

REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
Comune di NOLE

PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi dell' art. 23 del D. Lgs. 16 aprile 2016, n. 50

INTERVENTO:

**RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI SCUOLA MATERNA
I LOTTO FUNZIONAE**

OGGETTO:

DIAGNOSI ENERGETICA

Proprietà:

COMUNE DI NOLE

Via Devesi n. 14
10076 - Nole (TO)
P. IVA: 01282670015

Progettazione e D.L. generale:

Arch. Dario MORDENTI
P.iva: 09081130016
Piazza Emanuele Filiberto, 7 - 10122 TORINO (TO)
tel: +39 348.44.25.932

**Coordinatore per la sicurezza
in fase di progettazione ed esecuzione:**

Ing. ALESSANDRO REMONDA
P.iva: 08534280014
Via Paolo Veronesi, 216/5 - 10148 Torino
tel: +39 011.5690275

TAVOLA	NL_SC_MT_DE
REV.	--
SCALA	-----
DATA	05/10/2017

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 Nole

Indirizzo

Nole (TO)

Edificio

Descrizione

Scuola materna

Indirizzo

Via Torino n. 29 - Nole

Software di calcolo

*Edilclima EC700 versione 8.17.31 ed
EC720 versione 4.17.29*

Data di redazione del documento

05/10/2017

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici
4.2	Caratteristiche del fabbricato
4.2.1	Strutture disperdenti
4.2.2	Principali risultati dei calcoli
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	Impianto di riscaldamento idronico
4.3.2	Impianto di acqua calda sanitaria
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	COIBENTAZIONE PARETI E SOLAI
6.1.1	Realizzazione cappotto esterno
6.1.2	Coibentazione della copertura
6.1.3	Coibentazione pavimento
6.1.4	Prestazioni raggiungibili

1 PREMESSA

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

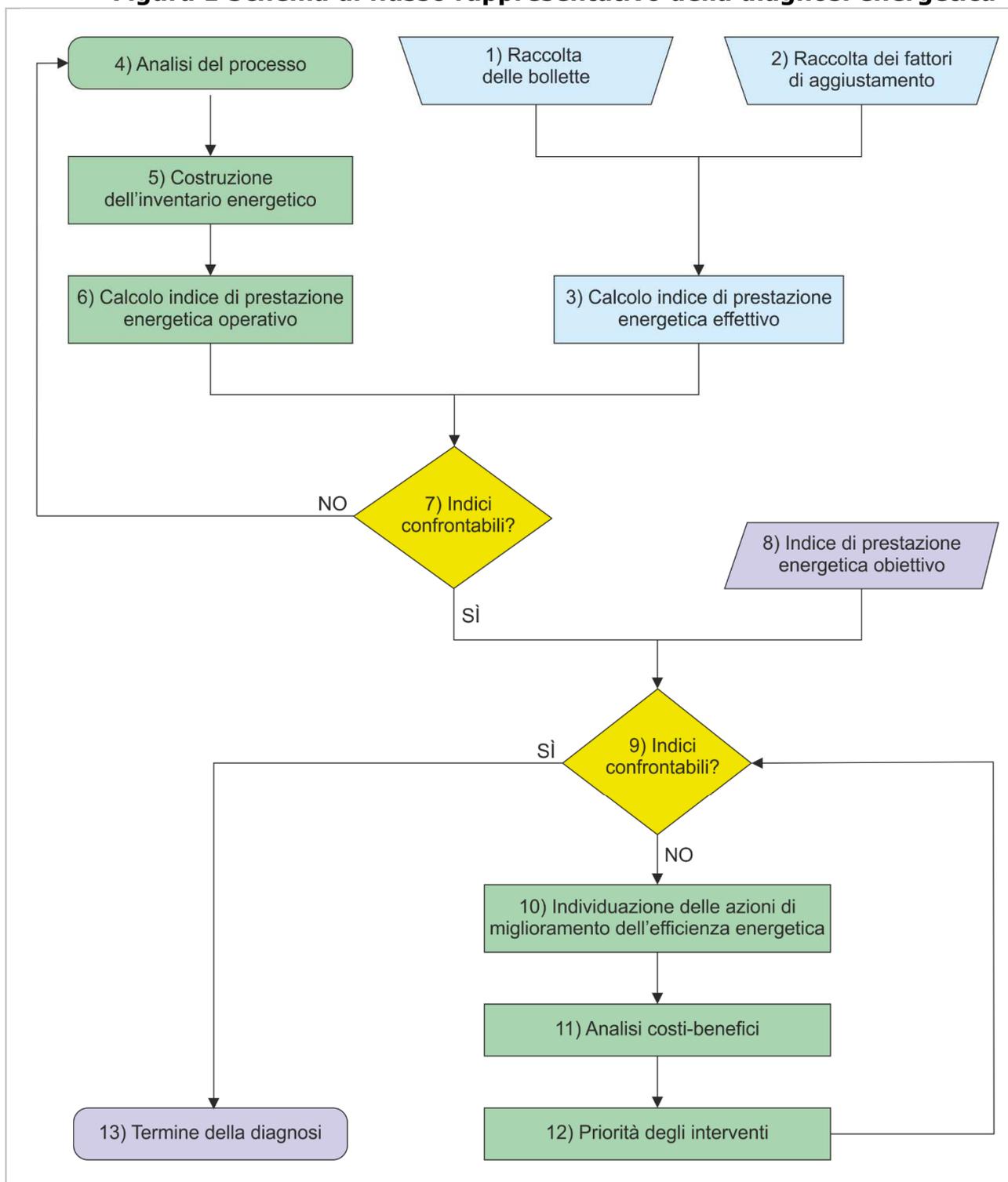
Modalità operative

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 articolata in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l'analisi energetica dell'edificio (volta a fornirne un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l'edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l'individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell'esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

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

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>Scuola materna</i>
Comune	<i>Nole</i>
Provincia	<i>Torino</i>
CAP	<i>10076</i>
Indirizzo edificio	<i>Via Torino n. 29 - Nole</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 ($GG_{DPR\ 412/93}$) [$^{\circ}Cg$]	<i>2948</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>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	218,12	m^2
Superficie lorda	S_{lorda}	241,14	m^2
Volume netto	V_{netto}	697,98	m^3
Volume lordo	V_{lordo}	983,85	m^3
Fattore di forma	S/V	0,71	m^{-1}

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H_{idr})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	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	$EP_{\text{gl,nren}}$	451,23	$kWh_p/m^2\text{anno}$
Classe energetica		G	

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

Raccomandazioni

Scenario	1	Descrizione scenario	COIBENTAZIONE PARETI E SOLAI		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Realizzazione cappotto esterno				
2	Coibentazione della copertura				
3	Coibentazione pavimento				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
$EP_{\text{gl,nren}}$ [$kWh_p/m^2\text{anno}$]		451,23	113,34	337,89	74,90
Classe energetica		G	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 8.17.31 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 4.17.29 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

L'analisi è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). La modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere). Si riassumono, nel prospetto seguente, le principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3.

