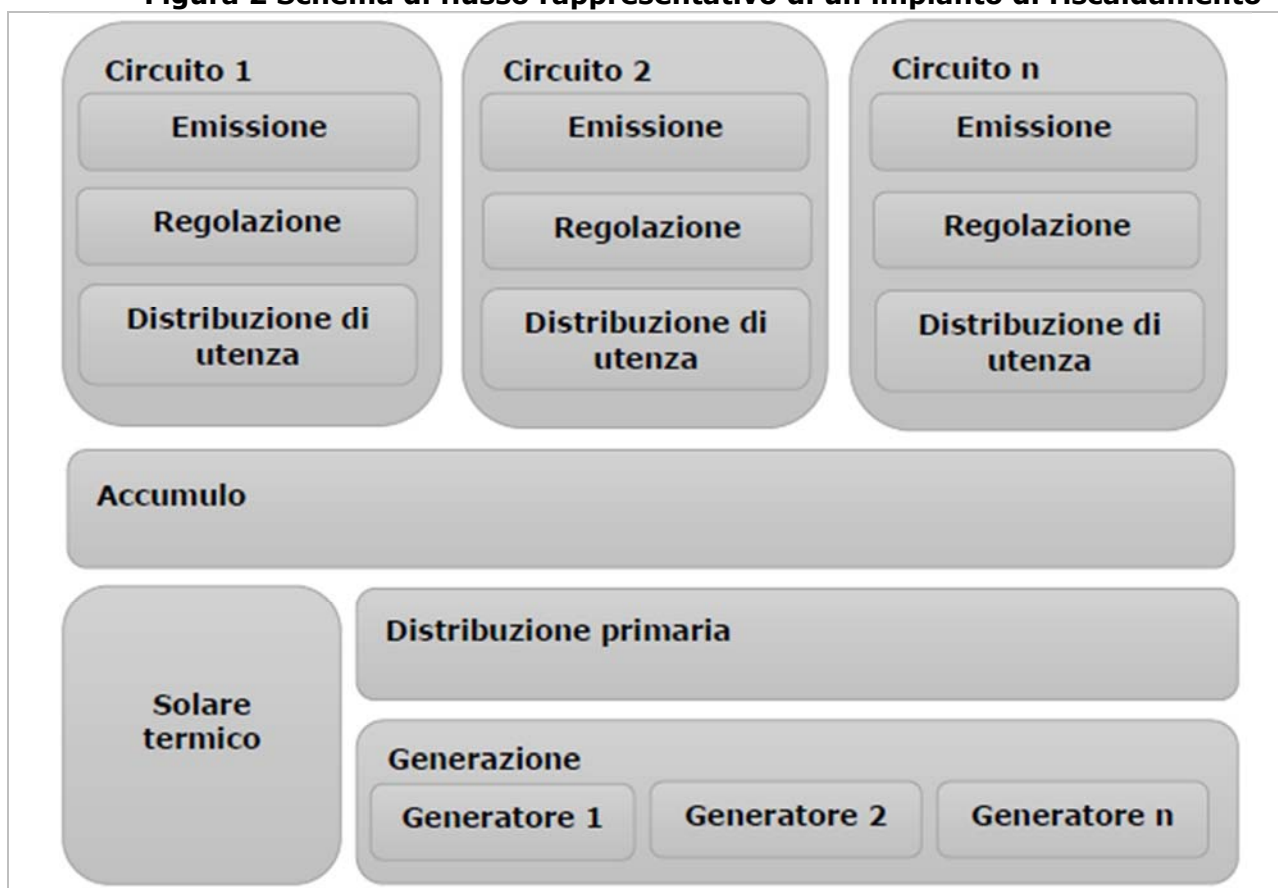
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 climatizzazione invernale è composto da un generatore di calore consistente in n° 2 caldaie a condensazione in cascata per installazione di tipo pensile a parete aventi potenza termica nominale, rispettivamente, di 75 kW e di 116 kW. Per una potenza termica nominale complessiva di 191 kW. Esse sono installate in apposito locale adibito a centrale termica accessibile solamente dall'esterno dell'edificio. La distribuzione del fluido termovettore ai terminali di erogazione è realizzata mediante tubazioni dorsali di mandata e ritorno e collettori di piano con derivazioni per il collegamento dei singoli corpi scaldanti, queste ultime installate prevalentemente nello spessore delle strutture murarie, sottotraccia o sotto perimetro. L'erogazione del calore all'interno degli ambienti avviene mediante radiatori a 4 colonne in ghisa installati prevalentemente negli spazi sottofinestra delle pareti perimetrali esterne e, in parte, sulle pareti interne 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	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	89,3	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

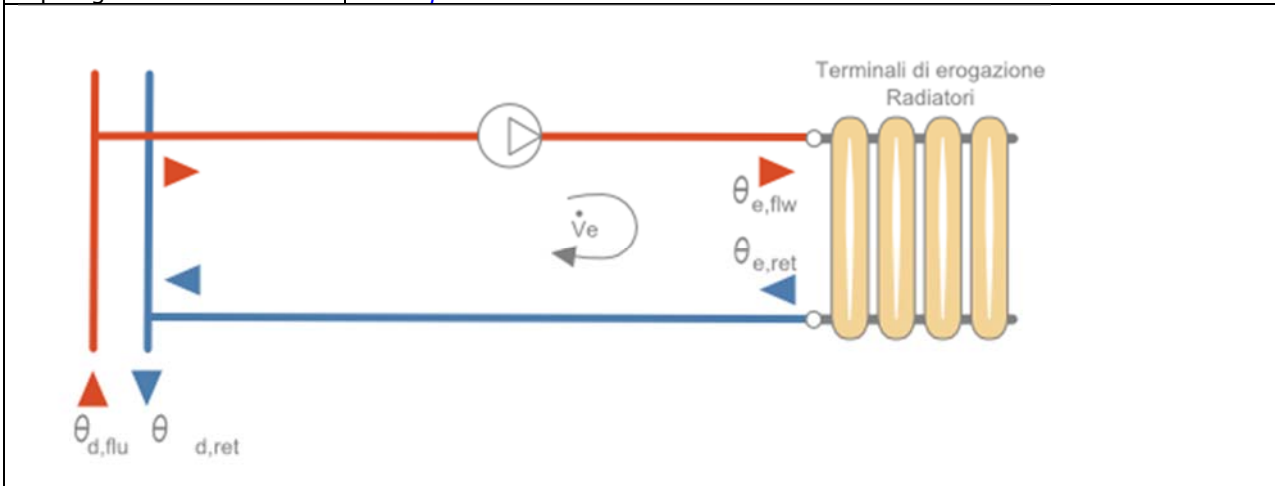
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	84,5	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	92,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	52,3	kWh _{el}

Temperatura media

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	42,3	39,8	36,5	31,7	-	-	-	-	-	-	36,2	41,9
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	42,3	39,8	36,5	31,7	-	-	-	-	-	-	36,2	41,9

Generazione

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo
Con priorità	Si

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia a condensazione											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	FER/FERTEKNA W/FERTEKNA W 80											
Potenza utile nominale	Φ_n 75,00 kW _t											
Immagine												
FOTO GENERATORE												
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$ 99,4 %											
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$ 267,7 kWh _{el}											
Vettore energetico												
Tipologia	Metano											
Potere calorifico inferiore	PCI 9,940 kWh/Nm ³											
Costo	c 0,82 €/Nm ³											
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2} 0,210 kg/kWh _p											
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)												
Non rinnovabile	f _{p,nren} 1,050 -											
Rinnovabile	f _{p,ren} 0,000 -											
Totale	f _{p,tot} 1,050 -											
Circuito in centrale												
Tipologia di circuito	Collegamento con portata indipendente											
Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	47,2	44,9	41,9	37,3	-	-	-	-	-	-	41,6	46,8

Generatore 2 - Caldaia a condensazione

Dati generali	
Numero	2
Tipologia	Caldaia a condensazione
Metodo di calcolo	Analitico
Marca / serie / modello	FER/FERTEKNA W/FERTEKNA W 125
Potenza utile nominale	Φ_n 116,00 kW _t
Immagine	
FOTO GENERATORE	
Rendimenti termici	
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$ 96,9 %
Ausiliari	
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$ 111,4 kWh _{el}
Vettore energetico	
Tipologia	Metano
Potere calorifico inferiore	PCI 9,940 kWh/Nm ³
Costo	c 0,82 €/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2} 0,210 kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)	
Non rinnovabile	f _{p,nren} 1,050 -
Rinnovabile	f _{p,ren} 0,000 -
Totale	f _{p,tot} 1,050 -
Circuito in centrale	
Tipologia di circuito	Collegamento con portata indipendente
Temperature medie	
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	Gen 47,2 Feb 44,9 Mar 0,0 Apr 0,0 Mag - Giu - Lug - Ago - Set - Ott - Nov 0,0 Dic 46,8

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	138756	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	138756	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	12	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	138744	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	83802	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	83802	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	62851	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	7505	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	70356	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	12861	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	83217	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	7236	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	90453	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	90453	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	$Q_{H,s,in,eff}$	90453	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	90453	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	90453	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	90453	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	1267	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	91721	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	52	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	$Q_{H,gen,aux}$	379	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	431	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)	$Q_{H,el,eff}$	431	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	97148	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	203	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	97350	kWh _p

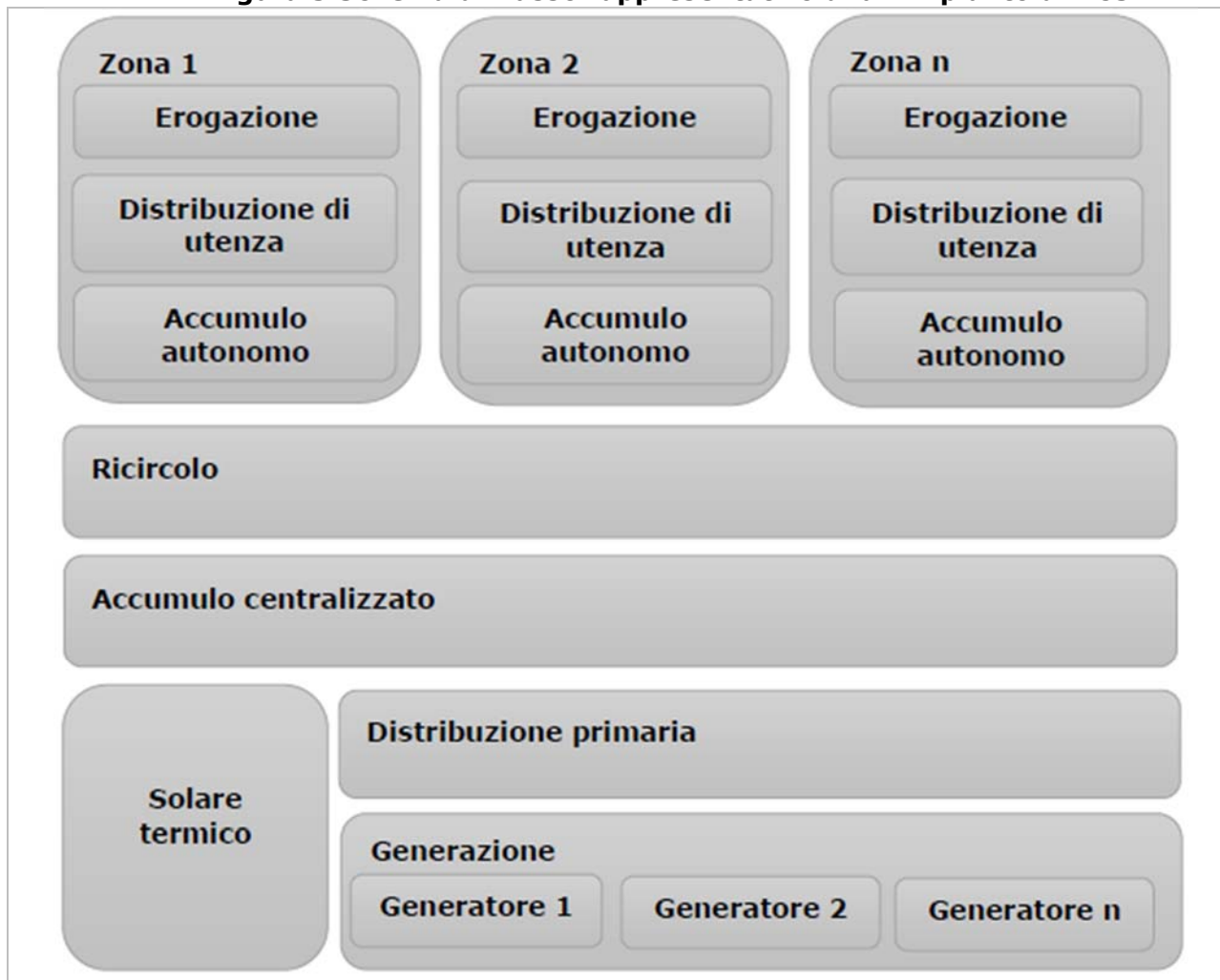
Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$	89,3	%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	84,5	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$	92,0	%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	98,6	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,idr,gen,p,nren}$	93,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,idr,gen,p,tot}$	93,0	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	142,8	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	142,5	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	154,3	%

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 fabbisogno, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di ACS



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

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione dell'acqua calda per usi igienico sanitari è realizzata mediante apposito scaldacqua elettrico, dotato di accumulo di 100 litri, installato anch'esso in centrale termica ed avente potenza elettrica di 1,2 kW.

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	651	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Generazione

Configurazione centrale termica	<i>Generatore singolo</i>
---------------------------------	---------------------------

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

Dati generali			
Numero	1		
Tipologia	Bollitore elettrico ad accumulo		
Metodo di calcolo	-		
Marca / serie / modello			
Potenza utile nominale	Φ_n	1,20	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		
Immagine			
FOTO GENERATORE			
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	75,0	%
Ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$	58,6	kWh _{el}
Vettore energetico			
Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	-	-
Costo	c	0,25	€/kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f_{CO_2}	0,460	kg/kWh _p
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$	1,950	-
Rinnovabile	$f_{p,ren}$	0,470	-
Totale	$f_{p,tot}$	2,420	-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}	0,0	kW _t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$	20,0	°C
Portata di progetto	V_{des}	0,0	kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,gen,avg}$	60,0	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	651	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	651	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	651	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	52	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	703	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	703	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	703	kWh _t
Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare	$Q_{W,sol,dis,in}$	0	kWh _t
Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate	$Q_{W,sol,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare	$Q_{W,sol,s,in}$	0	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{W,sol,out}$	0	kWh _t
Eccedenza del solare termico	$Q_{W,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{W,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in,eff}$	703	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	703	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	703	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{W,gen,circ,in}$	703	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	234	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	0	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	59	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	937	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	996	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{W,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{W,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{W,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{W,CG,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza della cogenerazione	$Q_{W,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{W,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{W,el,eff}$	996	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	1942	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	468	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	2410	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	75,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	36,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	29,2	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	33,5	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	27,0	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	28,9	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

L'illuminazione artificiale degli ambienti è assicurata da corpi illuminanti a tubi di neon per installazione a sospensione o pensile a parete. E' inoltre presente impianto di illuminazione di emergenza a servizio dei locali.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano							Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			S [€]	Em _{CO2} [kg]
	Co	UM	Q _{del} [kWh _t]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]		
Riscaldamento (H)	9734	Sm ³	91721	0	96307	0	96307	7981,89	19261
Globale (gl)	9734	Sm³	91721	0	96307	0	96307	7981,89	19261

Servizio	Energia elettrica							Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			S [€]	Em _{CO2} [kg]
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]		
Riscaldamento (H)	431	kWh	431	-	841	203	1044	107,84	198
Acqua calda sanitaria (W)	996	kWh	996	-	1942	468	2410	248,94	458
Illuminazione (L)	17359	kWh	17359	-	33851	8159	42010	4339,85	7985
Globale (gl)	18787	kWh	18787	-	36634	8830	45463	4696,63	8642

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	8089,72
Acqua calda sanitaria (W)	248,94
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	4339,85
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	12678,51

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	89,3
Regolazione (η_{reg})	84,5
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	93,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	142,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	142,5
Valore limite (η_{lim})	154,3

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	100,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	36,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	29,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	33,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	27,0
Valore limite (η_{lim})	28,9

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)	138756	147,36	39,77
Raffrescamento (C)	12006	12,75	17,22

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	97148	203	97350	103,18	0,22	103,39	-
Acqua calda sanitaria (W)	1942	468	2410	2,06	0,50	2,56	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	33851	8159	42010	35,95	8,67	44,62	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	132940	8830	141770	141,19	9,38	150,57	72,77

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



Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,7	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	6,2	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	19459,74
Acqua calda sanitaria (W)	458,05
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	7985,32
Trasporto (T)	0,00
Globale (gl)	27903,11

Legenda:

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

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente. Il confronto, effettuato, su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

5.1 Anno 2015

5.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	1881	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	930	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	2,023	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	431	415	4,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	18787	18397	2,1

Legenda dei simboli:

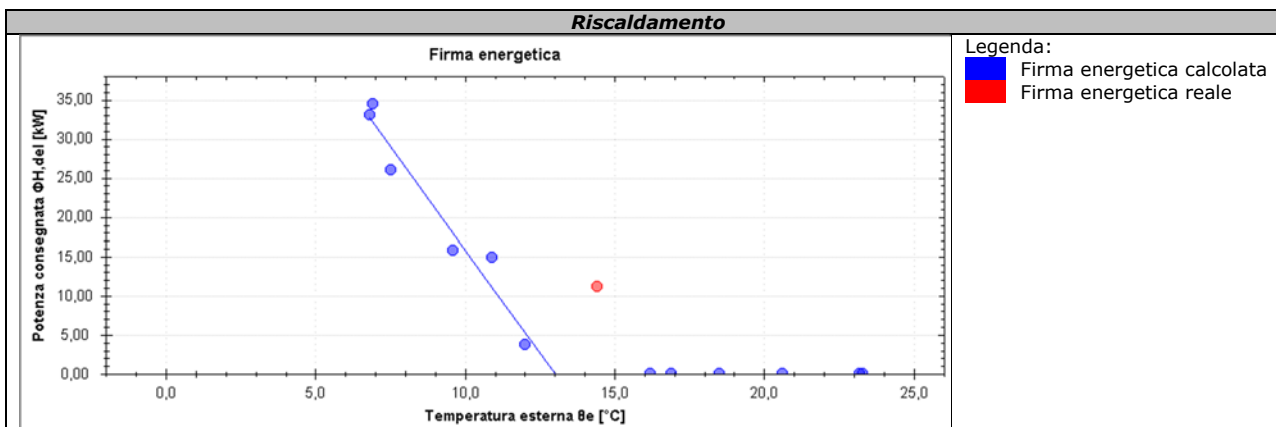
CO _{calc}	Consumo calcolato
CO _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

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

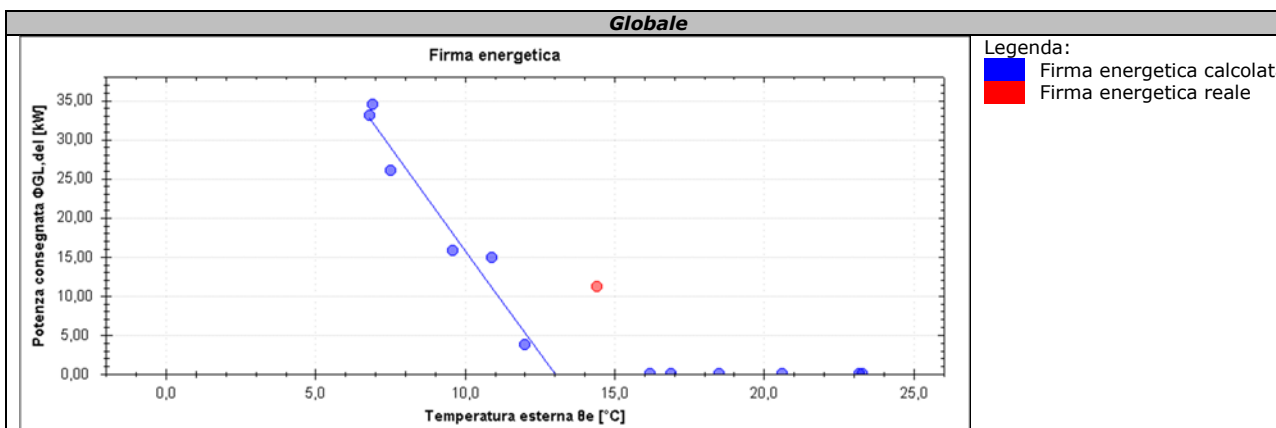
5.1.2 Firme energetiche

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



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	-	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	-	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	-	9734	91721	128,24

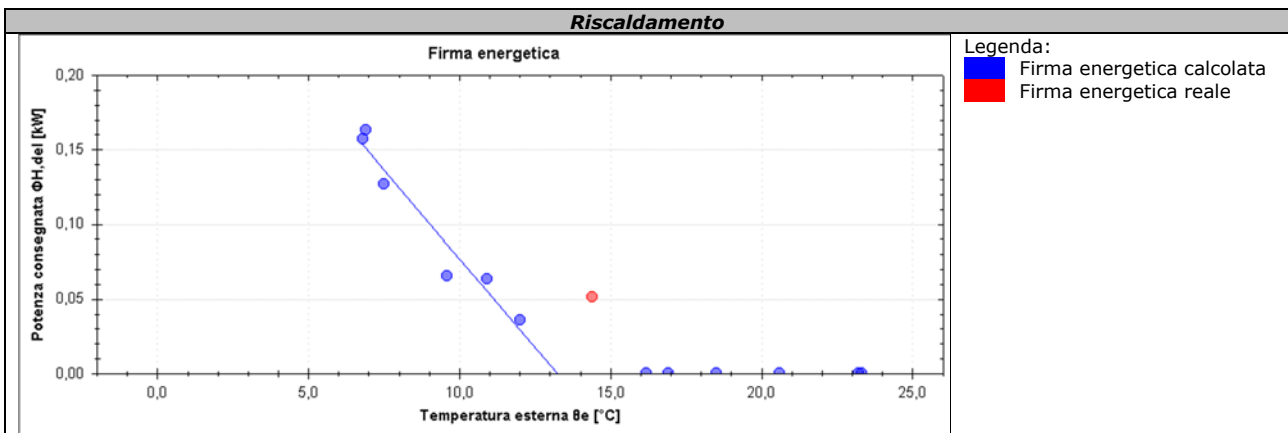
Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2015	H	14,4	365	166	930	-	4726	44532	11,18
TOTALE			365	166	930	-	4726	44532	11,18



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	10	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	163	9734	91721	128,24

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2015	H	14,4	365	166	930	163	4726	44532	11,18
TOTALE			365	166	930	163	4726	44532	11,18

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

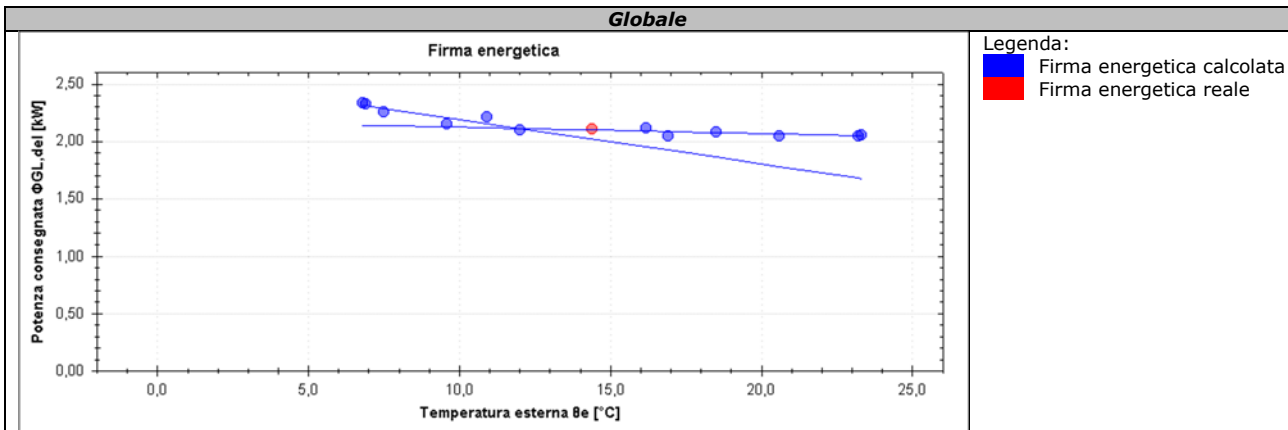


Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	121	121	0,16
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	85	85	0,13
marzo	H	9,6	31	31	322	-	49	49	0,07
aprile	H	12,0	30	15	120	-	13	13	0,04
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	46	46	0,06
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	117	117	0,16
TOTALE			365	166	1881	-	431	431	0,61

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2015	H	14,4	365	166	930	-	205	205	0,05
TOTALE			365	166	930	-	205	205	0,05



Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	1731	1731	2,33
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1515	1515	2,25
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1598	1598	2,15
aprile	H	12,0	30	15	120	10	1495	1495	2,09
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	1524	1524	2,05
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	1473	1473	2,05
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	1522	1522	2,05
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	1528	1528	2,05
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	1500	1500	2,08
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	1571	1571	2,11
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1595	1595	2,22
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	1735	1735	2,33
TOTALE			365	166	1881	163	18787	18787	25,76

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2015	H	14,4	365	166	930	163	18187	18187	2,10
TOTALE			365	166	930	163	18187	18187	2,10

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei codici:

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

5.2 Anno 2016

5.2.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	1881	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	930	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	2,023	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	431	415	4,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	18787	18397	2,1

Legenda dei simboli:

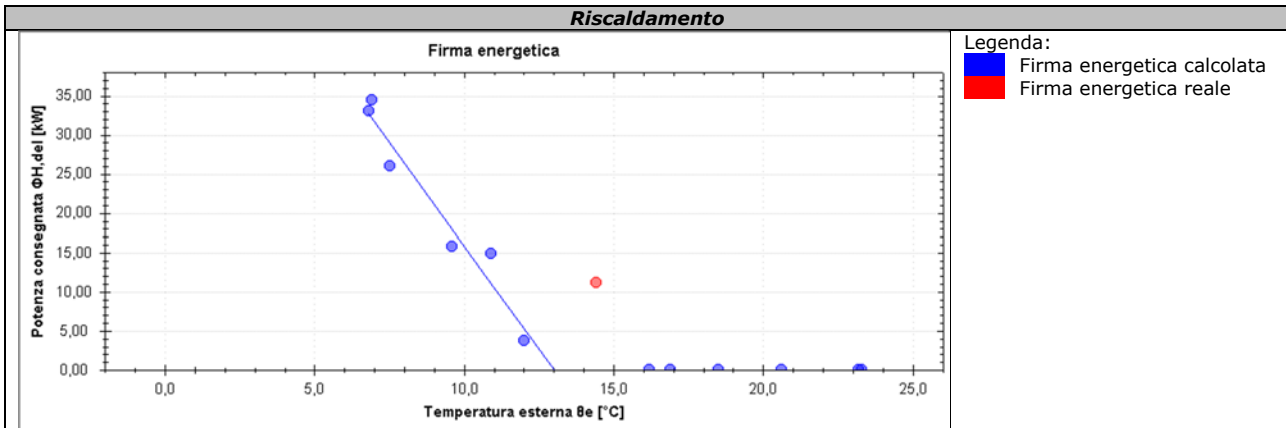
CO _{calc}	Consumo calcolato
CO _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

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

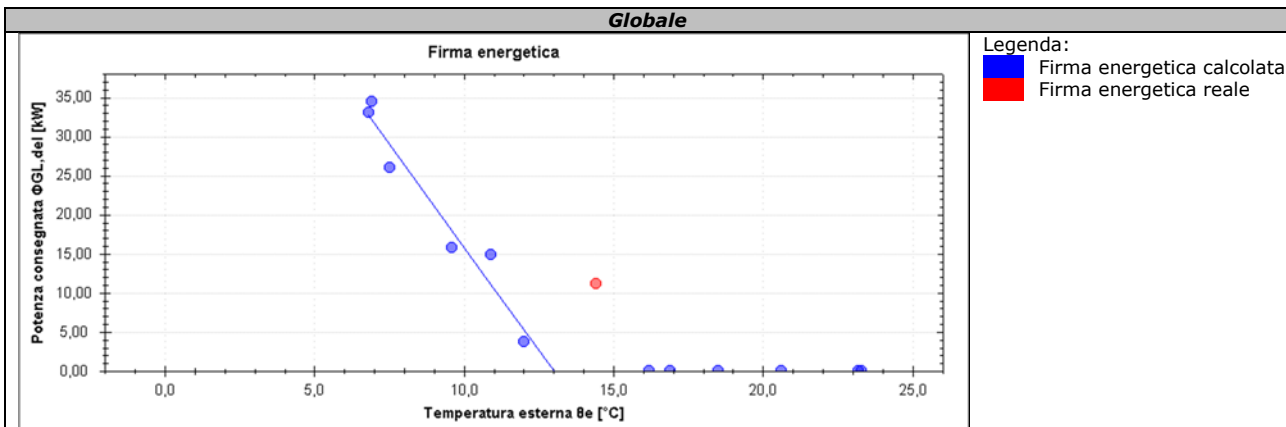
5.2.2 Firme energetiche

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



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	-	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	-	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	-	9734	91721	128,24

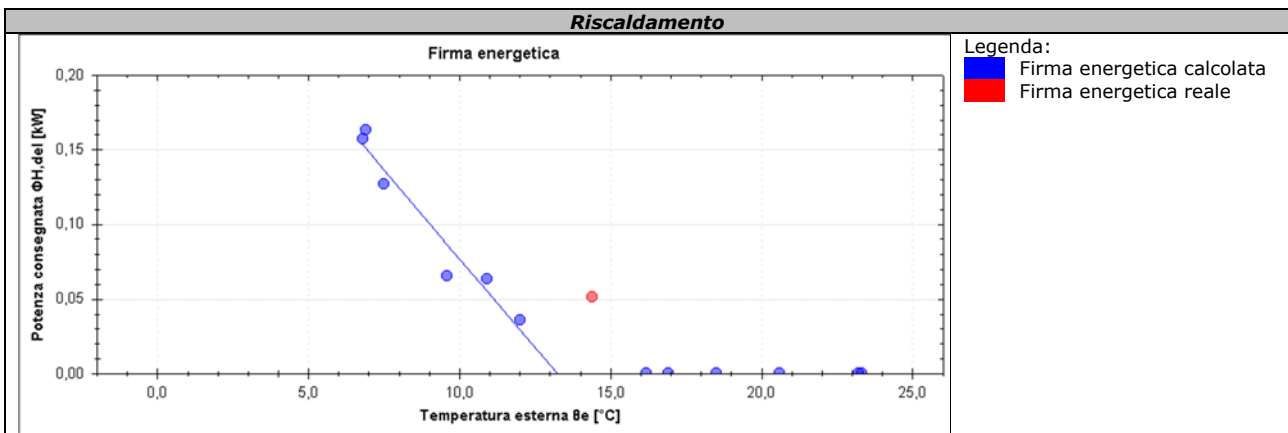
Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2016	H	14,4	366	166	930	-	4726	44532	11,18
TOTALE			366	166	930	-	4726	44532	11,18



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	10	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	163	9734	91721	128,24

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2016	H	14,4	366	166	930	163	4726	44532	11,18
TOTALE			366	166	930	163	4726	44532	11,18

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

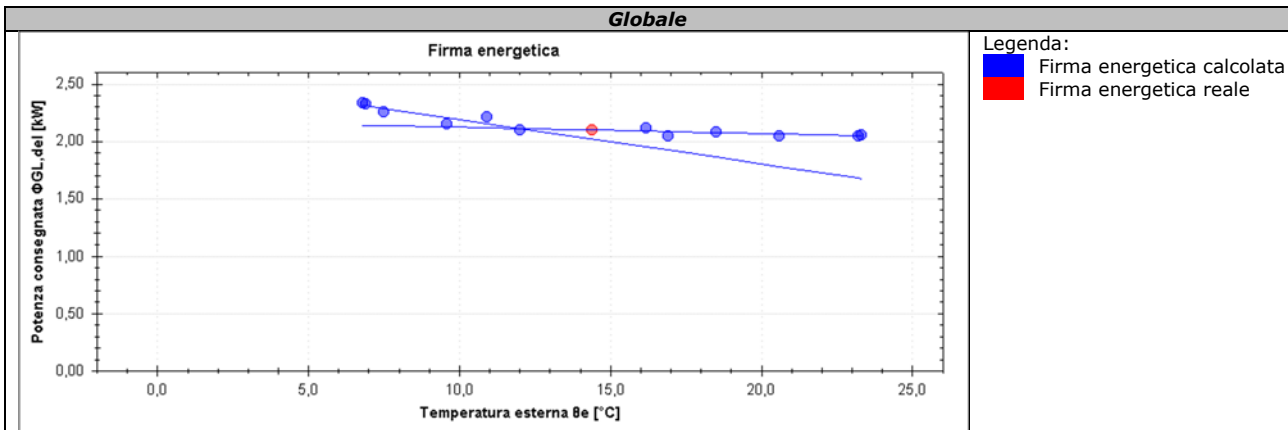


Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	121	121	0,16
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	85	85	0,13
marzo	H	9,6	31	31	322	-	49	49	0,07
aprile	H	12,0	30	15	120	-	13	13	0,04
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	46	46	0,06
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	117	117	0,16
TOTALE			365	166	1881	-	431	431	0,61

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2016	H	14,4	366	166	930	-	205	205	0,05
TOTALE			366	166	930	-	205	205	0,05



Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	1731	1731	2,33
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1515	1515	2,25
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1598	1598	2,15
aprile	H	12,0	30	15	120	10	1495	1495	2,09
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	1524	1524	2,05
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	1473	1473	2,05
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	1522	1522	2,05
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	1528	1528	2,05
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	1500	1500	2,08
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	1571	1571	2,11
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1595	1595	2,22
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	1735	1735	2,33
TOTALE			365	166	1881	163	18787	18787	25,76

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2016	H	14,4	366	166	930	163	18187	18187	2,10
TOTALE			366	166	930	163	18187	18187	2,10

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei codici:	
H	Riscaldamento
C	Raffrescamento
HC	Sia riscaldamento che raffrescamento
NH	Non riscaldamento
NC	Non raffrescamento
NHC	Né riscaldamento né raffrescamento

5.3 Anno 2017

5.3.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	1881	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	930	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	2,023	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	431	415	4,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	18787	18397	2,1

Legenda dei simboli:

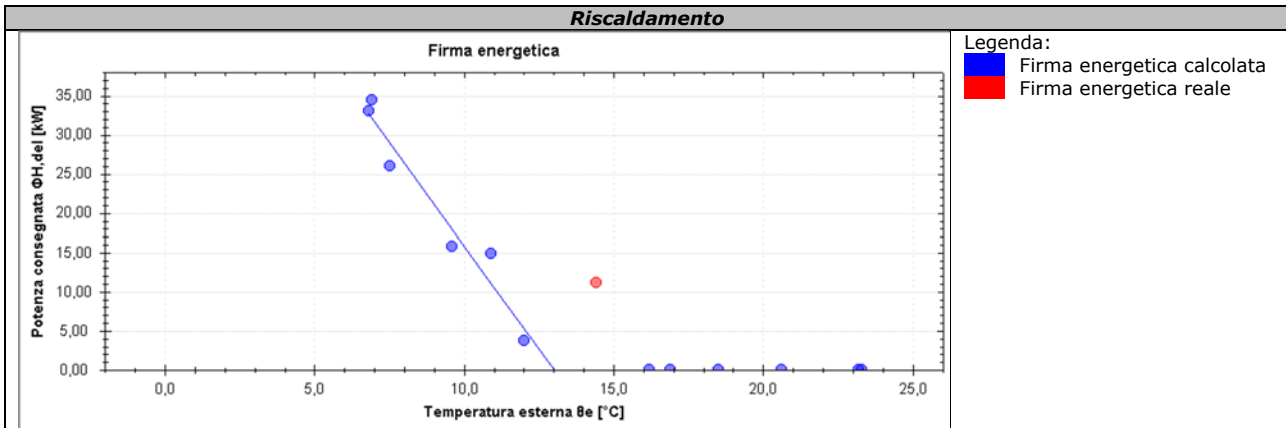
CO _{calc}	Consumo calcolato
CO _{reale}	Consumo reale
Δ	Scostamento

Legenda dei servizi:

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

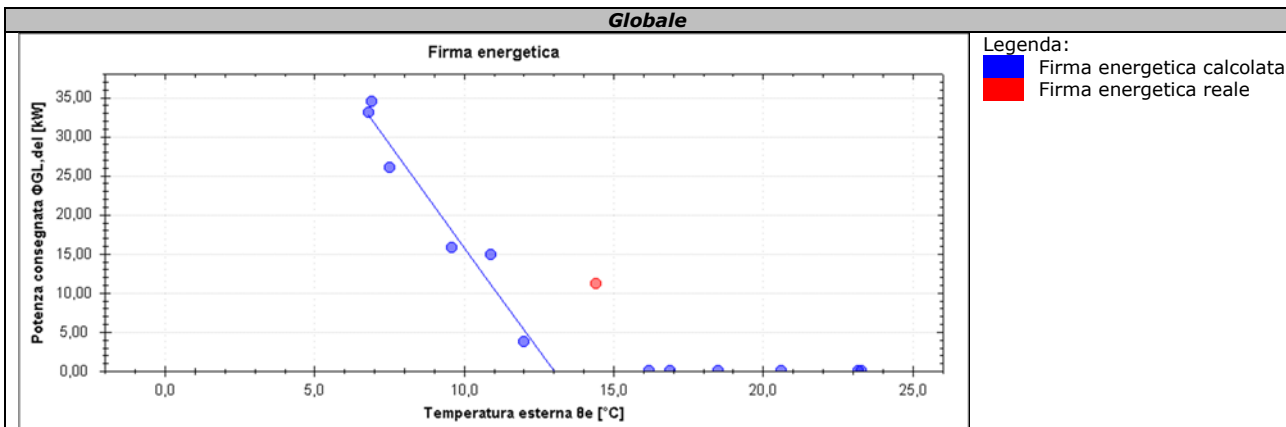
5.3.2 Firme energetiche

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



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	-	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	-	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	-	9734	91721	128,24

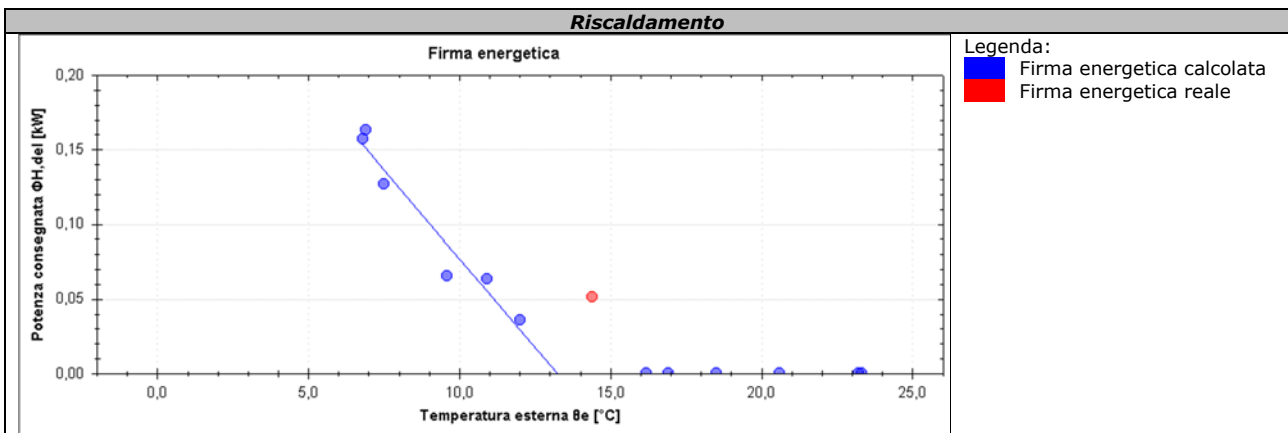
Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2017	H	14,4	365	166	930	-	4726	44532	11,18
TOTALE			365	166	930	-	4726	44532	11,18



Mesi (firma calcolata)									
Mesi	Codice Mesi	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	2725	25675	34,51
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1855	17476	26,01
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1250	11776	15,83
aprile	H	12,0	30	15	120	10	145	1370	3,81
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1142	10765	14,95
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	2617	24659	33,14
TOTALE			365	166	1881	163	9734	91721	128,24

Periodi (firma reale)									
Periodo	Codice Periodo	θ _e [°C]	g [g]	g _{risc} [g]	GG [°Cg]	g _{raffr} [g]	CO _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - Anno 2017	H	14,4	365	166	930	163	4726	44532	11,18
TOTALE			365	166	930	163	4726	44532	11,18