Prospetto 1 Principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3

Parametro	A1 / A2	A3
Dati climatici	Convenzionali	Convenzionali / reali
Fattori di ombreggiatura	Convenzionali	Convenzionali / analitici / forfettari
Apporti interni	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature interne	Convenzionali	Convenzionali / reali
Umidità relativa interna	Convenzionale	Convenzionale / reale
Ricambi d'aria	Convenzionali	Convenzionali / reali
Stagione di riscaldamento	Convenzionale	Convenzionale / reale / nota
Stagione di raffrescamento	Convenzionale	Reale / nota
Vicini	Presenti	Presenti / assenti
Regime di funzionamento impianto	Continuo	Continuo / intermittente
Fattore di contabilizzazione	Non considerato	Considerato / non considerato
Rendimento di emissione	Semplificato / analitico	Semplificato / analitico / misure
Rendimento di regolazione	Convenzionale	Convenzionale / corretto
Consumi di ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature reti di distribuzione ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Illuminazione	Ambienti interni	Ambienti interni ed esterni

Stagioni di calcolo

Energia invernale			
Stagione di riscaldamento		Convenzionale	
Dal	15 ottobre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})		183	
Energia estiva			
Stagione di raffrescamento		Reale	
Dal	21 aprile	Al	07 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		170	

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 _{t/el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,433	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	<i>Nole</i>		
Provincia	<i>Torino</i>		
Altitudine s.l.m.		372	m
Latitudine nord		45°14'	
Longitudine est		7°34'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2948	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2735	°Cg
Zona climatica		<i>E</i>	
Regione di vento		<i>NORD PADANO</i>	
Direzione del vento prevalente		<i>Nord-Est</i>	
Distanza da mare		<i>> 40</i>	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,40	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	2,80	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-8,7	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		277,8	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	-	-	-	-	-	20	20	20
θ _e [°C]	0,5	2,4	7,6	11,2	17,3	21,4	22,9	21,9	18,4	11,6	6,1	1,9
n _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	605	493	384	132	-	-	-	-	-	143	417	561
p [Pa]	525,9	583,0	839,8	884,7	1286,7	1537,1	1507,5	1905,5	1576,1	1117,9	874,1	616,8

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

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,7	2,7	3,6	5,1	7,8	9,8	9,6	6,9	4,5	3,0	1,9	1,4
NE	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
E	3,7	5,9	8,5	11,1	12,9	14,7	15,7	13,7	10,4	6,7	3,7	3,2
SE	6,4	8,5	10,7	11,7	12,1	12,8	13,9	13,6	12,0	9,1	5,6	5,9
S	8,1	10,1	11,3	10,5	9,9	10,2	11,0	11,5	11,7	10,3	6,9	7,6
SO	6,4	8,5	10,7	11,7	12,1	12,8	13,9	13,6	12,0	9,1	5,6	5,9
O	3,7	5,9	8,5	11,1	12,9	14,7	15,7	13,7	10,4	6,7	3,7	3,2
NO	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
Orizzontale	4,6	7,7	11,7	16,0	19,7	22,8	24,0	20,2	14,6	9,0	4,8	3,9

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

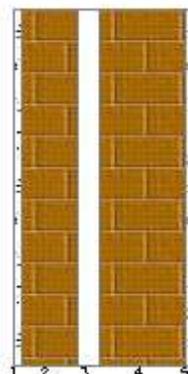
Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato raffrontandone le rispettive trasmittanze medie ai corrispondenti limiti di legge ed esplicitandone le dispersioni (invernali ed estive). Per ciascuna struttura verrà inoltre evidenziata la rispettiva incidenza sulle 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.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *PARETE ESTERNA ESISTENTE*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	1,087	W/m ² K
Spessore	250	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-9,7	°C
Permeanza	98,522	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	176	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	176	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,714	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,657	-
Sfasamento onda termica	-5,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	11
2	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	30,00	0,167	0,180	-	-	-
4	Mattone forato	120,00	0,387	0,310	717	0,84	9
5	Intonaco	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	11
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *PAVIMENTO ESISTENTE*

Codice: *P1*

Trasmittanza termica **1,412** W/m²K

Spessore **290** mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) **-9,7** °C

Permeanza **29,586** 10⁻¹²kg/sm²Pa

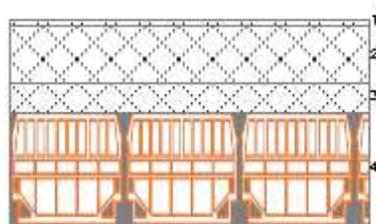
Massa superficiale
(con intonaci) **472** kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) **472** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,332** W/m²K

Fattore attenuazione **0,236** -

Sfasamento onda termica **-9,6** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Pavimentazione	10,00	0,700	0,014	1600	0,88	20
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,700	0,114	1600	0,88	20
3	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	40,00	2,150	0,019	2400	1,00	96
4	Soletta in laterizio	160,00	0,500	0,320	1450	0,84	7
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

Legenda simboli

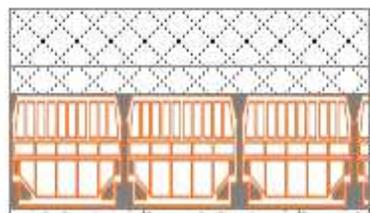
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: **TETTO**

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,566	W/m ² K
Spessore	290	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-9,7	°C
Permeanza	29,985	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	470	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	470	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,466	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,297	-
Sfasamento onda termica	-9,3	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,700	0,114	1600	0,88	20
2	C.I.S. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	40,00	2,150	0,019	2400	1,00	96
3	Soletta in laterizio	160,00	0,500	0,320	1450	0,84	7
4	Intonaco	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	11
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
M1	T	PARETE ESTERNA ESISTENTE	1,087	169,90	12282,0	17,3	1393,8	17,0	2218,3	12,6
Totale				169,90	12282,0	17,3	1393,8	17,0	2218,3	12,6

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
P1	T	PAVIMENTO ESISTENTE	1,412	241,14	22635,4	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				241,14	22635,4	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	TETTO	1,566	241,14	25117,2	35,5	5700,9	69,5	6187,0	35,2
Totale				241,14	25117,2	35,5	5700,9	69,5	6187,0	35,2

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol,w} [kWh _t]	%
W1	T	SERRAMENTO 360x240	3,184	25,92	5488,9	7,7	579,3	7,1	5845,9	33,2
W2	T	SERRAMENTO 120x110	3,149	7,92	1658,4	2,3	175,0	2,1	758,0	4,3
W3	T	SERRAMENTO 370x50	3,338	9,25	2053,3	2,9	216,7	2,6	1922,5	10,9
W4	T	SERRAMENTO CIRCOLARE	3,158	1,14	239,4	0,3	25,3	0,3	85,6	0,5
W5	T	SERRAMENTO 90x225	3,181	4,06	858,8	1,2	90,6	1,1	391,5	2,2
W6	T	SERRAMENTO 100x100	3,167	1,00	210,6	0,3	22,2	0,3	175,8	1,0
Totale				49,29	10509,4	14,8	1109,2	13,5	9179,3	52,2

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	R - Parete - Copertura	0,030	53,70	108,7	0,2
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,005	53,70	18,5	0,0
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,020	126,49	168,2	0,2
Totale				233,89	295,4	0,4

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 ESTERNA ESISTENTE	1,087	169,90	4737,9	17,3	1740,3	17,0	4247,4	14,0
Totale				169,90	4737,9	17,3	1740,3	17,0	4247,4	14,0

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
P1	T	PAVIMENTO ESISTENTE	1,412	241,14	8731,7	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				241,14	8731,7	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol,op} [kWh _t]	%
S1	T	TETTO	1,566	241,14	9689,1	35,5	7117,9	69,5	14924,2	49,2
Totale				241,14	9689,1	35,5	7117,9	69,5	14924,2	49,2