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

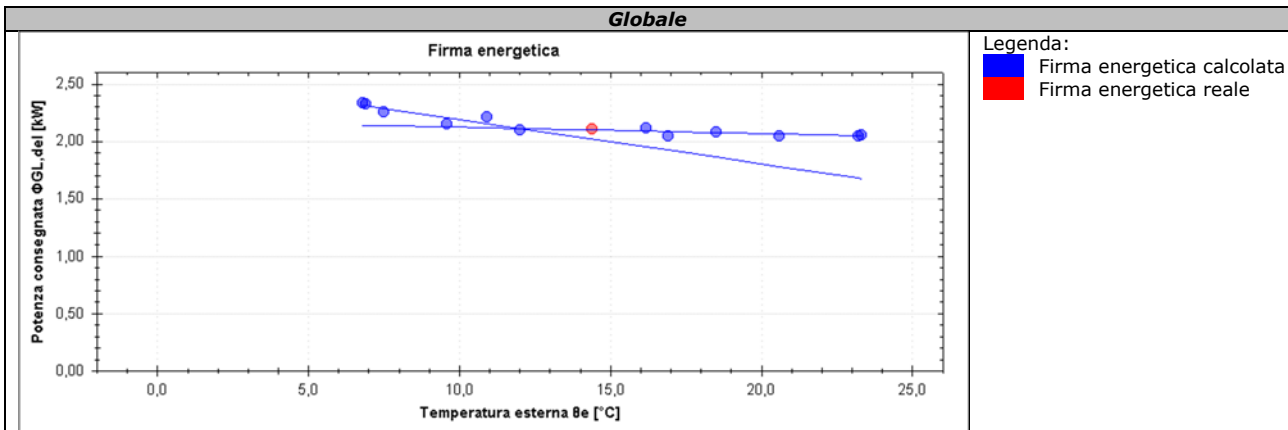


Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	-	121	121	0,16
febbraio	H	7,5	28	28	350	-	85	85	0,13
marzo	H	9,6	31	31	322	-	49	49	0,07
aprile	H	12,0	30	15	120	-	13	13	0,04
maggio	NH	16,9	31	0	0	-	0	0	0,00
giugno	NH	20,6	30	0	0	-	0	0	0,00
luglio	NH	23,2	31	0	0	-	0	0	0,00
agosto	NH	23,3	31	0	0	-	0	0	0,00
settembre	NH	18,5	30	0	0	-	0	0	0,00
ottobre	NH	16,2	31	0	0	-	0	0	0,00
novembre	H	10,9	30	30	273	-	46	46	0,06
dicembre	H	6,8	31	31	409	-	117	117	0,16
TOTALE			365	166	1881	-	431	431	0,61

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{H,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2017	H	14,4	365	166	930	-	205	205	0,05
TOTALE			365	166	930	-	205	205	0,05



Mesi (firma calcolata)

Mesi	Codice Mesi	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
gennaio	H	6,9	31	31	406	0	1731	1731	2,33
febbraio	H	7,5	28	28	350	0	1515	1515	2,25
marzo	H	9,6	31	31	322	0	1598	1598	2,15
aprile	H	12,0	30	15	120	10	1495	1495	2,09
maggio	NH	16,9	31	0	0	31	1524	1524	2,05
giugno	NH	20,6	30	0	0	30	1473	1473	2,05
luglio	NH	23,2	31	0	0	31	1522	1522	2,05
agosto	NH	23,3	31	0	0	31	1528	1528	2,05
settembre	NH	18,5	30	0	0	30	1500	1500	2,08
ottobre	NH	16,2	31	0	0	0	1571	1571	2,11
novembre	H	10,9	30	30	273	0	1595	1595	2,22
dicembre	H	6,8	31	31	409	0	1735	1735	2,33
TOTALE			365	166	1881	163	18787	18787	25,76

Periodi (firma reale)

Periodo	Codice Periodo	θ_e [°C]	g [g]	g_{risc} [g]	GG [°Cg]	g_{raffr} [g]	CO _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/et}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/et}]
1 - Anno 2017	H	14,4	365	166	930	163	18187	18187	2,10
TOTALE			365	166	930	163	18187	18187	2,10

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei codici:

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

5.4 Stagione media

5.4.1 Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	1881	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	930	°Cg
Fattore di destagionalizzazione	f _{dest}	2,023	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{H,calc}	CO _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	431	415	4,0

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl,calc}	CO _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr	Sm ³	9734	9561	1,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L	kWh	18787	18397	2,1

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei servizi:

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

6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Sostituzione di infissi	72663,46	1260,26	57,7	16,95	E
2	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato	53144,79	2063,83	25,8	27,76	E
3	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp	17792,88	1821,17	9,8	15,26	E
4	Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp	129928,31	4947,01	26,3	57,28	C

Legenda:

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

6.1 Sostituzione di infissi

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Sostituzione di infissi		
Lavoro di riferimento	\\nas\BARTOLUCCI\Lavori_attuali\2018\18_26_POR_FESR Scuola Montecalvoli\Diagnosi energetica\Interventi migliorativi\Elementare Montecalvoli - D.E._24_infissi_R1.E0001		
Costo stimato	C	72663,46	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1260,26	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	57,7	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	16,95	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione di infissi

6.1.1 Sostituzione di infissi

Dati generali

Intervento	<u>1</u>
Descrizione	<u>Sostituzione di infissi</u>

Caratteristiche intervento

L'intervento consiste nella sostituzione degli infissi esistenti, realizzati con telaio in legno e vetro singolo, con nuovi infissi a risparmio energetico costruiti con telaio in PVC multicamera e vetro doppio con camera in gas argon e rivestimento basso-emissivo, aventi trasmittanza termica totale (telaio + vetro) $U_w = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. Degli infissi sopra citati, solamente n° 2 porte ubicate al piano terra dell'edificio (anch'esse costruite con telaio in legno e vetro singolo) e dotate di maniglioni antipanico, verranno sostituite con altrettante porte aventi telaio in alluminio a taglio termico e doppio vetro con camera riempita con gas argon e rivestimento basso-emissivo aventi trasmittanza termica totale $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Gli unici infissi esistenti di cui non è prevista la sostituzione consistono in n° 3 porte di emergenza, di più recente installazione ed in ottimo stato di conservazione, costruite con telaio in legno e doppio vetro tipo 4+12+4. L'intervento ha l'obiettivo di contribuire alla riduzione delle dispersioni termiche del fabbricato e, di conseguenza, alla riduzione dei consumi di energia necessari per il funzionamento degli impianti per la climatizzazione invernale a servizio dello stesso.

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)	9734	8134	-16,4
Globale	9734	8134	-16,4
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	365	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	996	996	0,0
Illuminazione (L)	17359	17359	0,0
Globale	18787	18720	-0,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8089,72	6761,19	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	248,94	248,94	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4339,85	4339,85	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	12678,51	11349,98	-10,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	72663,46
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	1260,26
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	57,7

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,3	89,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	84,5	83,4	-1,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,0	92,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,6	98,7	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	93,2	93,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,0	93,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	142,8	133,1	-6,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	142,5	132,8	-6,8
Valore limite (η_{lim})	154,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	36,2	36,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	29,2	29,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	33,5	33,5	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	27,0	27,0	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

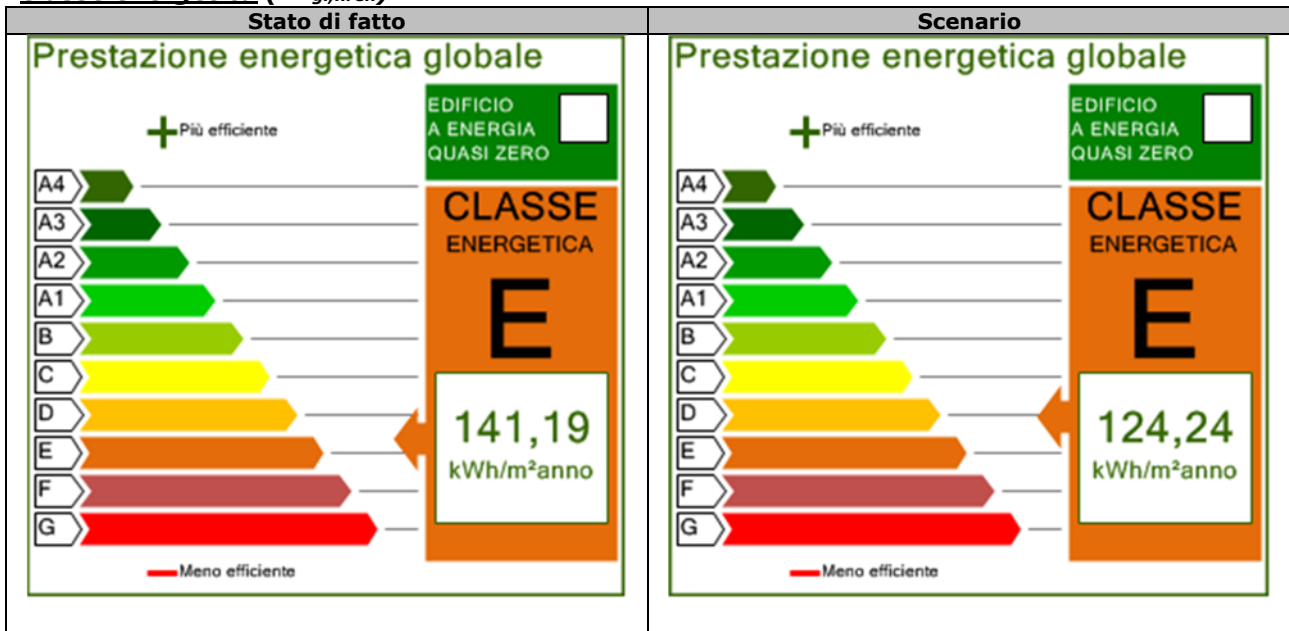
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	147,36	114,74	-22,1	39,77
Raffrescamento (C)	12,75	16,39	28,6	17,22

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	103,18	86,23	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	2,06	2,06	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	35,95	35,95	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	141,19	124,24	-12,0
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,22	0,18	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,50	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8,67	8,67	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	9,38	9,34	-0,4
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	103,39	86,41	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	2,56	2,56	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	44,62	44,62	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	150,57	133,58	-11,3
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	72,77	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,7	0,8	14,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	6,2	7,0	12,8	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

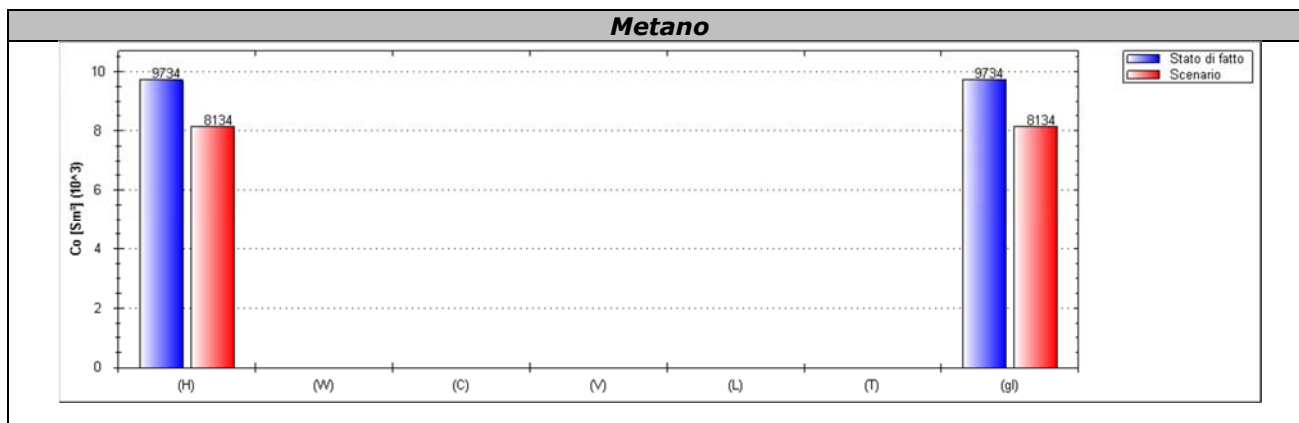
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19459,74	16263,33	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	458,05	458,05	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7985,32	7985,32	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	27903,11	24706,71	-11,5

Legenda:

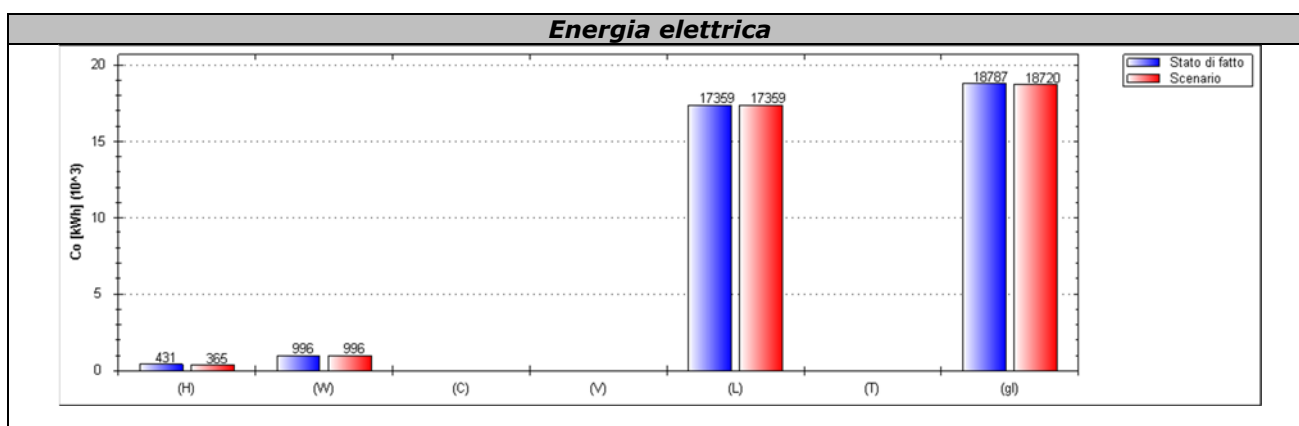
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

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

Consumi di combustibile ed energia elettrica

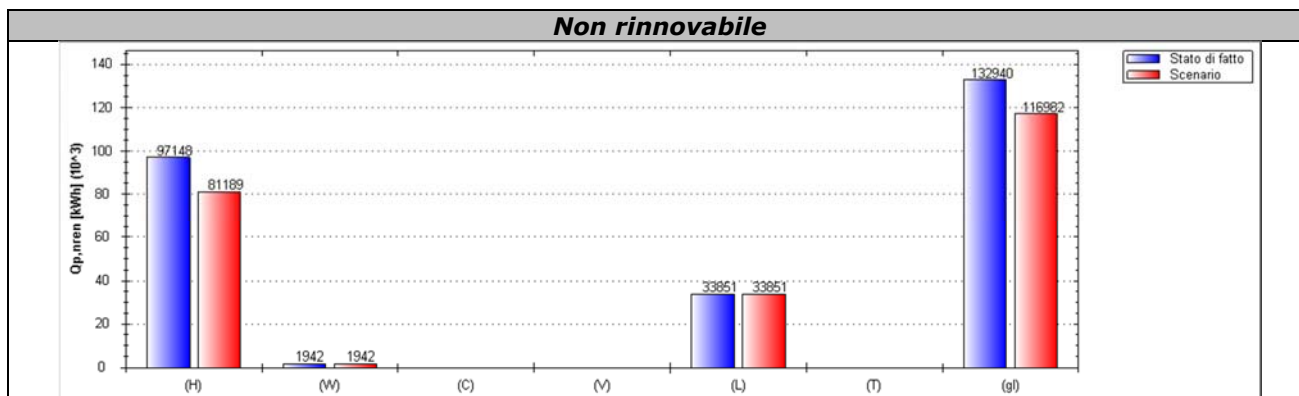


Servizio	CO _{in} [Sm³]	CO _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	8134	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	9734	8134	-16,4

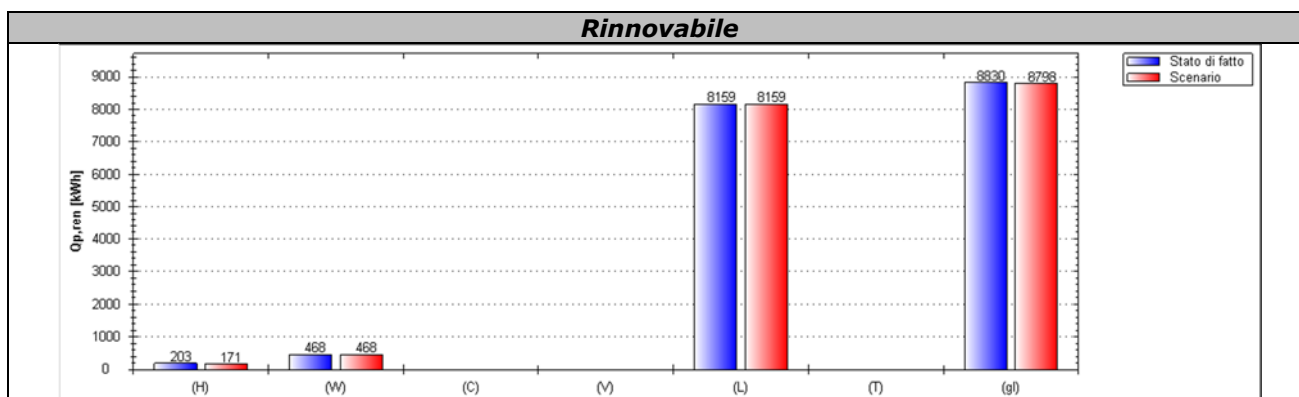


Servizio	CO _{in} [kWh]	CO _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	365	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	996	996	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17359	17359	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	18787	18720	-0,4

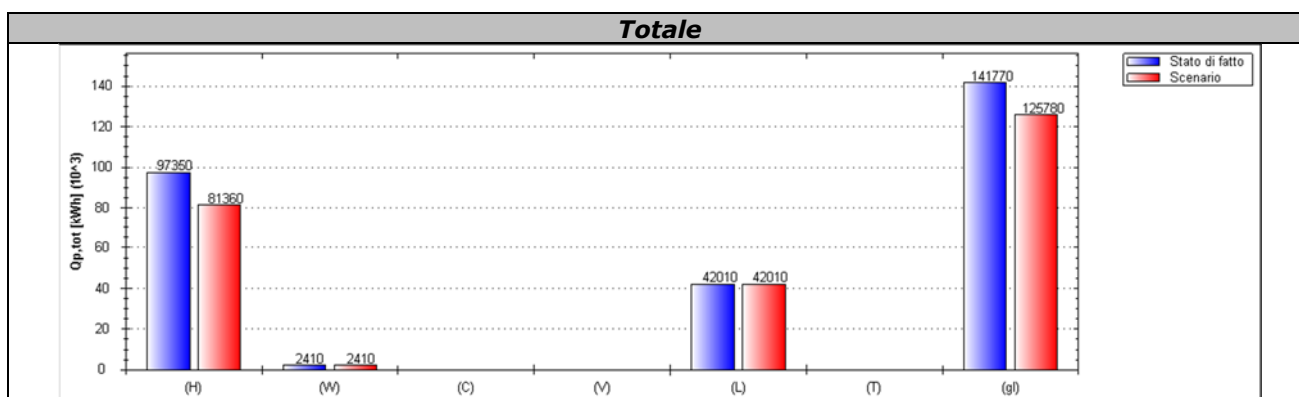
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,renn,in} [kWh _p]	Q _{p,renn,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97148	81189	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1942	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	33851	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	132940	116982	-12,0

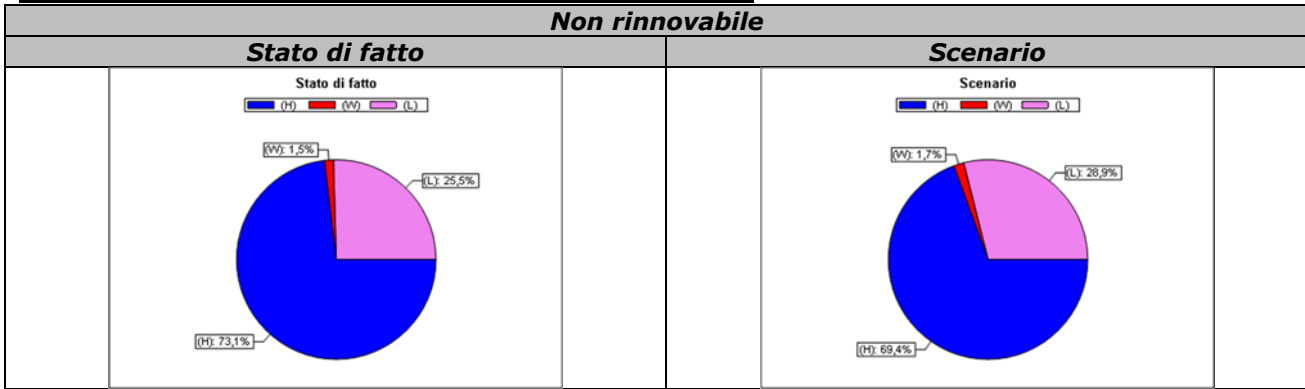


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	203	171	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	468	468	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	8159	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	8830	8798	-0,4

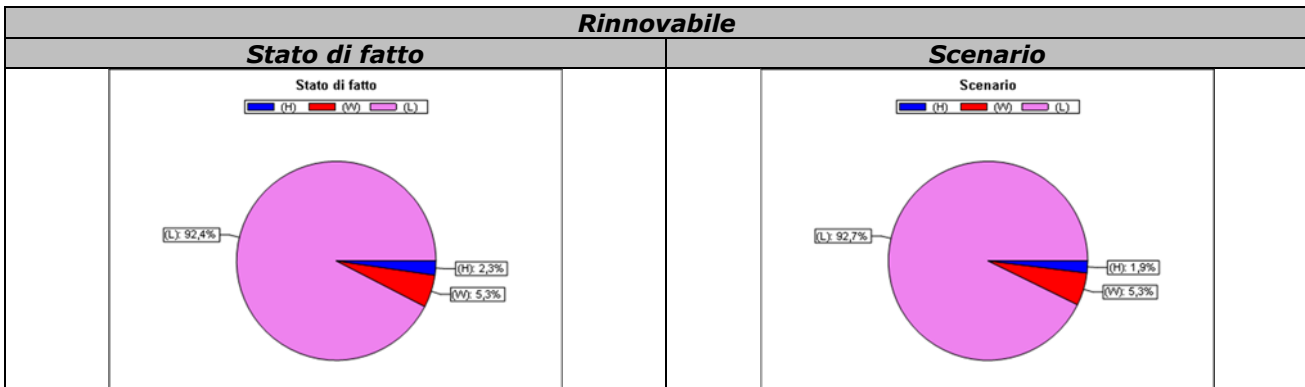


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97350	81360	-16,4
Acqua calda sanitaria (W)	2410	2410	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	42010	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	141770	125780	-11,3

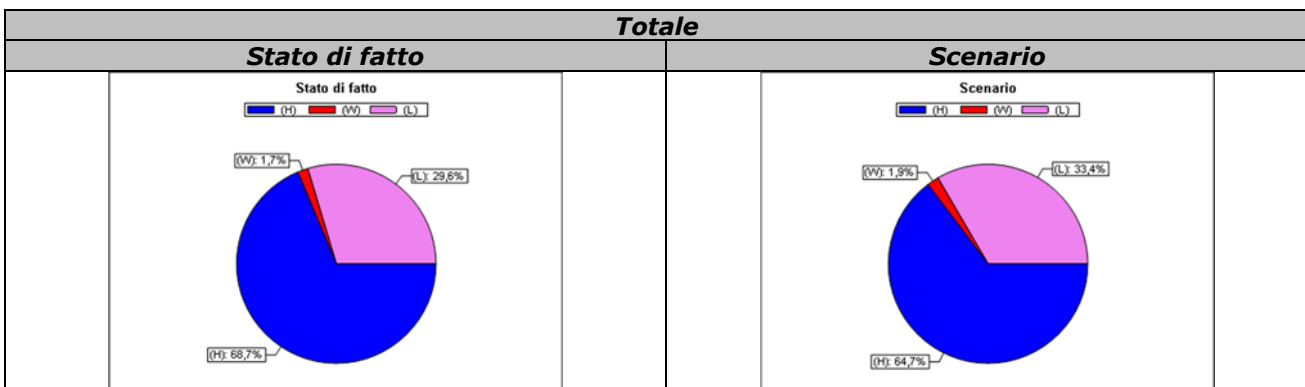
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97148	73,1	81189	69,4
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1,5	1942	1,7
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	25,5	33851	28,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	132940	100,0	116982	100,0

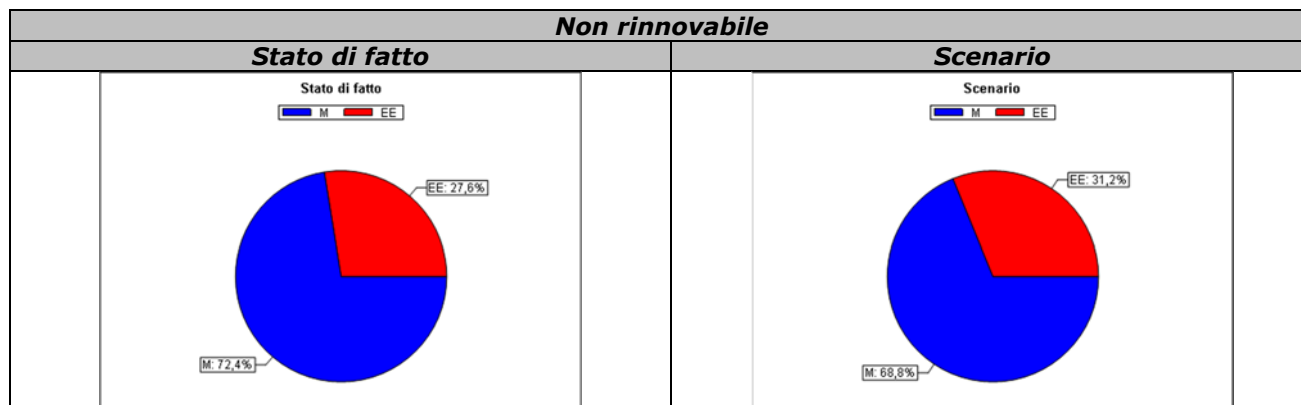


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	203	2,3	171	1,9
Acqua calda sanitaria (W)	468	5,3	468	5,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	92,4	8159	92,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	8830	100,0	8798	100,0

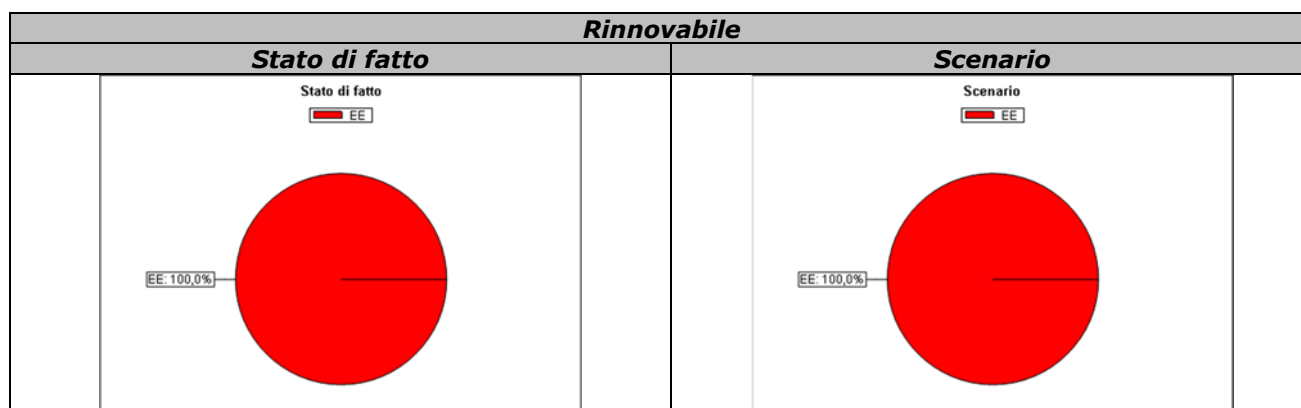


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97350	68,7	81360	64,7
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1,7	2410	1,9
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	29,6	42010	33,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	141770	100,0	125780	100,0

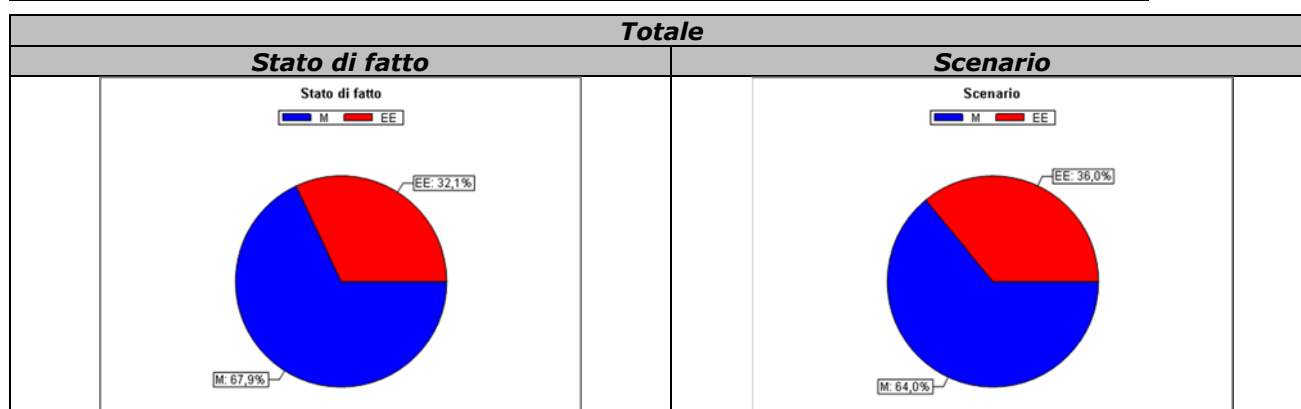
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	72,4	80477	68,8
Energia elettrica (EE)	36634	27,6	36504	31,2
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	132940	100,0	116982	100,0

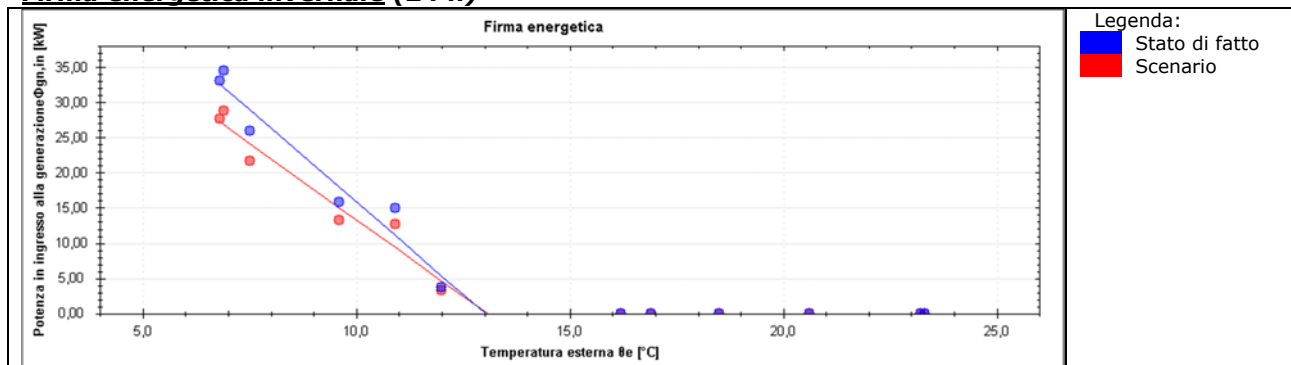


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	8830	100,0	8798	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	8830	100,0	8798	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	67,9	80477	64,0
Energia elettrica (EE)	45463	32,1	45302	36,0
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	141770	100,0	125780	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]
gennaio	6,9	31	25675	34,51	31	21396	28,76
febbraio	7,5	28	17476	26,01	28	14537	21,63
marzo	9,6	31	11776	15,83	31	9876	13,27
aprile	12,0	15	1370	3,81	15	1189	3,30
maggio	16,9	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	20,6	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	23,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,5	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	16,2	0	0	0,00	0	0	0,00
novembre	10,9	30	10765	14,95	30	9104	12,64
dicembre	6,8	31	24659	33,14	31	20544	27,61
TOTALE		166	91721	128	166	76645	107

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 Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>		
Lavoro di riferimento	<i>\\nas\BARTOLUCCI\Lavori_attuali\2018\18_26_POR_FESR Scuola Montecalvoli\Diagnosi energetica\Interventi migliorativi\Elementare Montecalvoli - D.E._24_isolamento sottotetto_R1.E0001</i>		
Costo stimato	C	53144,79	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	2063,83	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	25,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	27,76	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>

6.2.1 Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato

Dati generali

Intervento	<u>1</u>
Descrizione	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>

Caratteristiche intervento

L'intervento consiste nell'isolamento termico all'estradosso del solaio del piano primo dell'edificio, confinante con sottotetto non abitabile e non riscaldato, con insufflaggio di poliuretano espanso rigido a celle chiuse in schiuma, avente conducibilità termica $\lambda = 0,028$ W/mK, per uno spessore totale di 10 cm. L'intervento ha l'obiettivo di contribuire significativamente alla riduzione delle dispersioni termiche del fabbricato e, di conseguenza, alla riduzione dei consumi di energia necessari per il funzionamento degli impianti per la climatizzazione invernale a servizio dello stesso.

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)

Metano [Sm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	7113	-26,9
Globale	9734	7113	-26,9
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	324	-24,8
Acqua calda sanitaria (W)	996	996	0,0
Illuminazione (L)	17359	17359	0,0
Globale	18787	18680	-0,6

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8089,72	5914,06	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	248,94	248,94	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4339,85	4339,85	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	12678,51	10502,85	-17,2

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	53144,79
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	2063,83
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	25,8

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,3	89,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	84,5	83,1	-1,7
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,0	92,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,6	98,7	0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	93,2	93,3	0,1
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,0	93,1	0,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	142,8	164,6	15,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	142,5	164,2	15,2
Valore limite (η_{lim})	154,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	36,2	36,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	29,2	29,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	33,5	33,5	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	27,0	27,0	0,0
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

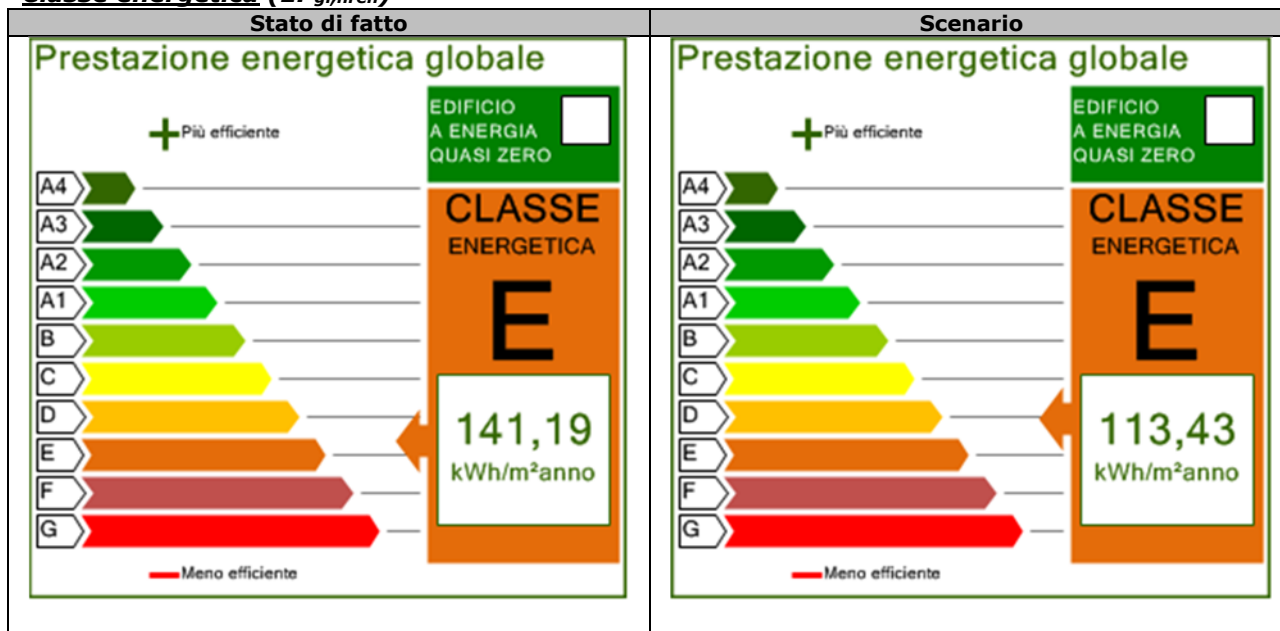
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	147,36	124,13	-15,8	39,77
Raffrescamento (C)	12,75	10,78	-15,5	17,22

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	103,18	75,42	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	2,06	2,06	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	35,95	35,95	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	141,19	113,43	-19,7
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,22	0,16	-24,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,50	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8,67	8,67	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	9,38	9,32	-0,6
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	103,39	75,58	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	2,56	2,56	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	44,62	44,62	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	150,57	122,75	-18,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	72,77	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,7	0,8	29,7	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	6,2	7,6	22,5	-

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]

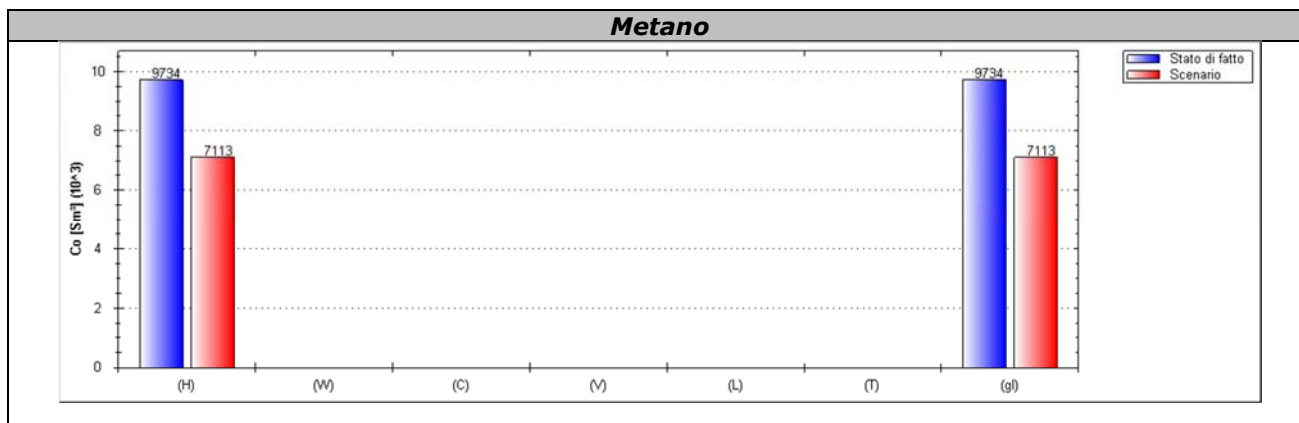
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19459,74	14224,89	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	458,05	458,05	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7985,32	7985,32	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	27903,11	22668,27	-18,8

Legenda:

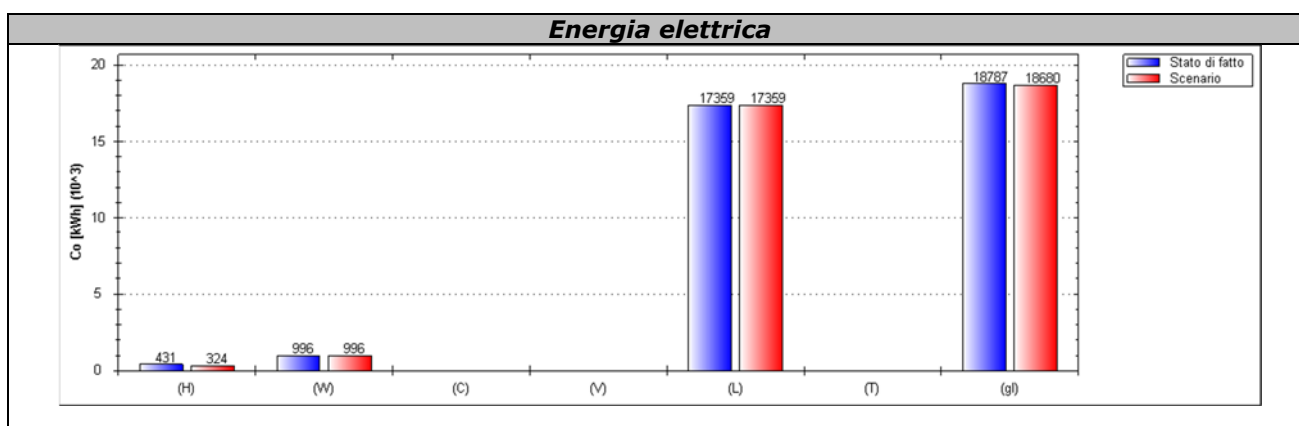
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