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	SERRAMENTO 360x240	3,184	25,92	2117,4	7,7	723,3	7,1	6222,4	20,5
W2	T	SERRAMENTO 120x110	3,149	7,92	639,7	2,3	218,5	2,1	1517,3	5,0
W3	T	SERRAMENTO 370x50	3,338	9,25	792,1	2,9	270,6	2,6	2046,4	6,8
W4	T	SERRAMENTO CIRCOLARE	3,158	1,14	92,4	0,3	31,5	0,3	210,1	0,7
W5	T	SERRAMENTO 90x225	3,181	4,06	331,3	1,2	113,2	1,1	961,2	3,2
W6	T	SERRAMENTO 100x100	3,167	1,00	81,2	0,3	27,8	0,3	184,9	0,6
Totale				49,29	4054,0	14,8	1384,9	13,5	11142,2	36,8

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	R - Parete - Copertura	0,030	53,70	41,9	0,2
Z2	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,005	53,70	7,1	0,0
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,020	126,49	64,9	0,2
Totale				233,89	114,0	0,4

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 ESTERNA ESISTENTE	1,087	1,113	0,300	0,280

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	T	PAVIMENTO ESISTENTE	1,412	1,412	0,310	0,290

Soffitti						
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	T	TETTO	1,566	1,566	0,260	0,240

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [W _t /m ² K]	U _{w,limite} [W _t /m ² K]		U _q [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	SERRAMENTO 360x240	3,184	1,900	1,400	2,974
W2	T	SERRAMENTO 120x110	3,149	1,900	1,400	2,974
W3	T	SERRAMENTO 370x50	3,338	1,900	1,400	2,974
W4	T	SERRAMENTO CIRCOLARE	3,158	1,900	1,400	2,974
W5	T	SERRAMENTO 90x225	3,181	1,900	1,400	2,974
W6	T	SERRAMENTO 100x100	3,167	1,900	1,400	2,974

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 _q	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	$Q_{H,tr}$	62434	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	8204	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	4642	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	8405	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	9179	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	3832	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	62452	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	286,32	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	59,98	kWh _t /m ²

Energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	8155	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	10243	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	1791	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	19172	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	11142	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	3560	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	4487	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	20,57	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	30,95	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

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

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

dove:

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

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

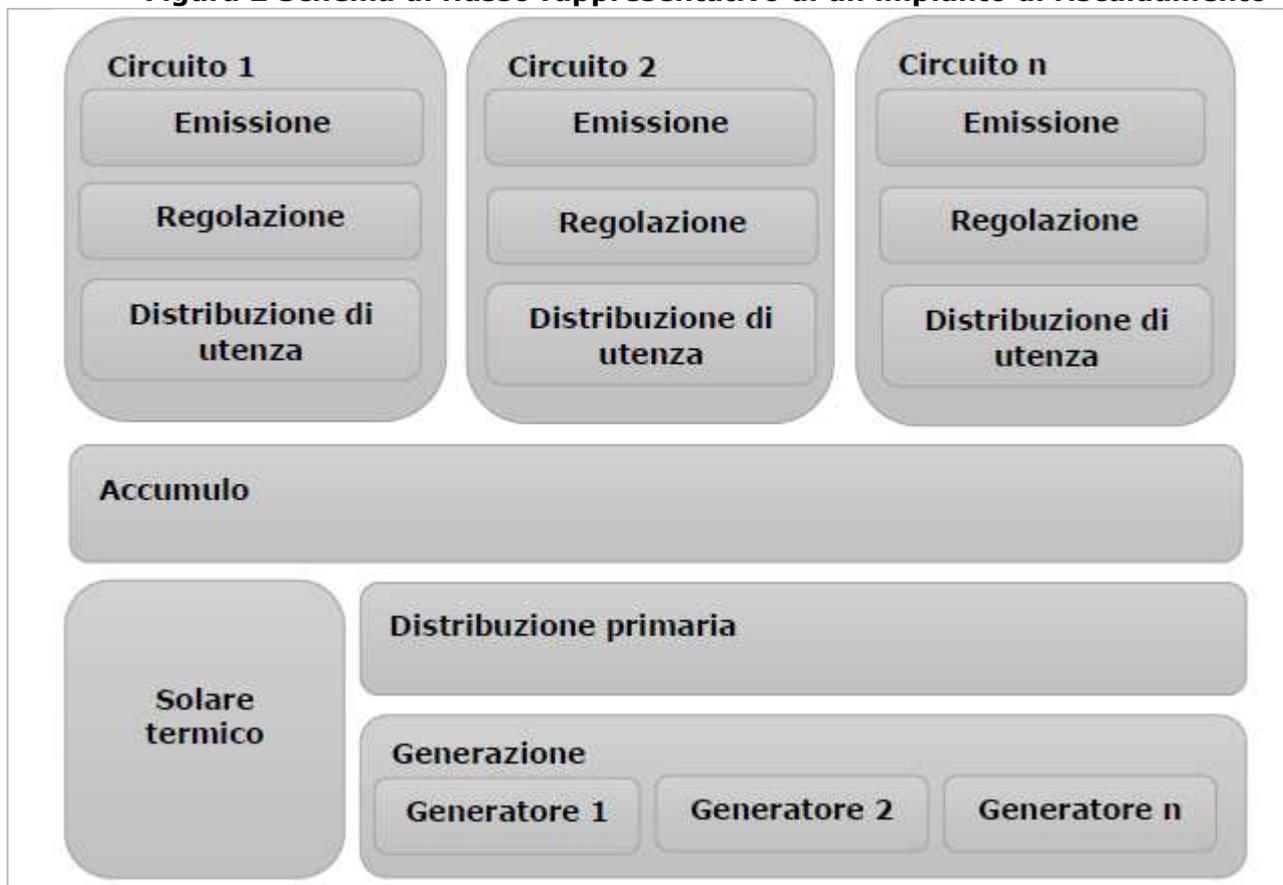
$E_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

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

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

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

Figura 2 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una discrezione 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

Impianto termico esistente per riscaldamento ambienti e produzione acqua calda sanitaria.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	<i>Monocircuito</i>
Fluido termovettore	<i>Acqua</i>

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento	<i>Continuato</i>
-------------------------	-------------------

Emissione

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

Regolazione

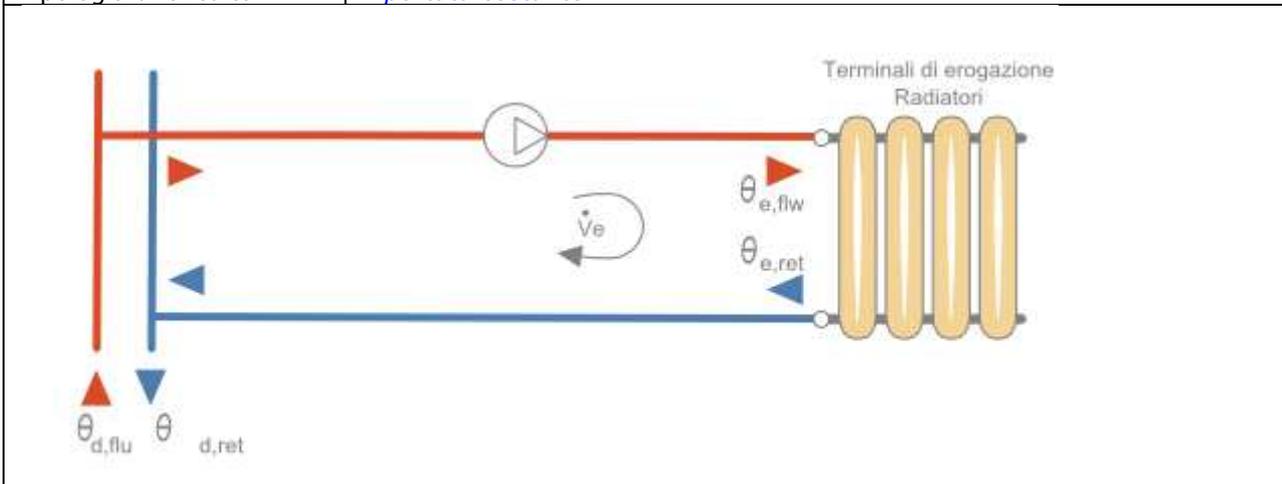
Tipologia	<i>Solo climatica (compensazione con sonda esterna)</i>		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	<i>90,0</i>	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>		
Tipologia di impianto	<i>Centralizzato a distribuzione orizzontale</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	<i>94,0</i>	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	<i>855,3</i>	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	<i>A portata costante</i>
-----------------------	---------------------------



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	48,8	45,6	37,4	32,4	-	-	-	-	-	34,4	41,7	47,3
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	48,8	45,6	37,4	32,4	-	-	-	-	-	34,4	41,7	47,3

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia a condensazione											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello												
Potenza utile nominale	Φ_n	150,00									kW _t	
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	93,0									%	
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$	94,3									%	
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	323,3									kWh _{el}	
ACS	$Q_{W,gen,aux}$	9,3									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_{CO_2}	0,210									kg/kWh _n	
Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)												
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$	1,050									-	
Rinnovabile	$f_{p,ren}$	0,000									-	
Totale	$f_{p,tot}$	1,050									-	
Circuito in centrale												
Tipologia di circuito	Collegamento diretto											
Temperature medie												
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	48,8	45,6	37,4	32,4	-	-	-	-	-	34,4	41,7	47,3

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	62452	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	62452	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	150	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	62302	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	62302	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	62302	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	62302	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	7700	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	70002	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	7757	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	77759	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	4963	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	82722	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	82722	kWh _t
Energia prodotta dal solare termico	$Q_{H,sol,out}$	0	kWh _t
Ecceденza del solare termico	$Q_{H,sol,surplus}$	0	kWh _t
Contributo netto del solare termico	$Q_{H,sol,out,net}$	0	kWh _t
Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in,eff}$	82722	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	82722	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	82722	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	82722	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	6261	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	88983	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	855	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	$Q_{H,gen,aux}$	323	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	1179	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Ecceденza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	kWh _{el}
Energia prodotta dalla cogenerazione	$Q_{H,CG,out}$	0	kWh _{el}
Ecceденza della cogenerazione	$Q_{H,CG,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto della cogenerazione	$Q_{H,CG,out,net}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico effettivo (da rete)	$Q_{H,el,eff}$	1179	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	95731	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	554	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	96285	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H,idr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	90,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H,idr,du}$	94,0	%
Accumulo	$\eta_{H,idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H,idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	93,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,idr,gen,p,nren}$	87,9	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,idr,gen,p,tot}$	87,8	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	65,2	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	64,9	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	73,3	%

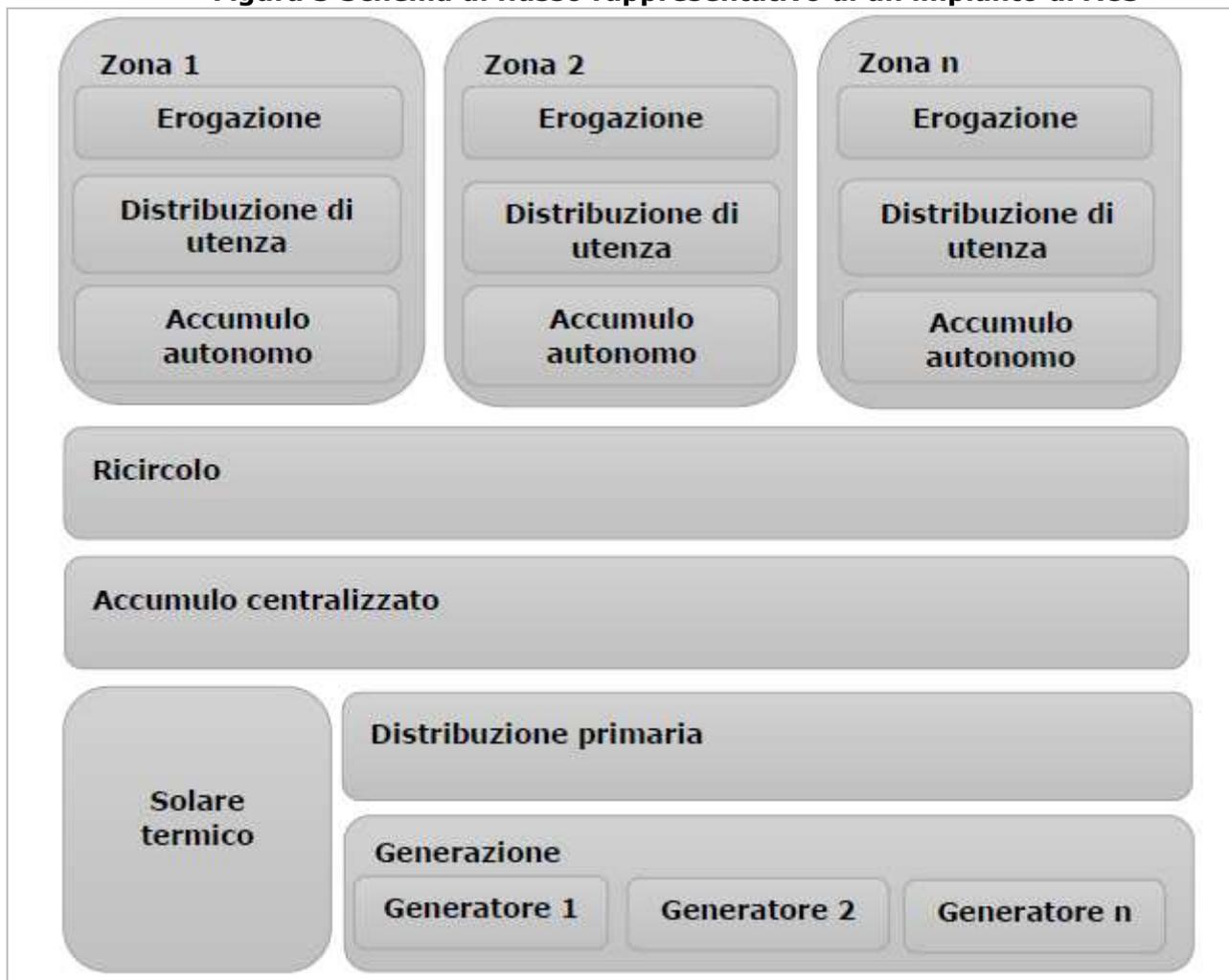
Nota: i rendimenti "termici" sono dati dal rapporto tra i fabbisogni di energia utile in uscita ed ingresso a ciascun sottosistema. L'efficienza globale media stagionale è invece data dal rapporto tra il fabbisogno di energia utile in uscita

dall'impianto ed il fabbisogno di energia primaria totale in ingresso ad esso.