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

Consumi di combustibile ed energia elettrica

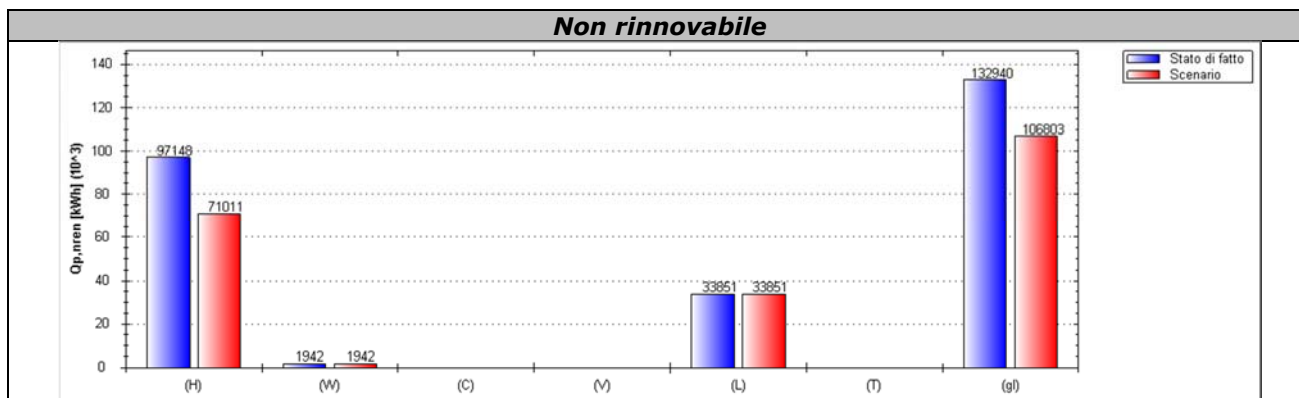


Servizio	CO _{in} [Sm³]	CO _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	7113	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	9734	7113	-26,9

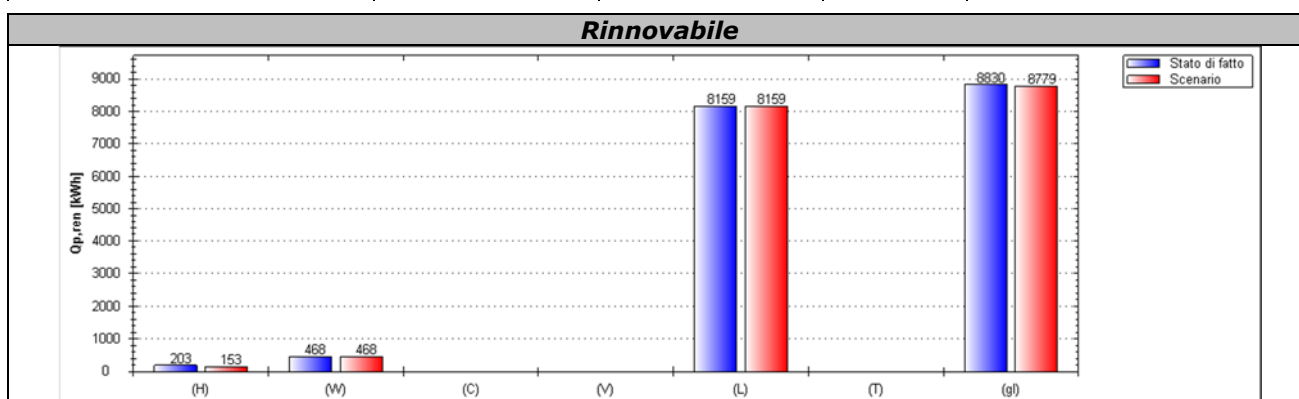


Servizio	CO _{in} [kWh]	CO _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	324	-24,8
Acqua calda sanitaria (W)	996	996	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17359	17359	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	18787	18680	-0,6

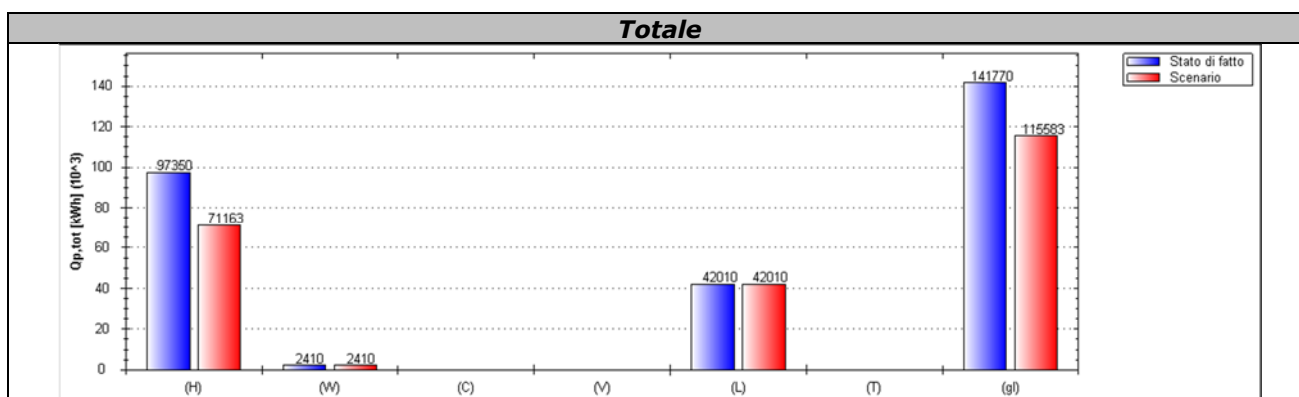
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97148	71011	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1942	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	33851	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	132940	106803	-19,7

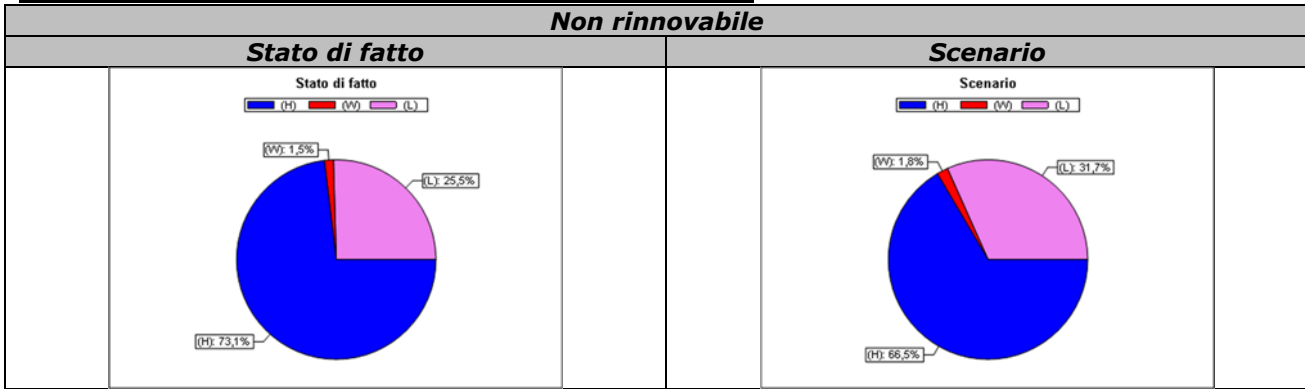


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	203	153	-24,8
Acqua calda sanitaria (W)	468	468	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	8159	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	8830	8779	-0,6

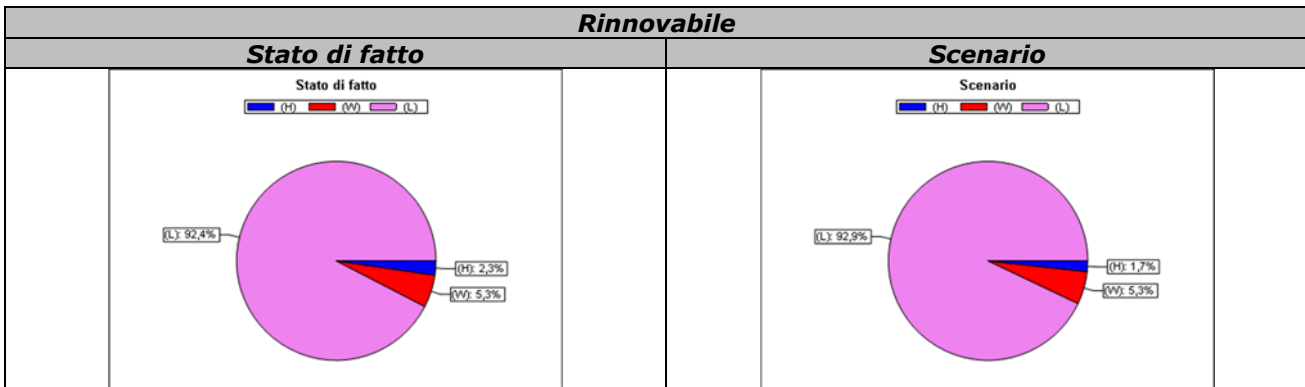


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97350	71163	-26,9
Acqua calda sanitaria (W)	2410	2410	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	42010	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	141770	115583	-18,5

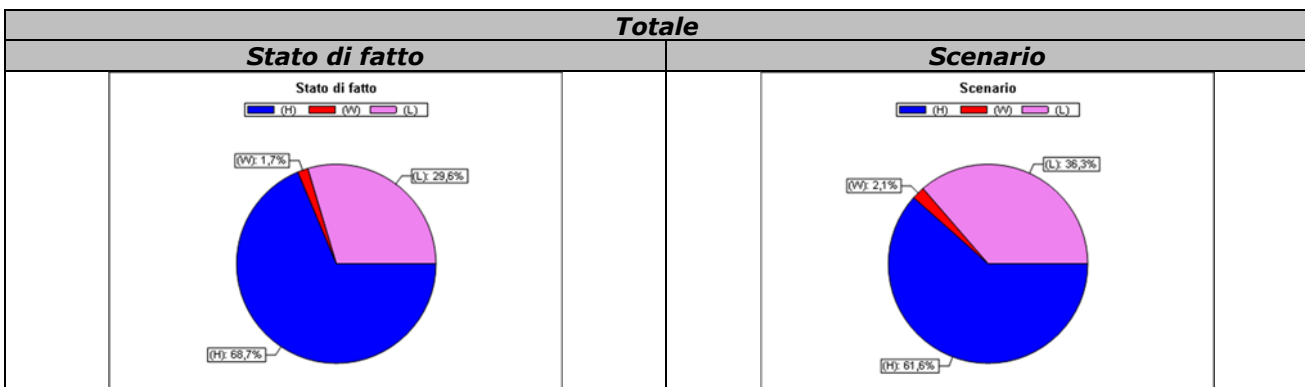
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97148	73,1	71011	66,5
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1,5	1942	1,8
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	25,5	33851	31,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	132940	100,0	106803	100,0

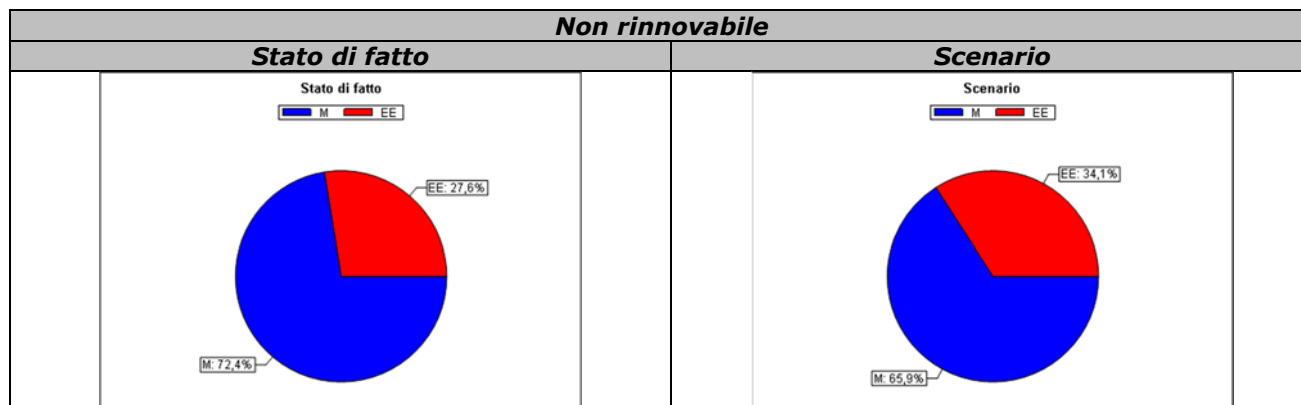


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	203	2,3	153	1,7
Acqua calda sanitaria (W)	468	5,3	468	5,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	92,4	8159	92,9
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	8830	100,0	8779	100,0

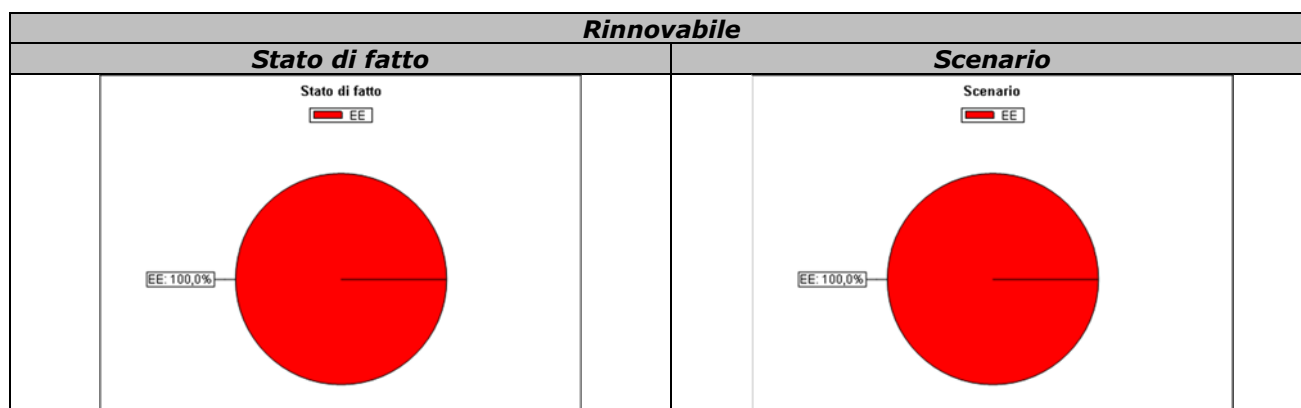


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97350	68,7	71163	61,6
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1,7	2410	2,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	29,6	42010	36,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	141770	100,0	115583	100,0

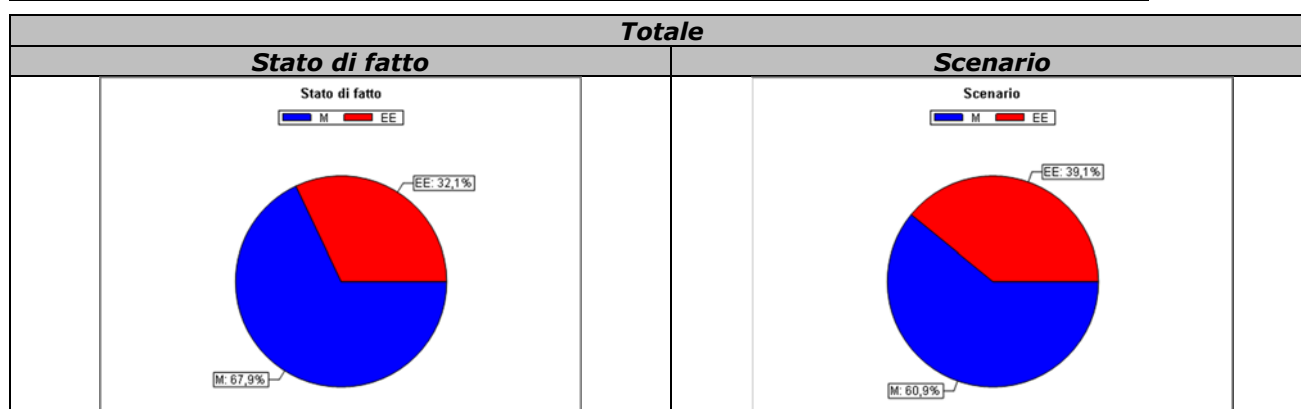
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	72,4	70378	65,9
Energia elettrica (EE)	36634	27,6	36425	34,1
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	132940	100,0	106803	100,0

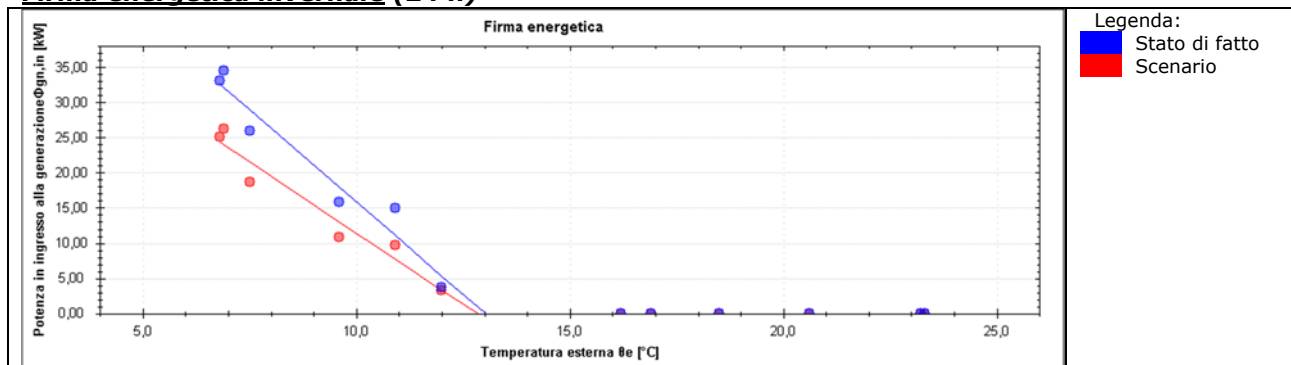


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	8830	100,0	8779	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	8830	100,0	8779	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	67,9	70378	60,9
Energia elettrica (EE)	45463	32,1	45205	39,1
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	141770	100,0	115583	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]
gennaio	6,9	31	25675	34,51	31	19486	26,19
febbraio	7,5	28	17476	26,01	28	12600	18,75
marzo	9,6	31	11776	15,83	31	8046	10,81
aprile	12,0	15	1370	3,81	15	1189	3,30
maggio	16,9	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	20,6	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	23,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,5	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	16,2	0	0	0,00	0	0	0,00
novembre	10,9	30	10765	14,95	30	7017	9,75
dicembre	6,8	31	24659	33,14	31	18689	25,12
TOTALE		166	91721	128	166	67027	94

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 Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>		
Lavoro di riferimento	<i>\\nas\BARTOLUCCI\Lavori_attuali\2018\18_26_POR_FESR Scuola Montecalvoli\Diagnosi energetica\Interventi migliorativi\Elementare Montecalvoli - D.E._24_fotovoltaico_R1.E0001</i>		
Costo stimato	C	17792,88	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1821,17	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	9,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	15,26	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>

6.3.1 Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp

Dati generali

Intervento	<u>1</u>
Descrizione	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>

Caratteristiche intervento

L'intervento prevede l'installazione di un impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (in questo caso consistente in energia solare) da installare su falda di copertura del fabbricato rivolta verso il sud geografico e priva di ombreggiamenti. L'impianto di cui sopra è composto da n° 24 pannelli fotovoltaici dotati di celle in silicio policristallino aventi ciascuno potenza elettrica di picco di 250 Wp, per una potenza elettrica totale installata dell'intero impianto di 6,00 kWp. L'energia elettrica prodotta dal suddetto impianto fotovoltaico sarà utilizzata totalmente per autoconsumo. L'intervento ha l'obiettivo di ridurre in maniera significativa i consumi elettrici per l'illuminazione artificiale del fabbricato mediante l'utilizzo di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile solare.