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso sotto riportato (figura 3). In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogni, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di ACS



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

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

Produzione combinata (riscaldamento + acqua calda sanitaria).

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	1905	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Accumulo centralizzato

Ambiente	<i>Centrale termica</i>											
Dispersione	k_{ball}	0,91										W _t /K
Rendimento	$\eta_{W,s}$	85,69										%
Temperatura media accumulo	$\theta_{W,s,avg}$	60,00										°C
Temperatura media ambiente	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\theta_{W,s,a}$ [°C]	5,5	7,4	12,6	16,2	22,3	26,4	27,9	26,9	23,4	16,6	11,1	6,9

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,svs,out}$	1905	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,svs,out,cont}$	1905	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	1905	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	152	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	2057	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	2057	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	344	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	2401	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	$Q_{W,s,in,eff}$	2401	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	2401	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	2401	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	$Q_{W,gen,circ,in}$	2401	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	145	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	2546	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	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	$Q_{W,gen,aux}$	9	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	9	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)	$Q_{W,el,eff}$	9	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	2691	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	4	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	2696	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	85,7	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	94,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	89,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	89,1	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	70,8	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	70,7	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	56,7	%

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

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Metano							
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Emissioni
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{aj}]	Q _{exp} [kWh _{aj}]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{d,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	8952	Nm ³	88983	0	93433	0	93433	18687
Acqua calda sanitaria (W)	256	Nm ³	2546	0	2673	0	2673	535
Globale (gl)	9208	Nm³	91529	0	96106	0	96106	19221

Servizio	Energia elettrica							
	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Emissioni
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{aj}]	Q _{exo} [kWh _{aj}]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{d,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	1179	kWh	1179	-	2298	554	2852	511
Acqua calda sanitaria (W)	9	kWh	9	-	18	4	22	4
Illuminazione (L)	0	kWh	0	-	0	0	0	0
Globale (gl)	1188	kWh	1188	-	2316	558	2875	515

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	89,0
Regolazione (η_{reg})	90,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	93,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	87,9
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	87,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,9
Valore limite (η_{lim})	73,3

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	85,7
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,1
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	70,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	70,7
Valore limite (η_{lim})	56,7

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

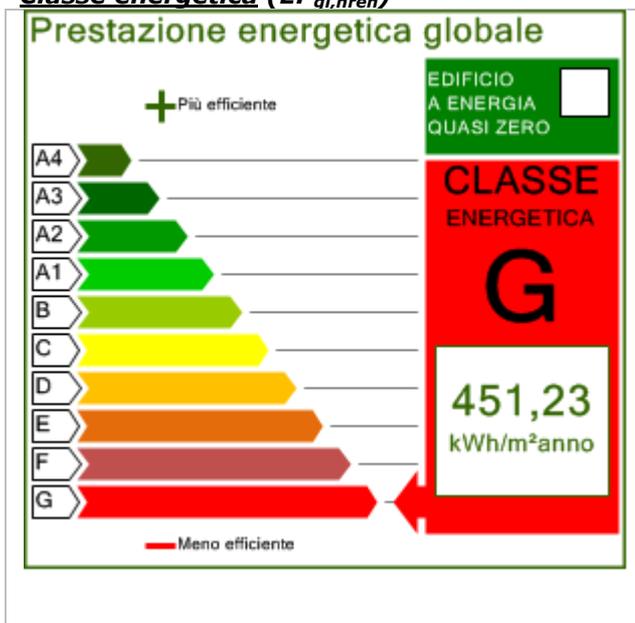
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh _t]	EP_{nd} [kWh _t /m ²]	$EP_{nd,limite}$ [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	62452	286,32	59,98
Raffrescamento (C)	4487	20,57	30,95

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$Q_{p,nren}$ [kWh _n]	$Q_{p,ren}$ [kWh _n]	$Q_{p,tot}$ [kWh _n]	EP_{nren} [kWh _n /m ²]	EP_{ren} [kWh _n /m ²]	EP_{tot} [kWh _n /m ²]	$EP_{tot,limite}$ [kWh _n /m ²]
Riscaldamento (H)	95731	554	96285	438,89	2,54	441,43	-
Acqua calda sanitaria (W)	2691	4	2696	12,34	0,02	12,36	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	98422	558	98980	451,23	2,56	453,79	97,25

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)	0,6	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,2	50		
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,6	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	0,0	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	0,6	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	19197,11
Acqua calda sanitaria (W)	538,64
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	0,00
Trasporto (T)	0,00
Globale (g)	19735,76

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

La diagnosi è stata effettuata in base alle norme UNI nel caso ideale.

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)

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				$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	COIBENTAZIONE PARETI E SOLAI				337,89	C

Legenda:

$\Delta EP_{gl,nren}$ Risparmio energetico (variazione indice di prestazione energetica globale non rinnovabile)

6.1 COIBENTAZIONE PARETI E SOLAI

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	COIBENTAZIONE PARETI E SOLAI		
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{al.nren}$	337,89	kWh _b /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C		

6.1.1 Realizzazione cappotto esterno

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	M1		
Descrizione	PARETE ESTERNA ESISTENTE		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	NE, SE, SO, NO		
Superficie di calcolo	S _{calc}	169,90	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	250,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,087	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,113	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 30 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,031	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	400,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,183	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p _{is}	97,2	%
Trasmittanza finale effettiva	U _{fin,eff}	0,209	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,224	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,300	W _t /m ² K

6.1.2 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	2
Tipologia	Coibentazione della copertura
Descrizione	Coibentazione della copertura

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	S1		
Descrizione	TETTO		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	241,14	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	290,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,566	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,566	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 30 kg/m ³		
Conduktività	λ	0,031	W _t /mK
Spessore	s	160,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	500,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,172	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,172	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.1.3 Coibentazione pavimento

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Coibentazione pavimento
Descrizione	Coibentazione pavimento

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	P1		
Descrizione	PAVIMENTO ESISTENTE		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Superficie di calcolo	S _{calc}	241,14	m ²

Risultati stato di fatto			
Spessore totale	S _{tot}	290,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,412	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,412	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,310	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	Pannello polistirene espanso 30 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,031	W _t /mK
Spessore	s	140,00	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	440,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,191	W _t /m ² K
Percentuale di superficie isolata	p _{is}	100,0	%
Trasmittanza finale effettiva	U _{fin,eff}	0,191	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,191	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,310	W _t /m ² K

6.1.4 Prestazioni raggiungibili

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

Consumi (Co)

Metano [Nm³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8952	2061	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	256	256	0,0
Globale	9208	2317	-74,8

Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1179	268	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	9	9	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Globale	1188	277	-76,7

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	92,0	3,4
Regolazione (η_{reg})	90,0	73,1	-18,8
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,0	94,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	93,0	91,4	-1,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	87,9	86,5	-1,6
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	87,8	86,4	-1,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	65,2	54,4	-16,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	64,9	54,1	-16,6
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

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)	85,7	85,7	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,3	94,3	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,2	89,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,1	89,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	70,8	70,8	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	70,7	70,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

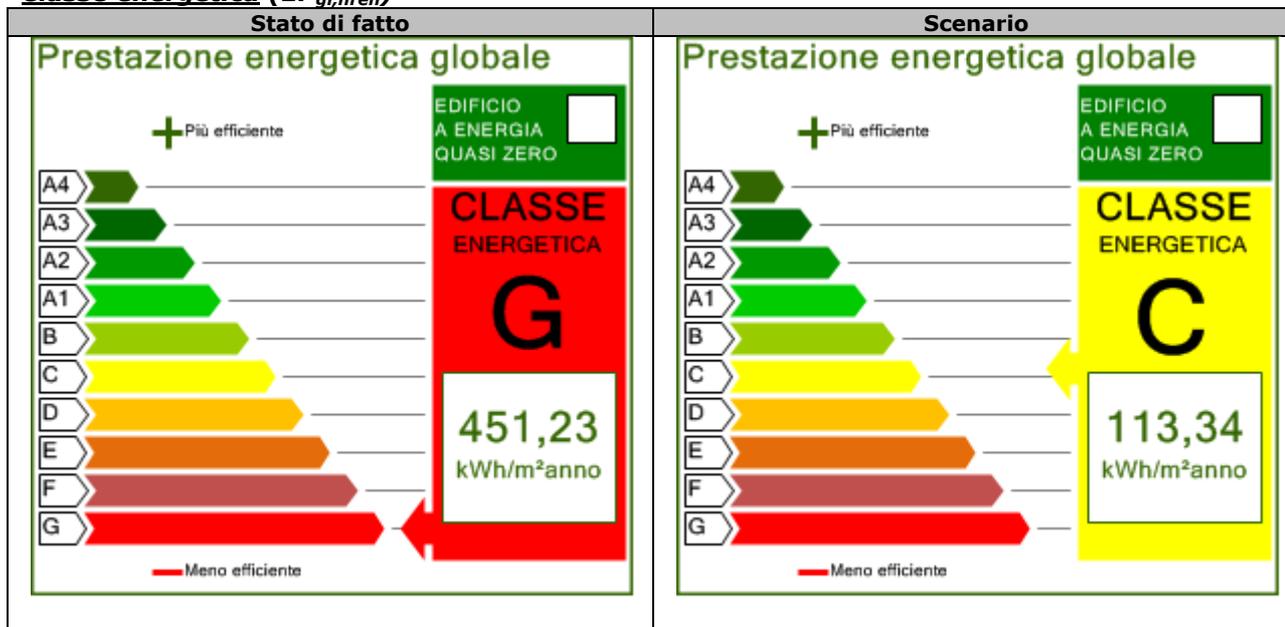
Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m²]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	286,32	54,94	-80,8	59,98
Raffrescamento (C)	20,57	28,97	40,9	30,95

Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m²]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Riscaldamento (H)	438,89	101,01	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	12,34	12,34	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	451,23	113,34	-74,9
Rinnovabile (EP_{ren})			
Riscaldamento (H)	2,54	0,58	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,02	0,02	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	2,56	0,60	-76,7
Totale (EP_{tot})			
Riscaldamento (H)	441,43	101,58	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	12,36	12,36	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	453,79	113,94	-74,9
Valore limite (EP_{gl,tot,lim})	97,25	-	-

Classe energetica (EP_{gl,nren})



Quota rinnovabile (QR) [%]

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

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

- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);

- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);

- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19197,11	4417,86	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	538,64	538,64	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	0,00	0,00	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (gl)	19735,76	4956,51	-74,9

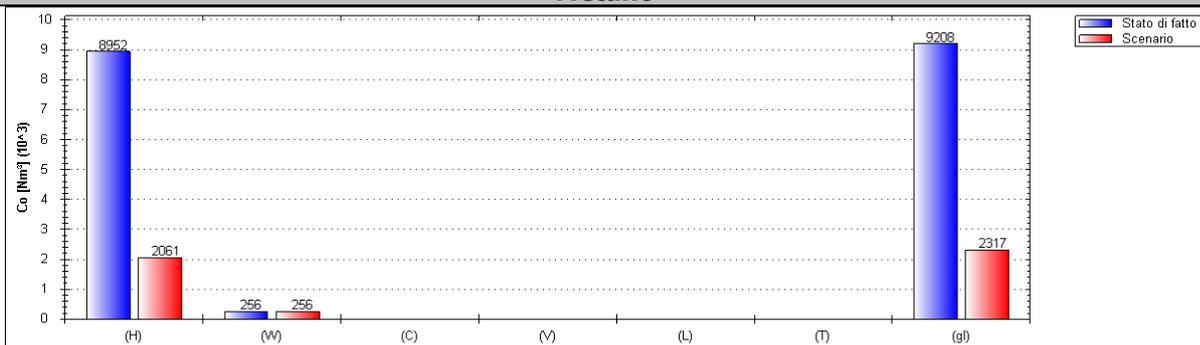
Legenda:

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

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

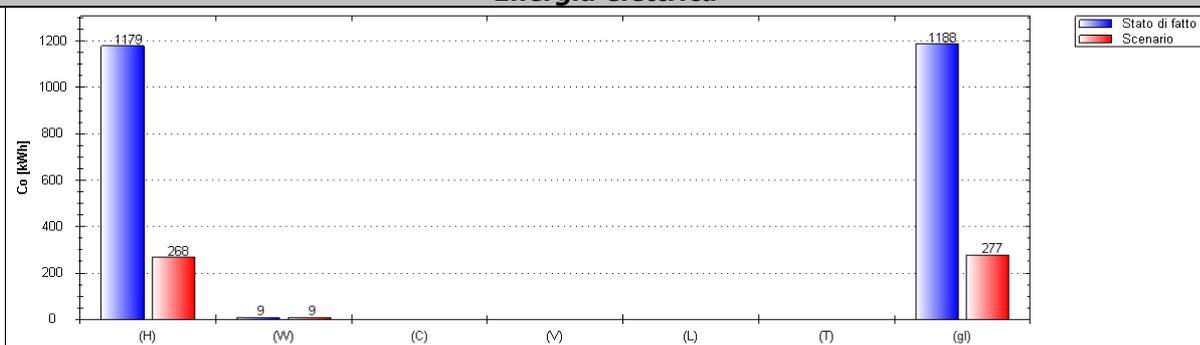
Consumi di combustibile ed energia elettrica

Metano



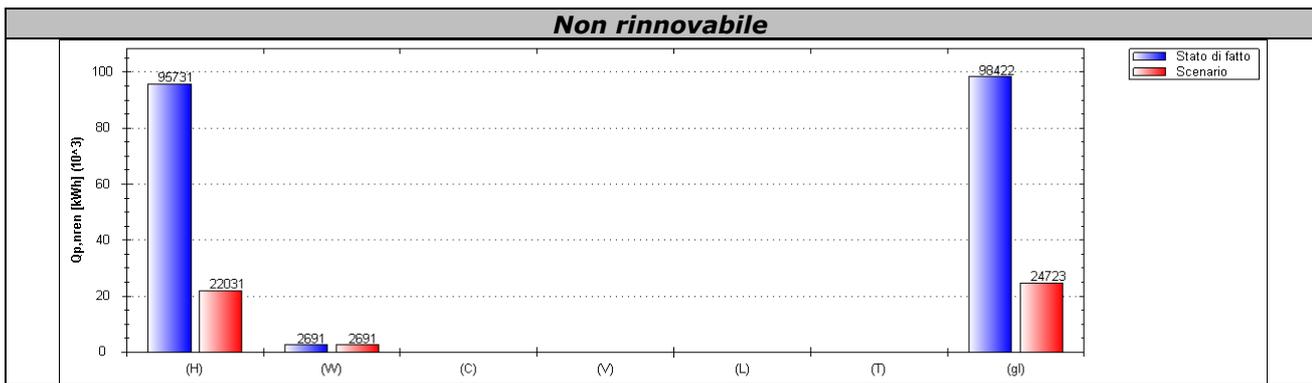
Servizio	Co _{in} [Nm³]	Co _{fin} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	8952	2061	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	256	256	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	9208	2317	-74,8