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 [Sm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	9691	-0,4
Globale	9734	9691	-0,4
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	337	-21,8
Acqua calda sanitaria (W)	996	609	-38,8
Illuminazione (L)	17359	10689	-38,4
Globale	18787	11636	-38,1

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8089,72	8030,89	-0,7
Acqua calda sanitaria (W)	248,94	152,37	-38,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4339,85	2672,24	-38,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	12678,51	10855,51	-14,4

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	17792,88
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	1821,17
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	9,8

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,3	89,3	0,0
Regolazione (η_{reg})	84,5	84,5	-0,1
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,0	92,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,6	98,6	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	93,2	93,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,0	93,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	142,8	143,5	0,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	142,5	143,2	0,4
Valore limite (η_{lim})	154,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	36,2	36,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	29,2	29,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	33,5	54,8	63,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	27,0	35,0	29,5
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

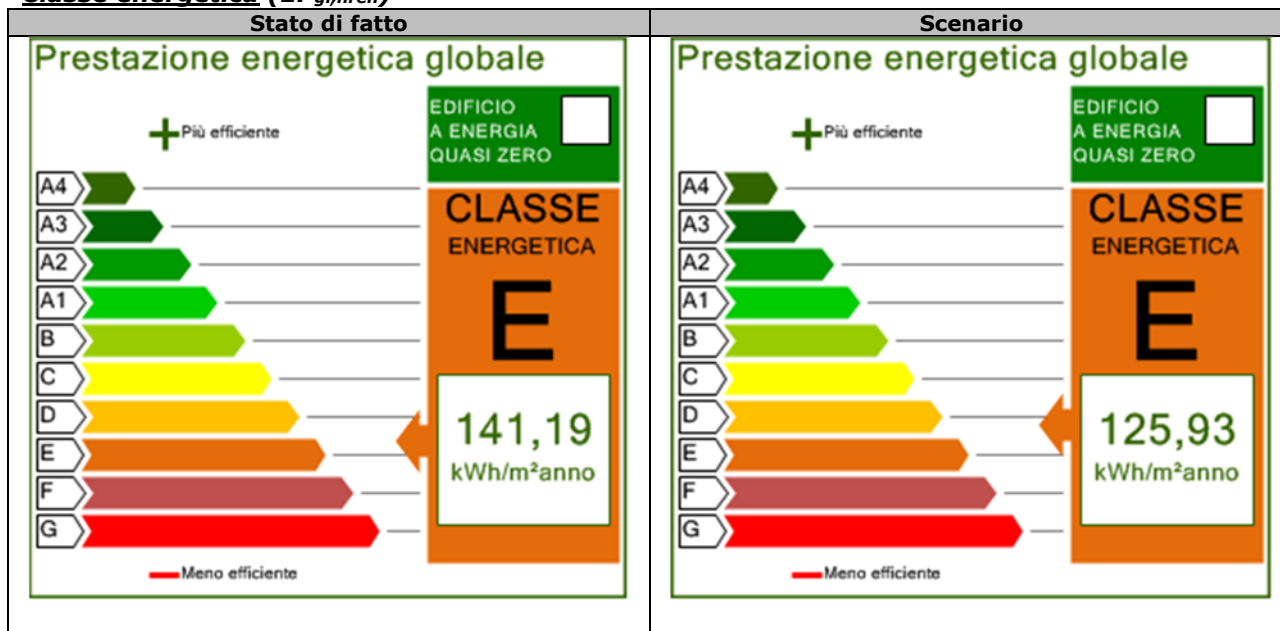
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	147,36	147,15	-0,1	39,77
Raffrescamento (C)	12,75	13,30	4,3	17,22

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	103,18	102,53	-0,6
Acqua calda sanitaria (W)	2,06	1,26	-38,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	35,95	22,14	-38,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	141,19	125,93	-10,8
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,22	0,27	23,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,71	43,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8,67	12,42	43,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	9,38	13,40	42,9
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	103,39	102,79	-0,6
Acqua calda sanitaria (W)	2,56	1,98	-22,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	44,62	34,56	-22,5
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	150,57	139,33	-7,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	72,77	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,3	48,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	36,1	86,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,7	0,9	44,6	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	35,9	85,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	6,2	9,6	54,6	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

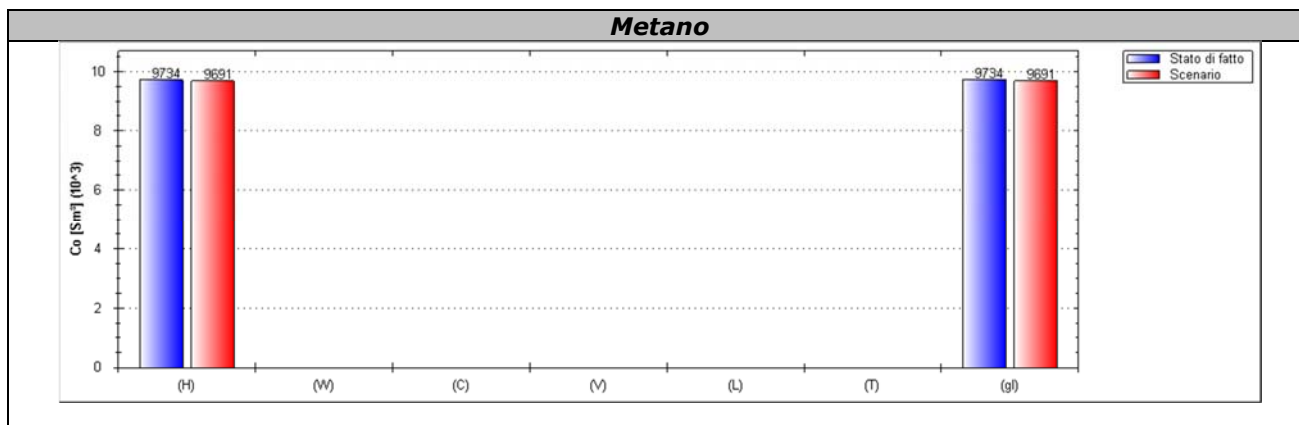
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19459,74	19331,27	-0,7
Acqua calda sanitaria (W)	458,05	280,36	-38,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7985,32	4916,93	-38,4
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	27903,11	24528,56	-12,1

Legenda:

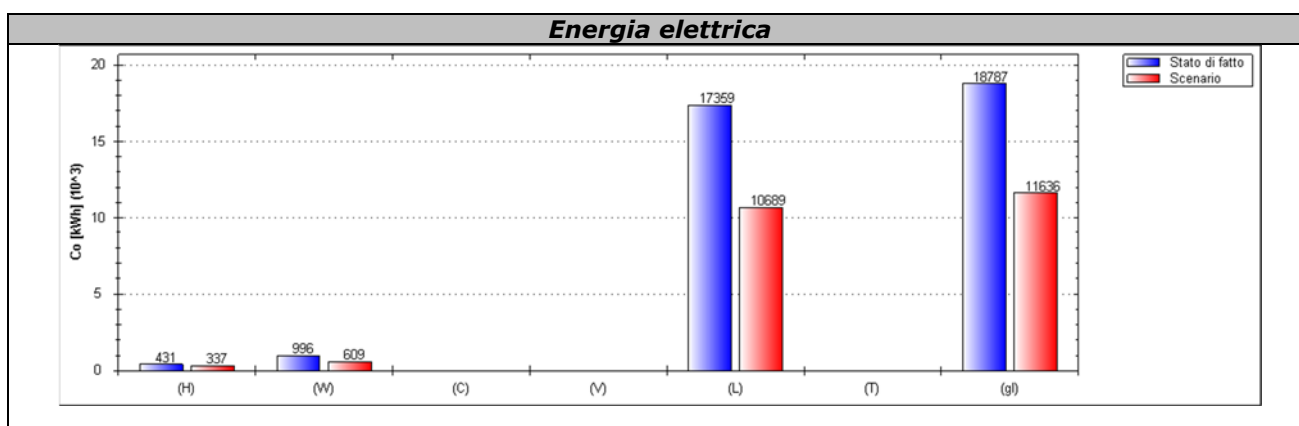
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

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

Consumi di combustibile ed energia elettrica

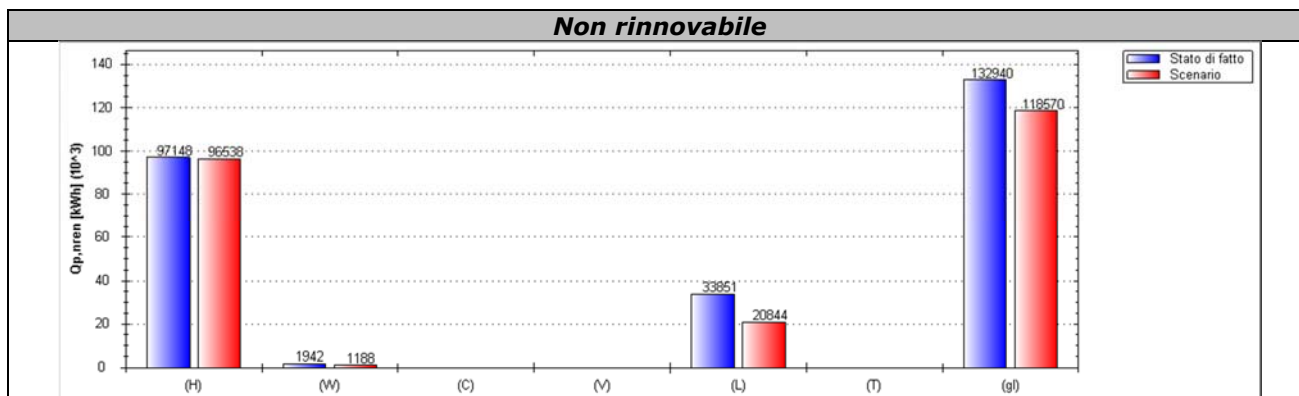


Servizio	CO _{in} [Sm³]	CO _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	9691	-0,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	9734	9691	-0,4

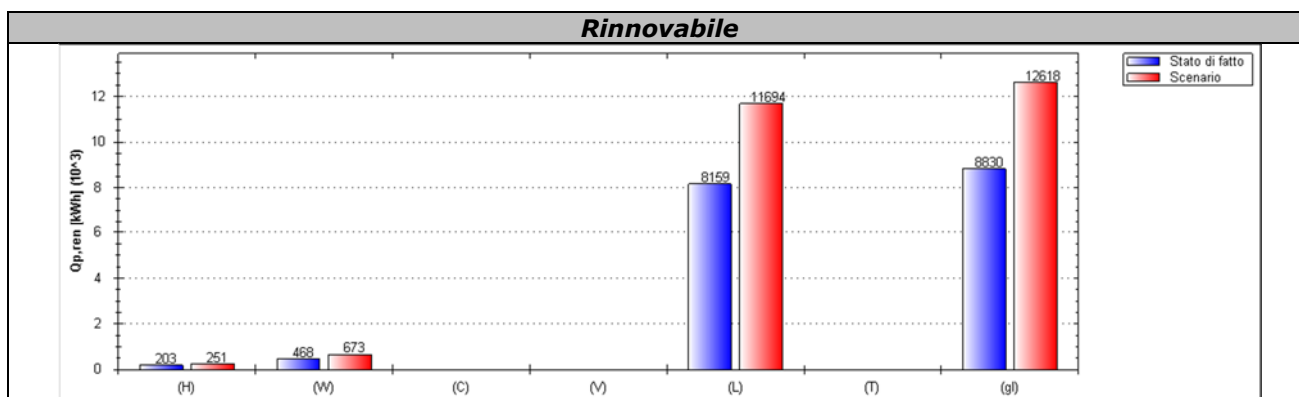


Servizio	CO _{in} [kWh]	CO _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	337	-21,8
Acqua calda sanitaria (W)	996	609	-38,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17359	10689	-38,4
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	18787	11636	-38,1

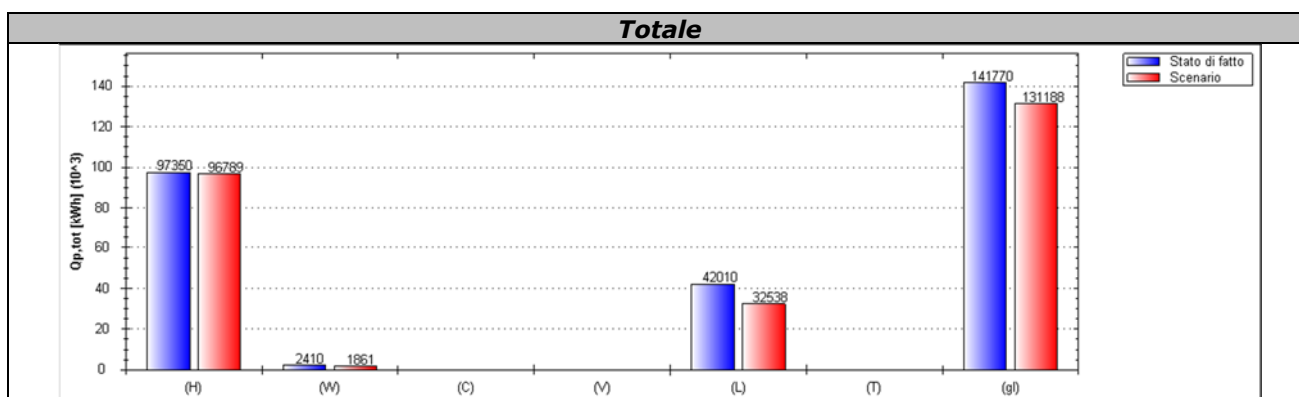
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97148	96538	-0,6
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1188	-38,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	20844	-38,4
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	132940	118570	-10,8

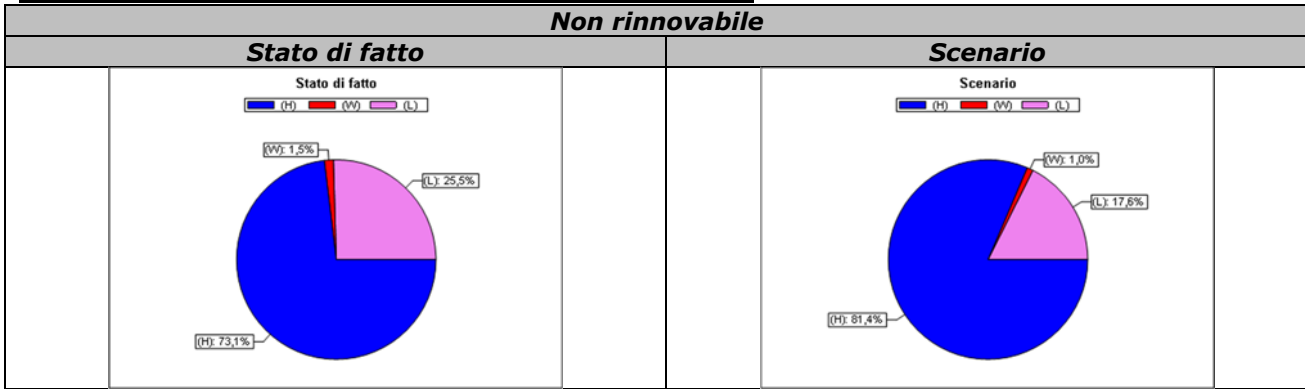


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	203	251	23,8
Acqua calda sanitaria (W)	468	673	43,7
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	11694	43,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	8830	12618	42,9

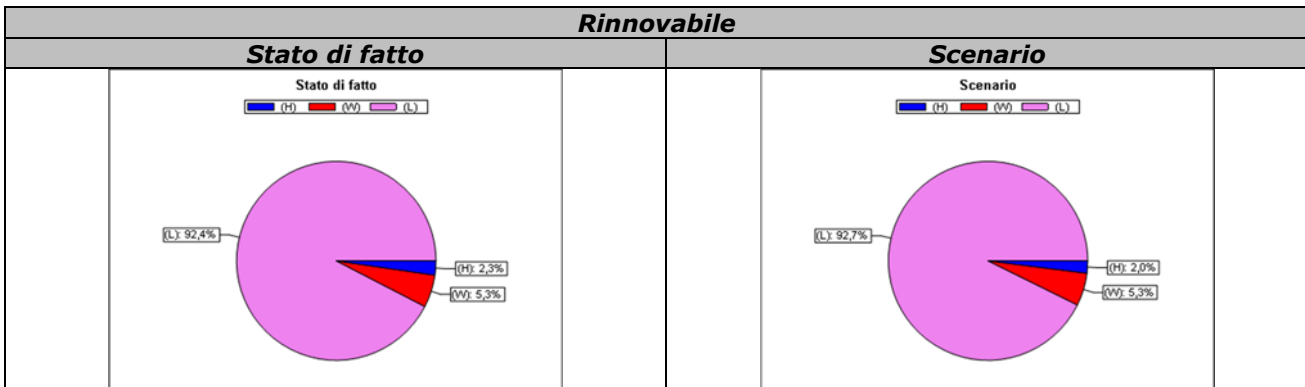


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97350	96789	-0,6
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1861	-22,8
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	32538	-22,5
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	141770	131188	-7,5

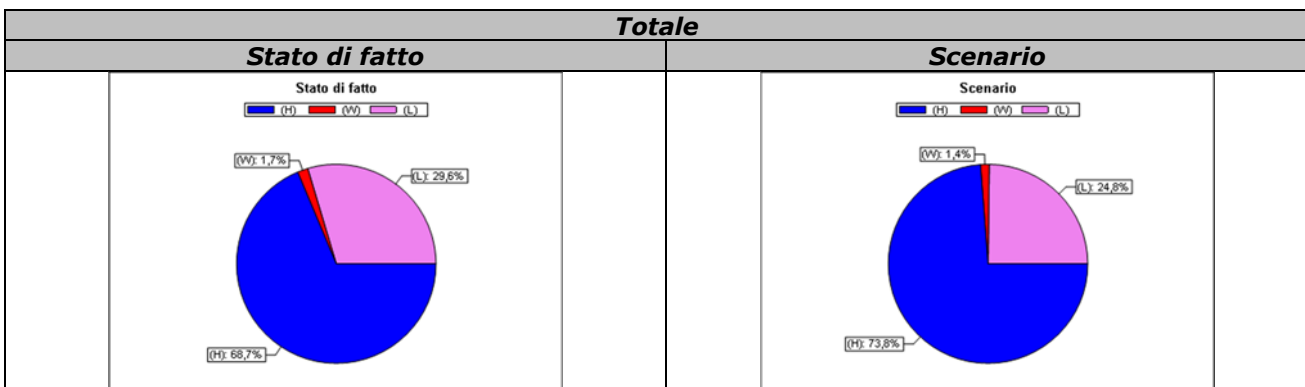
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97148	73,1	96538	81,4
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1,5	1188	1,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	25,5	20844	17,6
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	132940	100,0	118570	100,0

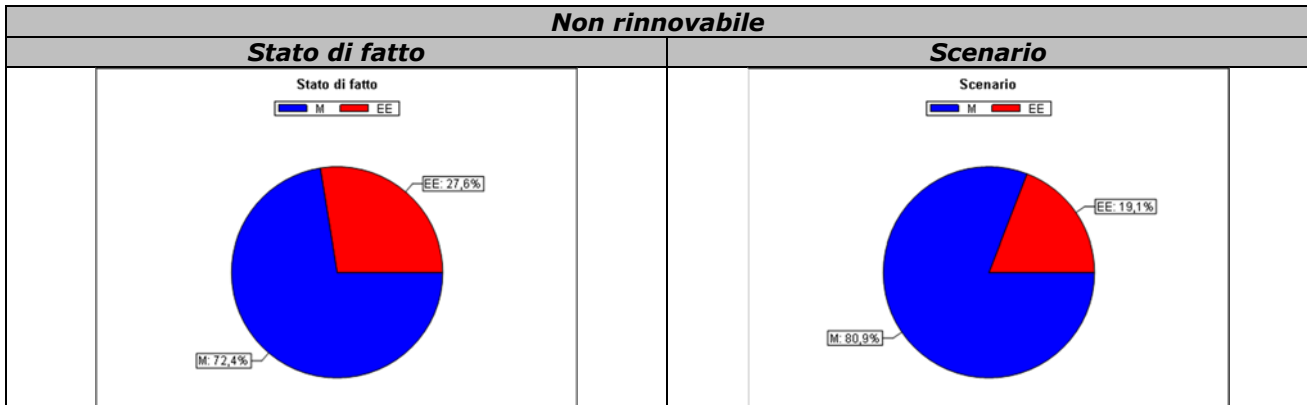


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	203	2,3	251	2,0
Acqua calda sanitaria (W)	468	5,3	673	5,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	92,4	11694	92,7
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	8830	100,0	12618	100,0

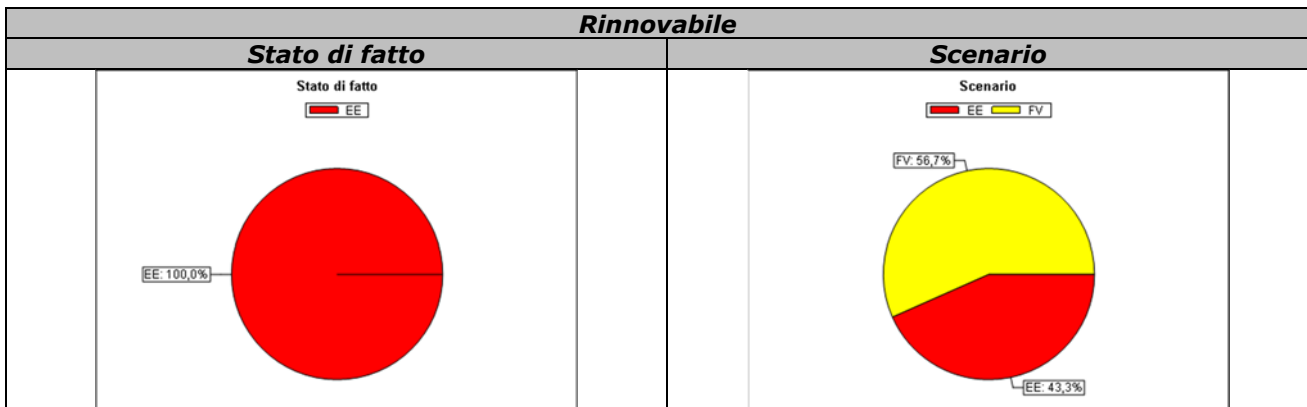


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97350	68,7	96789	73,8
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1,7	1861	1,4
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	29,6	32538	24,8
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	141770	100,0	131188	100,0