Energia elettrica

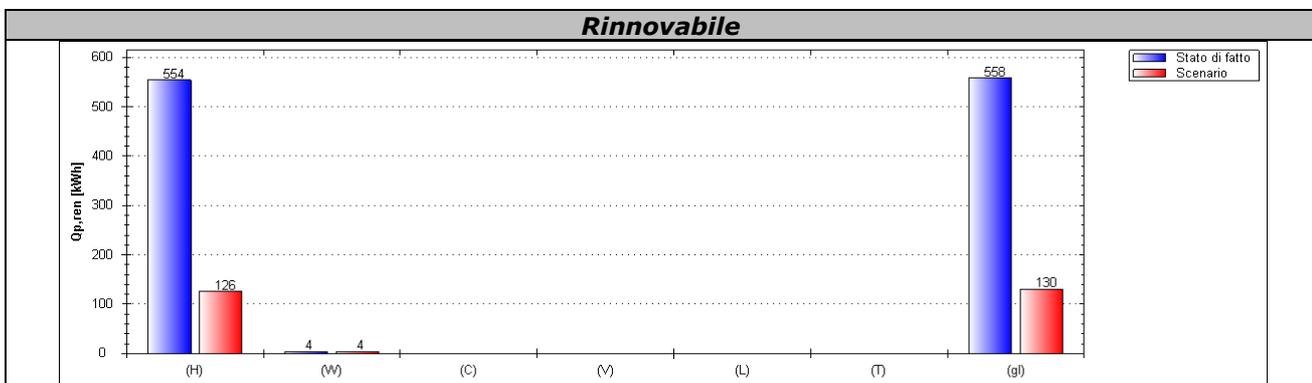


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1179	268	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	9	9	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	1188	277	-76,7

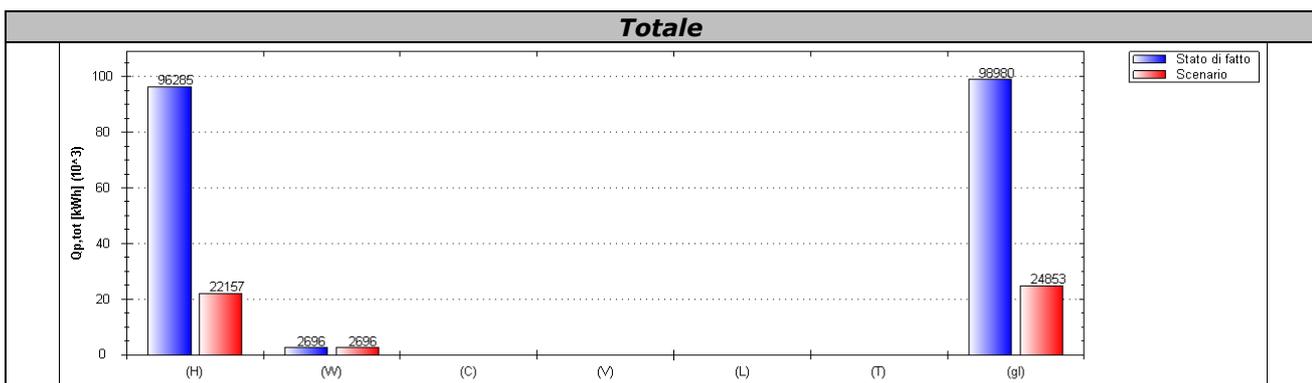
Consumi di energia primaria



Servizio	$Q_{p,nren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,nren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	95731	22031	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	2691	2691	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)	98422	24723	-74,9

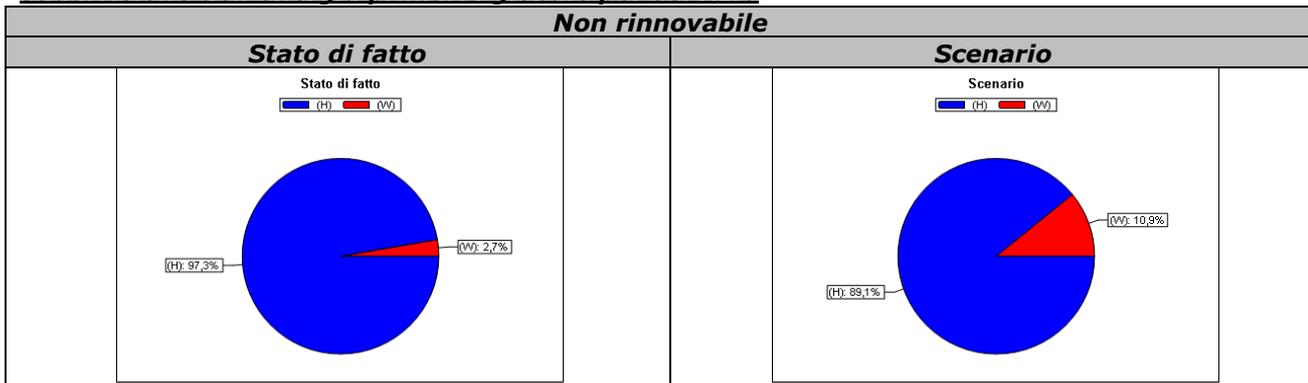


Servizio	$Q_{p,ren,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	554	126	-77,3
Acqua calda sanitaria (W)	4	4	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	558	130	-76,7

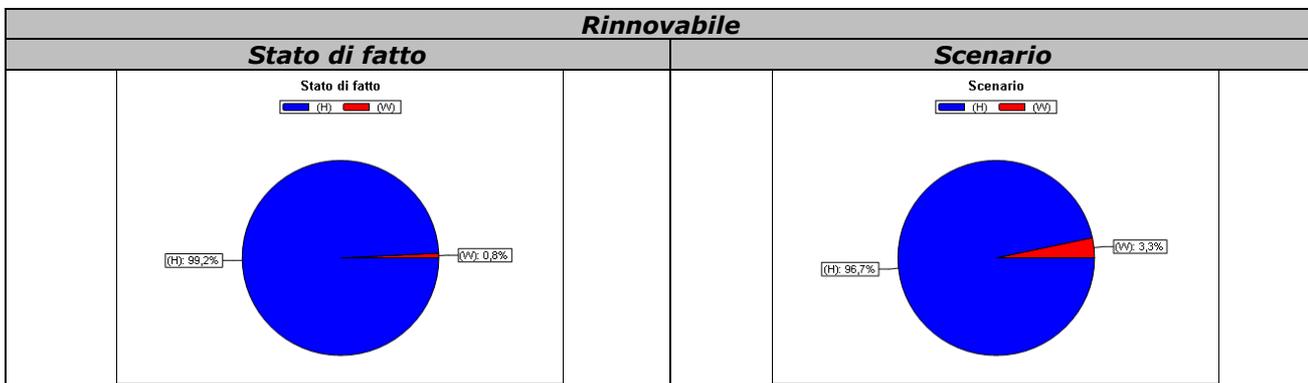


Servizio	$Q_{p,tot,in}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot,fin}$ [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	96285	22157	-77,0
Acqua calda sanitaria (W)	2696	2696	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (gl)	98980	24853	-74,9