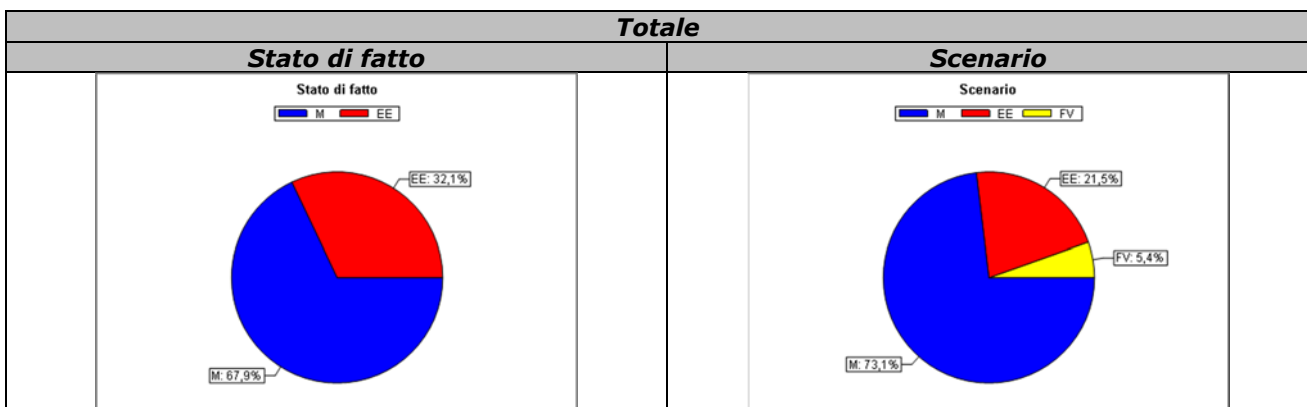
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	72,4	95881	80,9
Energia elettrica (EE)	36634	27,6	22689	19,1
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	132940	100,0	118570	100,0

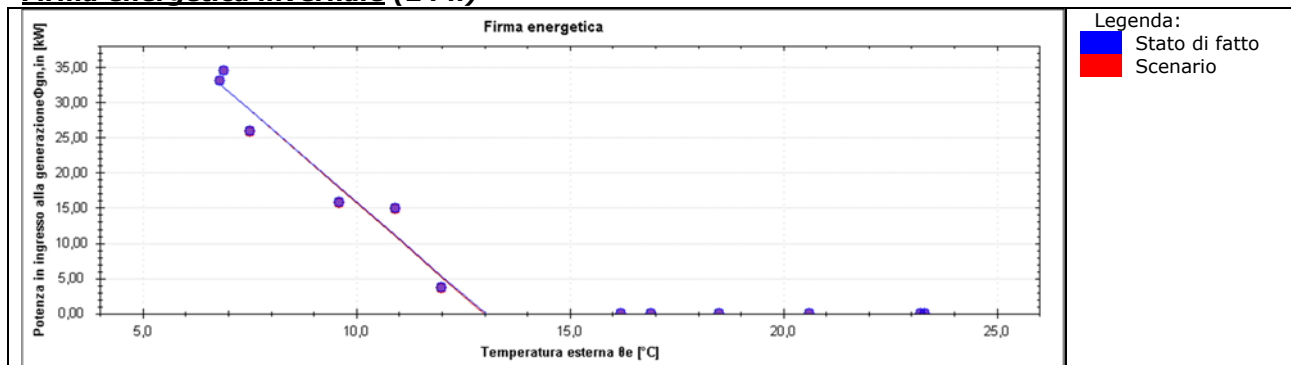


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	8830	100,0	5469	43,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	7149	56,7
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	8830	100,0	12618	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	67,9	95881	73,1
Energia elettrica (EE)	45463	32,1	28158	21,5
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	7149	5,4
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	141770	100,0	131188	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _t /ei.]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _t /ei.]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _t /ei.]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _t /ei.]
gennaio	6,9	31	25675	34,51	31	25625	34,44
febbraio	7,5	28	17476	26,01	28	17398	25,89
marzo	9,6	31	11776	15,83	31	11651	15,66
aprile	12,0	15	1370	3,81	15	1315	3,65
maggio	16,9	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	20,6	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	23,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,5	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	16,2	0	0	0,00	0	0	0,00
novembre	10,9	30	10765	14,95	30	10709	14,87
dicembre	6,8	31	24659	33,14	31	24616	33,09
TOTALE		166	91721	128	166	91315	128

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 Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp

Dati generali

Numero	4		
Descrizione	<i>Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>		
Lavoro di riferimento	\\nas\BARTOLUCCI\Lavori_attuali\2018\18_26_POR_FESR Scuola Montecalvoli\Diagnosi energetica\Interventi migliorativi\Elementare Montecalvoli - D.E._24_triplo intervento_R1.E0001		
Costo stimato	C	129928,31	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	4947,01	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	26,3	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	57,28	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	<i>Sostituzione di infissi</i>
2	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>
3	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>

6.4.1 Sostituzione di infissi

Dati generali

Intervento	<u>1</u>
Descrizione	<u>Sostituzione di infissi</u>

Caratteristiche intervento

L'intervento consiste nella sostituzione degli infissi esistenti, realizzati con telaio in legno e vetro singolo, con nuovi infissi a risparmio energetico costruiti con telaio in PVC multicamera e vetro doppio con camera in gas argon e rivestimento basso-emissivo, aventi trasmittanza termica totale (telaio + vetro) $U_w = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. Degli infissi sopra citati, solamente n° 2 porte ubicate al piano terra dell'edificio (anch'esse costruite con telaio in legno e vetro singolo) e dotate di maniglioni antipanico, verranno sostituite con altrettante porte aventi telaio in alluminio a taglio termico e doppio vetro con camera riempita con gas argon e rivestimento basso-emissivo aventi trasmittanza termica totale $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Gli unici infissi esistenti di cui non è prevista la sostituzione consistono in n° 3 porte di emergenza, di più recente installazione ed in ottimo stato di conservazione, costruite con telaio in legno e doppio vetro tipo 4+12+4. L'intervento ha l'obiettivo di contribuire alla riduzione delle dispersioni termiche del fabbricato e, di conseguenza, alla riduzione dei consumi di energia necessari per il funzionamento degli impianti per la climatizzazione invernale a servizio dello stesso.

6.4.2 Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato

Dati generali

Intervento	2
Descrizione	<i>Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato</i>

Caratteristiche intervento

L'intervento consiste nell'isolamento termico all'estradosso del solaio del piano primo dell'edificio, confinante con sottotetto non abitabile e non riscaldato, con insufflaggio di poliuretano espanso rigido a celle chiuse in schiuma, avente conducibilità termica $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$, per uno spessore totale di 10 cm. L'intervento ha l'obiettivo di contribuire significativamente alla riduzione delle dispersioni termiche del fabbricato e, di conseguenza, alla riduzione dei consumi di energia necessari per il funzionamento degli impianti per la climatizzazione invernale a servizio dello stesso.

6.4.3 Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp

Dati generali

Intervento	3
Descrizione	<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp</i>

Caratteristiche intervento

L'intervento prevede l'installazione di un impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (in questo caso consistente in energia solare) da installare su falda di copertura del fabbricato rivolta verso il sud geografico e priva di ombreggiamenti. L'impianto di cui sopra è composto da n° 24 pannelli fotovoltaici dotati di celle in silicio policristallino aventi ciascuno potenza elettrica di picco di 250 Wp, per una potenza elettrica totale installata dell'intero impianto di 6,00 kWp. L'energia elettrica prodotta dal suddetto impianto fotovoltaico sarà utilizzata totalmente per autoconsumo. L'intervento ha l'obiettivo di ridurre in maniera significativa i consumi elettrici per l'illuminazione artificiale del fabbricato mediante l'utilizzo di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile solare.

6.4.4 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Sm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	5727	-41,2
Globale	9734	5727	-41,2
Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	193	-55,2
Acqua calda sanitaria (W)	996	608	-39,0
Illuminazione (L)	17359	10655	-38,6
Globale	18787	11456	-39,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8089,72	4744,88	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	248,94	151,89	-39,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4339,85	2663,75	-38,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	12678,51	7560,53	-40,4

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	129928,31
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	4947,01
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	26,3

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,3	90,3	1,1
Regolazione (η_{reg})	84,5	81,4	-3,7
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,0	92,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,6	98,8	0,2
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	93,2	93,4	0,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,0	93,2	0,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	142,8	151,3	5,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	142,5	150,9	5,9
Valore limite (η_{lim})	154,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	75,0	75,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	36,2	36,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	29,2	29,2	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	33,5	54,9	63,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	27,0	35,0	29,7
Valore limite (η_{lim})	28,9	-	-

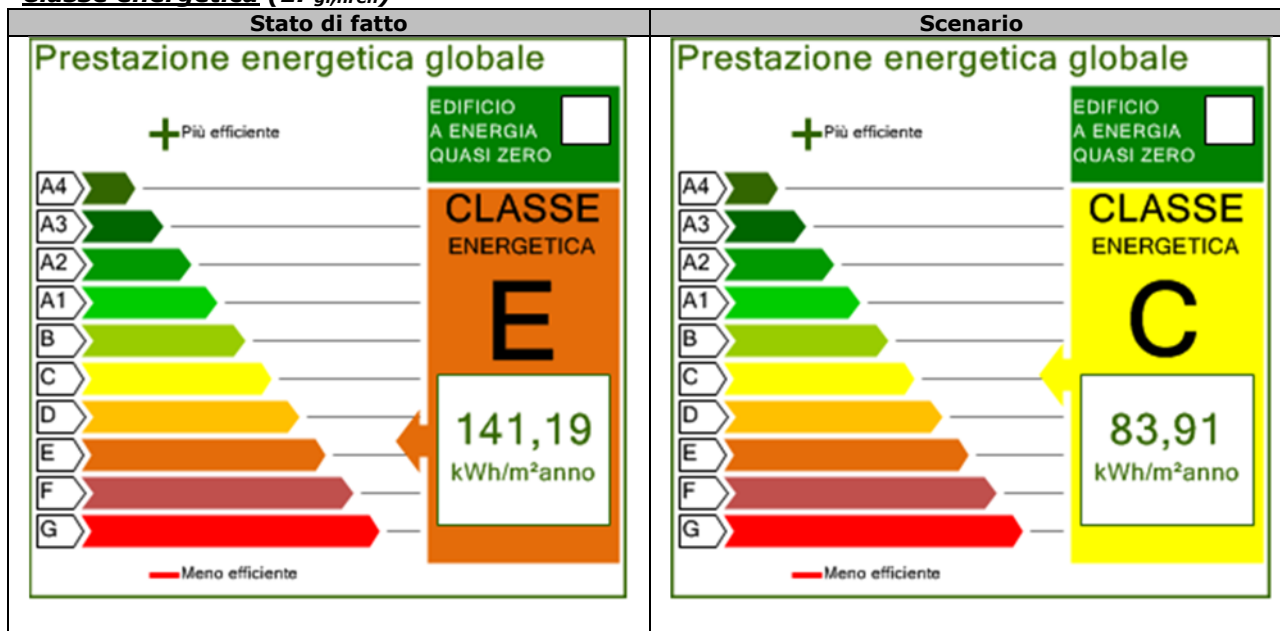
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	147,36	91,68	-37,8	39,77
Raffrescamento (C)	12,75	13,66	7,1	17,22

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	103,18	60,58	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	2,06	1,26	-39,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	35,95	22,07	-38,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	141,19	83,91	-40,6
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	0,22	0,16	-27,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,72	44,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	8,67	12,44	43,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	9,38	13,31	41,9
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	103,39	60,74	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	2,56	1,97	-22,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	44,62	34,51	-22,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	150,57	97,22	-35,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	72,77	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,3	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	36,3	86,5	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,7	1,4	104,1	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	36,0	85,5	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (gl)	6,2	13,7	120,4	-

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]

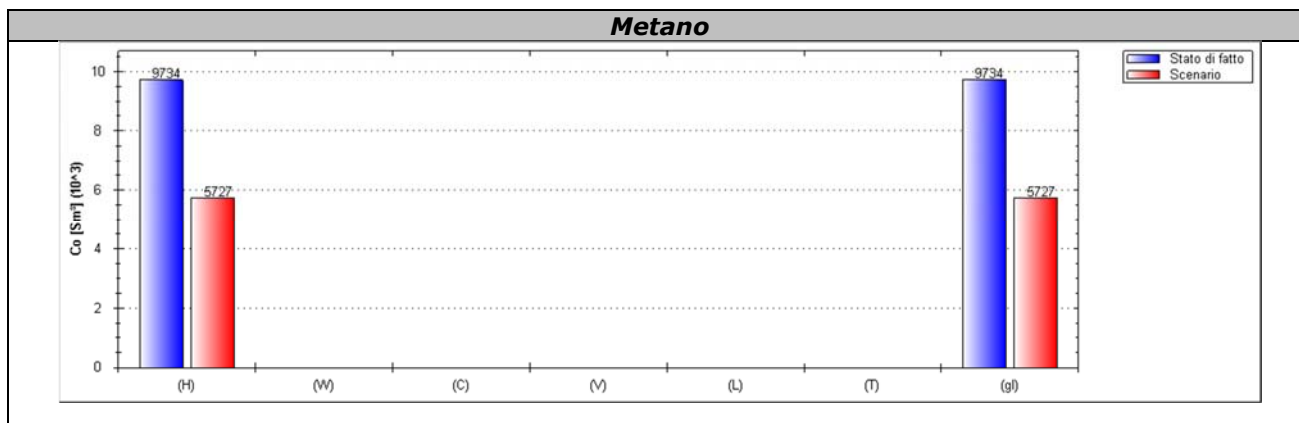
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19459,74	11422,30	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	458,05	279,48	-39,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7985,32	4901,31	-38,6
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	27903,11	16603,09	-40,5

Legenda:

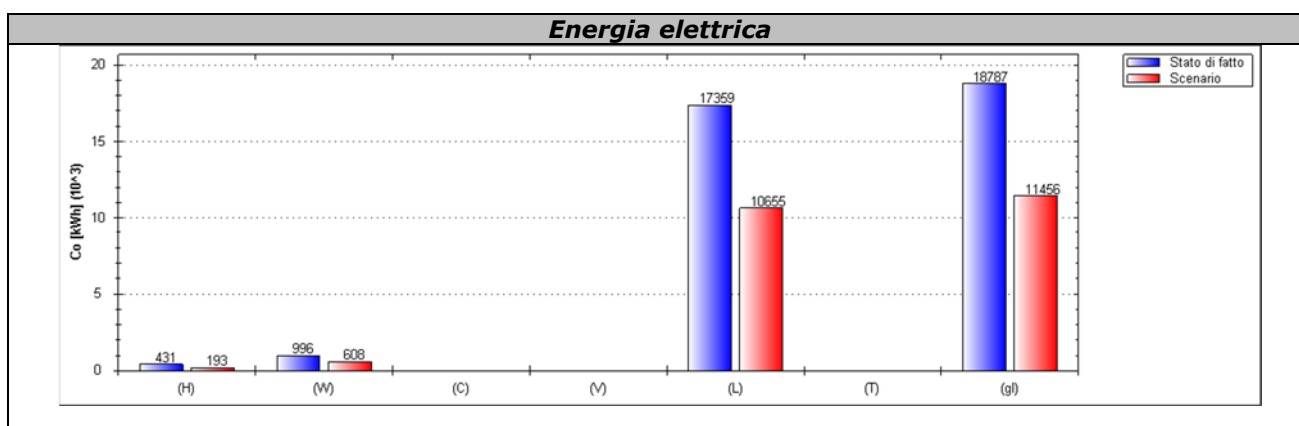
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto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

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

Consumi di combustibile ed energia elettrica

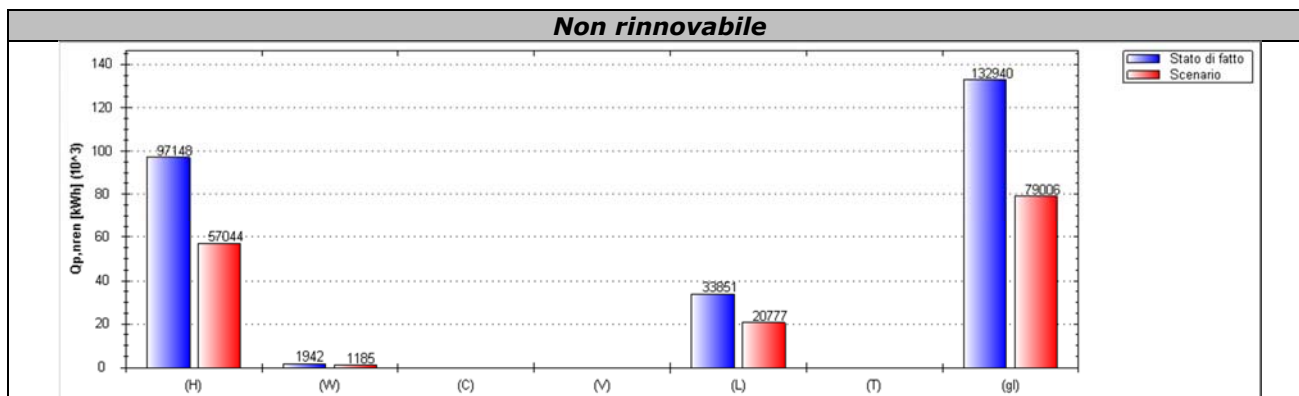


Servizio	CO _{in} [Sm³]	CO _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9734	5727	-41,2
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	9734	5727	-41,2

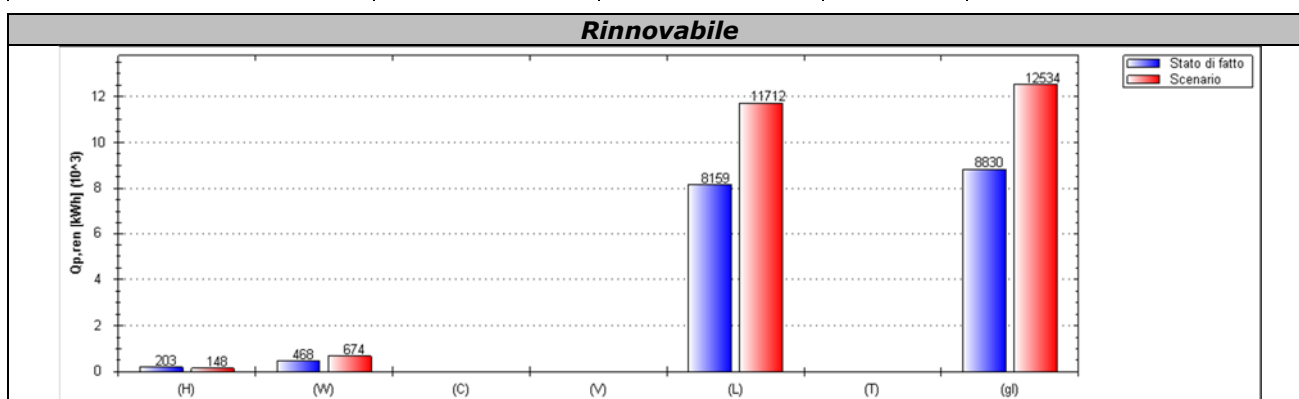


Servizio	CO _{in} [kWh]	CO _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	431	193	-55,2
Acqua calda sanitaria (W)	996	608	-39,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	17359	10655	-38,6
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	18787	11456	-39,0

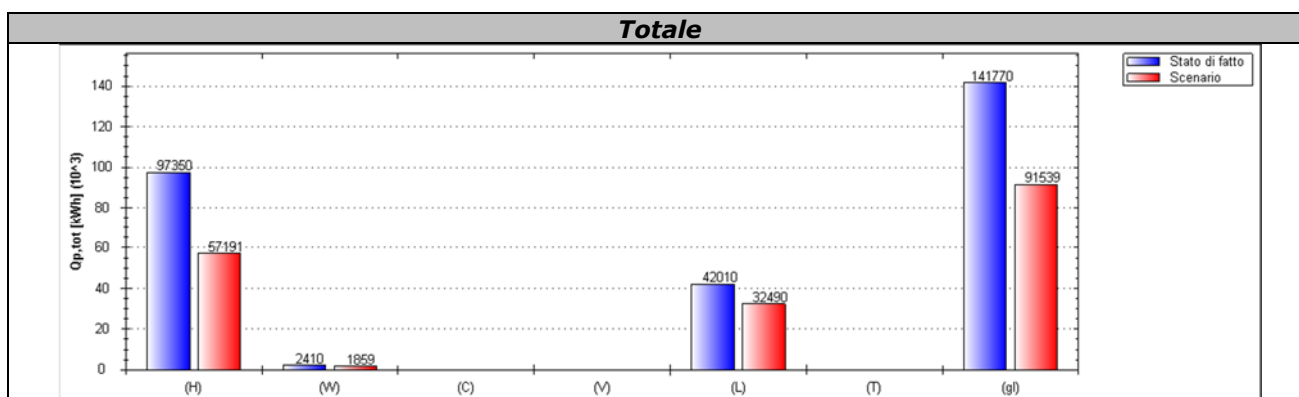
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97148	57044	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1185	-39,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	20777	-38,6
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	132940	79006	-40,6

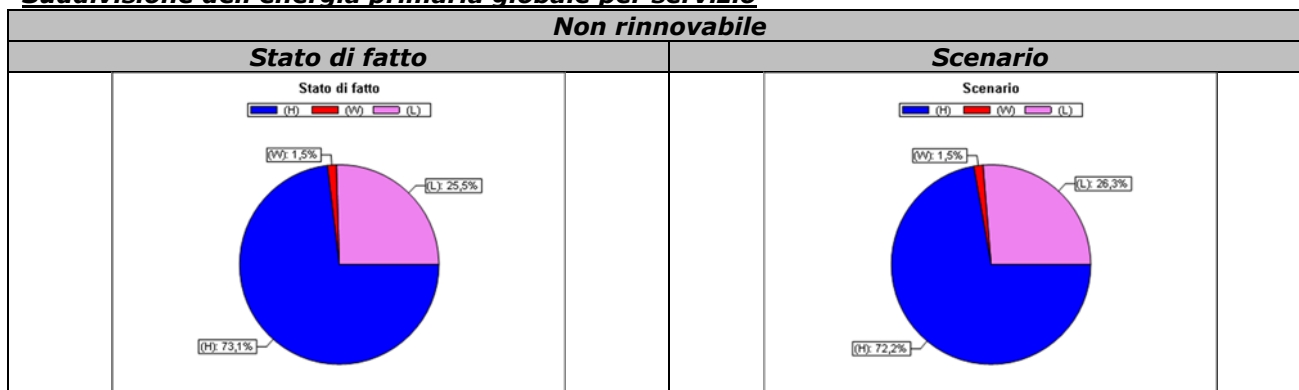


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	203	148	-27,2
Acqua calda sanitaria (W)	468	674	44,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	11712	43,6
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	8830	12534	41,9

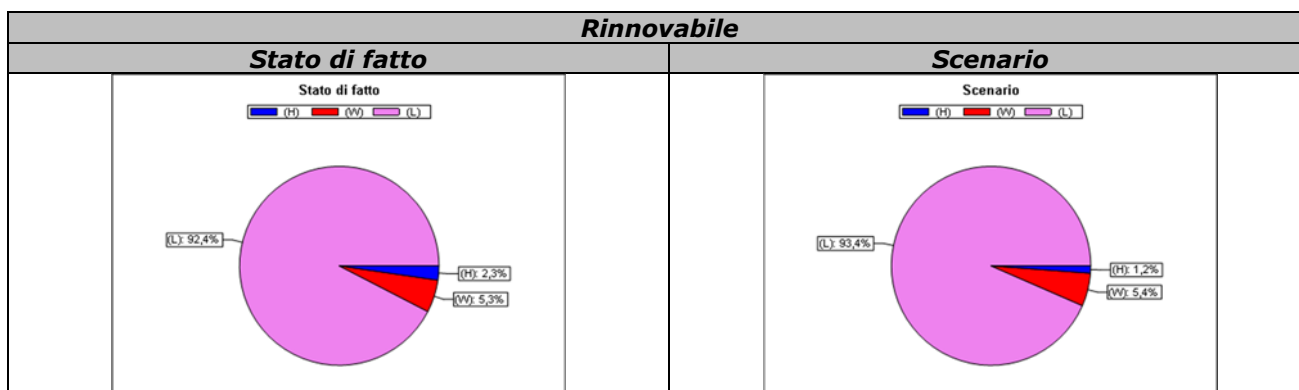


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	97350	57191	-41,3
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1859	-22,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	32490	-22,7
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	141770	91539	-35,4

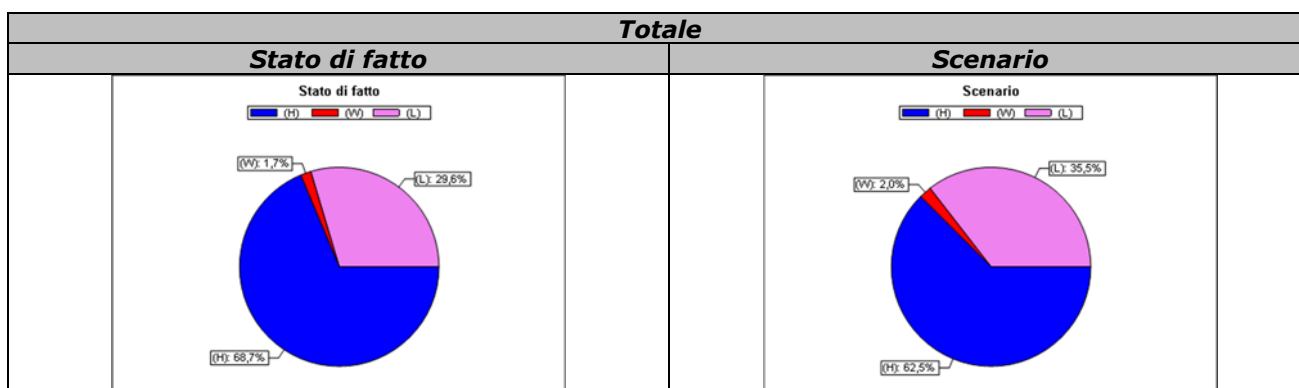
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97148	73,1	57044	72,2
Acqua calda sanitaria (W)	1942	1,5	1185	1,5
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	33851	25,5	20777	26,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	132940	100,0	79006	100,0

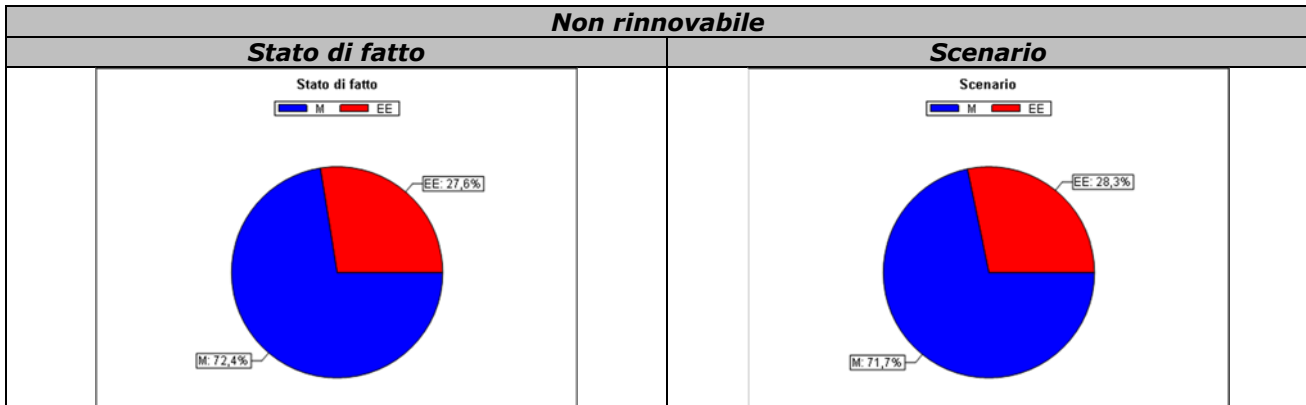


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	203	2,3	148	1,2
Acqua calda sanitaria (W)	468	5,3	674	5,4
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	8159	92,4	11712	93,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	8830	100,0	12534	100,0

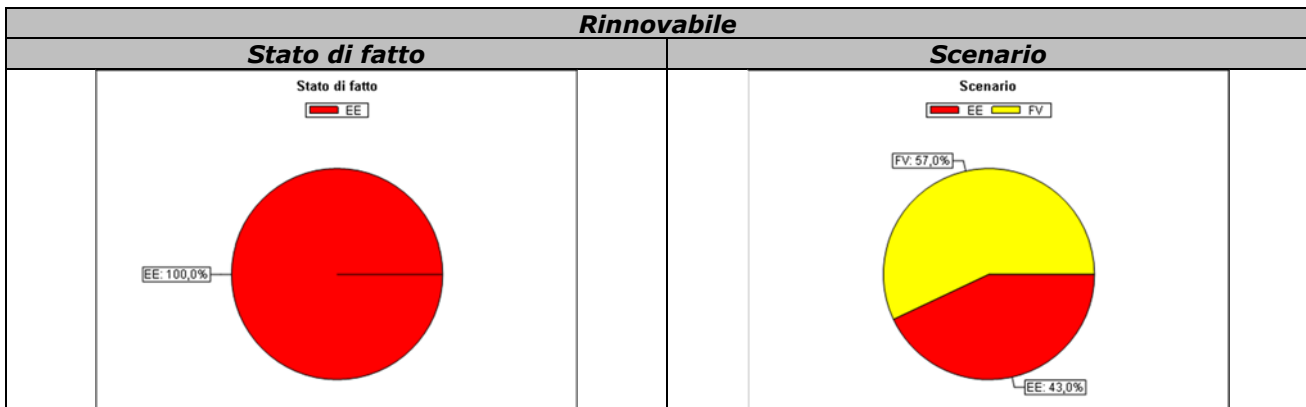


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	97350	68,7	57191	62,5
Acqua calda sanitaria (W)	2410	1,7	1859	2,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	42010	29,6	32490	35,5
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	141770	100,0	91539	100,0

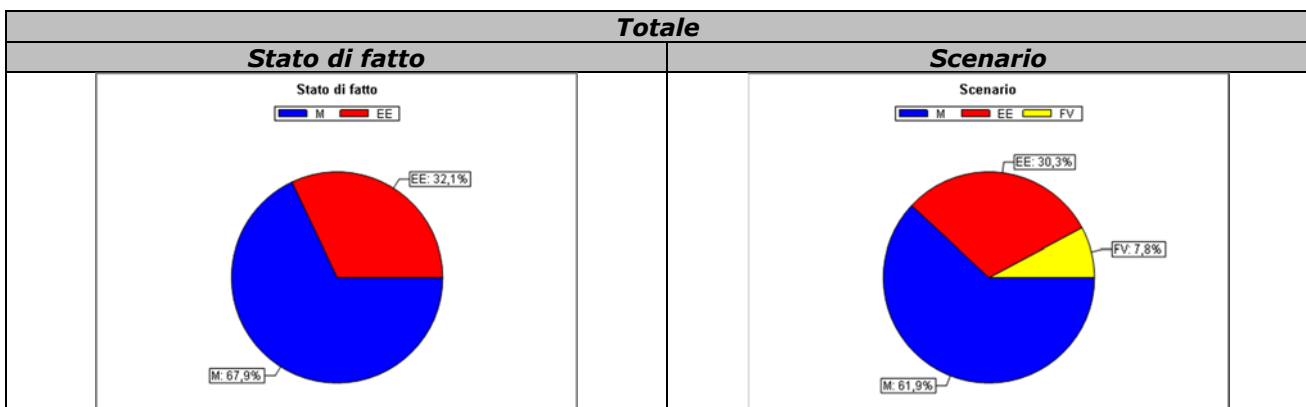
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	72,4	56667	71,7
Energia elettrica (EE)	36634	27,6	22339	28,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	132940	100,0	79006	100,0

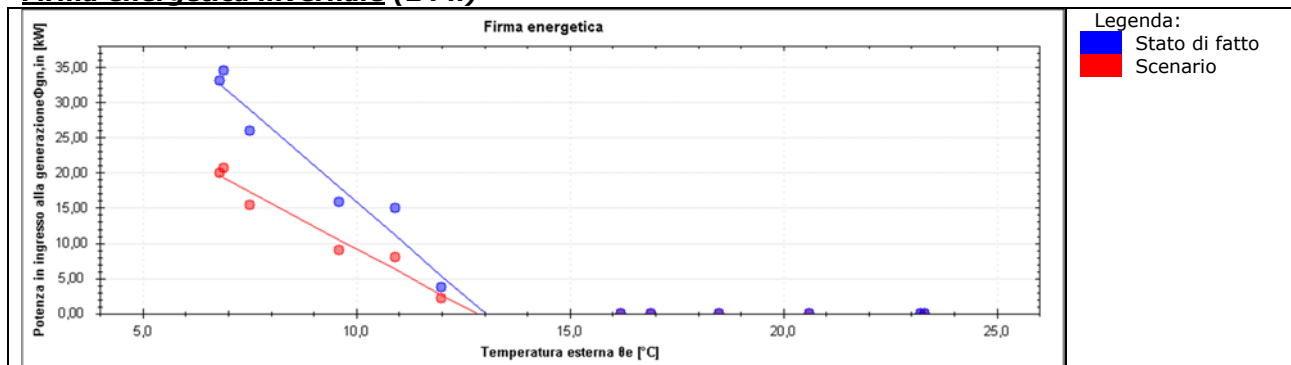


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	8830	100,0	5384	43,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	7149	57,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	8830	100,0	12534	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	96307	67,9	56667	61,9
Energia elettrica (EE)	45463	32,1	27723	30,3
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	7149	7,8
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	141770	100,0	91539	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/et}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/et}]
gennaio	6,9	31	25675	34,51	31	15445	20,76
febbraio	7,5	28	17476	26,01	28	10392	15,46
marzo	9,6	31	11776	15,83	31	6706	9,01
aprile	12,0	15	1370	3,81	15	802	2,23
maggio	16,9	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	20,6	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	23,2	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	23,3	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,5	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	16,2	0	0	0,00	0	0	0,00
novembre	10,9	30	10765	14,95	30	5797	8,05
dicembre	6,8	31	24659	33,14	31	14826	19,93
TOTALE		166	91721	128	166	53968	75

Legenda:

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

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

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

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

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

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	Sostituzione di infissi	72663,46	40	-34859,25
2	Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato	53144,79	40	8764,06
3	Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp	17792,88	40	36836,98
4	Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp	129928,31	40	18467,54

Legenda:

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

7.1 Sostituzione di infissi

7.1.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R		2,50	%
Tasso di inflazione	R _i		1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r		1,49	%
Durata del calcolo	t _{calc}		40	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}		0,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}		10	-

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	Al pezzo	72663,46	1,00	72663,46	No

Legenda:

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

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	72663,46	0,0	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

C _{sost,att}	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente
-----------------------	--

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	40	72663,46	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00

Legenda:

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

7.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
<i>Riscaldamento</i>	1260,26	40	30,00	37804,21
<i>Acqua calda sanitaria</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Raffrescamento</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Ventilazione</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Illuminazione</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Trasporto</i>	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	72663,46	40	0,00	40	55,4	0,00

Legenda:

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

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	10	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	9,23	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

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

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	37804,21
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	0,00
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	C _{in,tot}	72663,46	€
Costi in esercizio totali attualizzati	C _{es,tot,att}	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	R _{es,tot,att}	37804,21	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN _{op}	-34859,25	€
Annualità considerate nell'operazione	t _{op}	40	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	f _{pv,op}	30,00	-
Equivalentente annuale dell'operazione	a _{op}	-1162,09	€

7.2 Isolamento termico solaio verso sottotetto non riscaldato

7.2.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	2,50	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	1,49	%
Durata del calcolo	t _{calc}	40	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	0,0	%
Numero di rate	n _{rate,det}	10	-

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	Al pezzo	34877,42	1,00	34877,42	No
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	Al pezzo	18267,37	1,00	18267,37	No

Legenda:

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

7.2.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv,man} [-]	C _{man,att} [€]
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	34877,42	0,0	0,00	40	30,00	0,00
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	18267,37	0,0	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost,att} [€]
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

R _{d,sost,k}	Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente
C _{sost,att,k}	Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente
C _{sost,att}	Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	40	34877,42	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	40	18267,37	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00

Legenda:

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

7.2.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
<i>Riscaldamento</i>	2063,83	40	30,00	61908,85
<i>Acqua calda sanitaria</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Raffrescamento</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Ventilazione</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Illuminazione</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Trasporto</i>	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	34877,42	40	0,00	40	55,4	0,00
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	18267,37	40	0,00	40	55,4	0,00

Legenda:

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

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	10	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	9,23	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.2.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

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

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	61908,85
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	0,00
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	C _{in,tot}	53144,79	€
Costi in esercizio totali attualizzati	C _{es,tot,att}	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	R _{es,tot,att}	61908,85	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN _{op}	8764,06	€
Annualità considerate nell'operazione	t _{op}	40	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	f _{pv,op}	30,00	-
Equivalente annuale dell'operazione	a _{op}	292,16	€

7.3 Installazione di impianto solare fotovoltaico 6 kWp

7.3.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R		2,50	%
Tasso di inflazione	R _i		1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r		1,49	%
Durata del calcolo	t _{calc}		40	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}		0,0	%
Numero di rate	n _{rate, det}		10	-

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp	40	Al pezzo	1,00	17792,88	17792,88	No

Legenda:

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

7.3.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv, man} [-]	C _{man, att} [€]
Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp	40	17792,88	0,0	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost, att} [€]
Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	K _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp	40	0	40	17792,88	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00

Legenda:

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

7.3.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	57,00	40	30,00	1709,70
Acqua calda sanitaria	96,57	40	30,00	2896,86
Raffrescamento	0,00	40	30,00	0,00
Ventilazione	0,00	40	30,00	0,00
Illuminazione	1667,60	40	30,00	50023,30
Trasporto	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp	40	0	17792,88	40	0,00	40	55,4	0,00

Legenda:

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

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	10	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	9,23	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

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

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	54629,87
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	0,00
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	C _{in,tot}	17792,88	€
Costi in esercizio totali attualizzati	C _{es,tot,att}	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	R _{es,tot,att}	54629,87	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN _{op}	36836,98	€
Annualità considerate nell'operazione	t _{op}	40	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	f _{pv,op}	30,00	-
Equivalente annuale dell'operazione	a _{op}	1228,02	€

7.4 Sostituzione di infissi + isolamento termico solaio verso sottotetto + impianto solare fotovoltaico 6 kWp

7.4.1 Dati generali

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	2,50	%
Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	1,49	%
Durata del calcolo	t _{calc}	40	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	0,0	%
Numero di rate	n _{rate,det}	10	-

7.4.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	Al pezzo	72663,46	1,00	72663,46	No
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	Al pezzo	18267,37	1,00	18267,37	No
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	Al pezzo	21204,60	1,00	21204,60	No
<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp</i>	40	Al pezzo	17792,88	1,00	17792,88	No

Legenda:

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

7.4.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv,man} [-]	C _{man,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	72663,46	0,0	0,00	40	30,00	0,00
<i>Schiuma poliuretanic a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	18267,37	0,0	0,00	40	30,00	0,00
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	21204,60	0,0	0,00	40	30,00	0,00
<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp</i>	40	17792,88	0,0	0,00	40	30,00	0,00

Legenda:

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

C_{man,att} Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente

Costi di sostituzione

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	UM	C _{sost} [€/UM]	C _{sost} [€]	C _{sost,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Schiuma poliuretana a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp</i>	40	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00

Legenda:

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

Costi finali di smaltimento

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	t _{smal} [anno]	C _{in} [€]	p _{smal} [%]	k _{smal} [%]	C _{smal} [€]	R _{d,smal} [%]	C _{smal,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	40	72663,46	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00
<i>Schiuma poliuretana a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	40	18267,37	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	40	21204,60	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00
<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp</i>	40	0	40	17792,88	0,0	100,0	0,00	55,4	0,00

Legenda:

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

7.4.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
<i>Riscaldamento</i>	3173,86	40	30,00	95206,70
<i>Acqua calda sanitaria</i>	97,05	40	30,00	2911,15
<i>Raffrescamento</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Ventilazione</i>	0,00	40	30,00	0,00
<i>Illuminazione</i>	1676,10	40	30,00	50278,00
<i>Trasporto</i>	0,00	40	30,00	0,00

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
<i>Infissi a risparmio energetico con telaio in PVC multicamera o in alluminio a taglio termico. Vetro doppio con vetrocamera riempita con gas argon.</i>	40	0	72663,46	40	0,00	40	55,4	0,00
<i>Schiuma poliuretana a spruzzo - spessore 10cm</i>	40	0	18267,37	40	0,00	40	55,4	0,00
<i>Intonaco termico esterno su porzione di facciate esterne per correzione ponti termici</i>	40	0	21204,60	40	0,00	40	55,4	0,00
<i>Installazione di impianto solare fotovoltaico avente potenza elettrica di picco di 6,00 kWp</i>	40	0	17792,88	40	0,00	40	55,4	0,00

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

Ricavi da detrazioni periodiche

Costo totale iniziale detraibile	C _{in,tot,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	10	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	9,23	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	0,00	€

7.4.5 Risultati

Costi in esercizio totali attualizzati

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

Ricavi in esercizio totali attualizzati

Descrizione	Simbolo	Valore [€]
Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	148395,85
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	0,00
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00

Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	129928,31	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	0,00	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	Res,tot,att	148395,85	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	18467,54	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	40	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	30,00	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	615,64	€