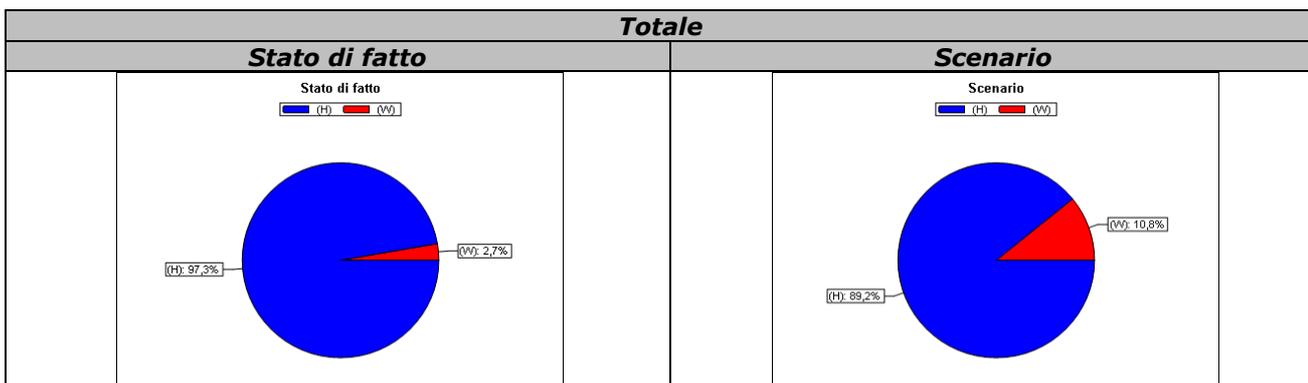
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	95731	97,3	22031	89,1
Acqua calda sanitaria (W)	2691	2,7	2691	10,9
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	98422	100,0	24723	100,0

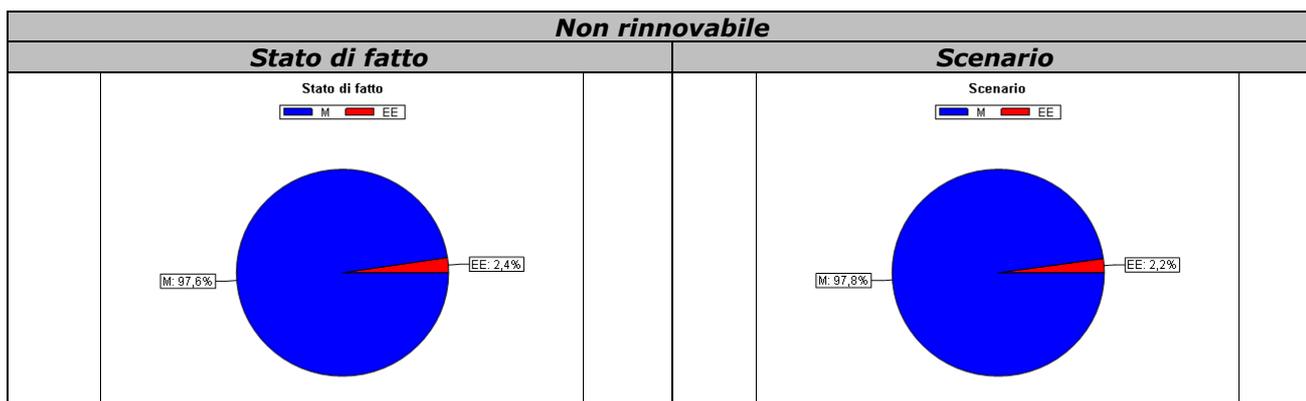


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	554	99,2	126	96,7
Acqua calda sanitaria (W)	4	0,8	4	3,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	558	100,0	130	100,0

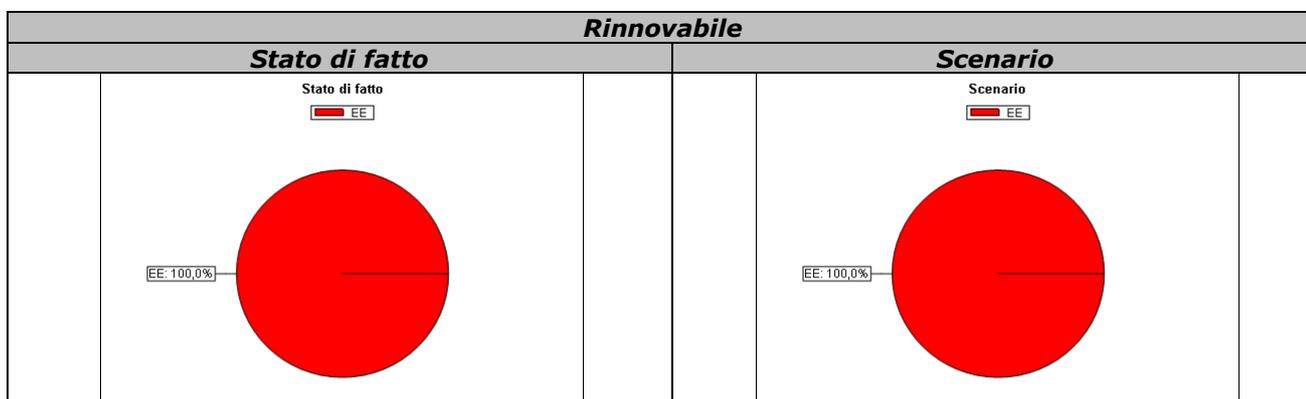


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	96285	97,3	22157	89,2
Acqua calda sanitaria (W)	2696	2,7	2696	10,8
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0,0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (gl)	98980	100,0	24853	100,0

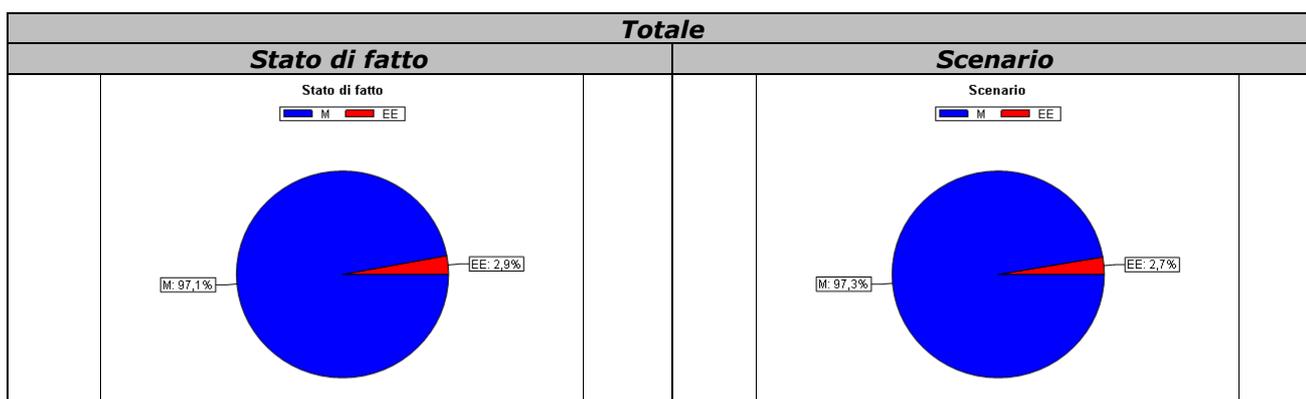
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	96106	97,6	24182	97,8
Energia elettrica (EE)	2316	2,4	541	2,2
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	98422	100,0	24723	100,0

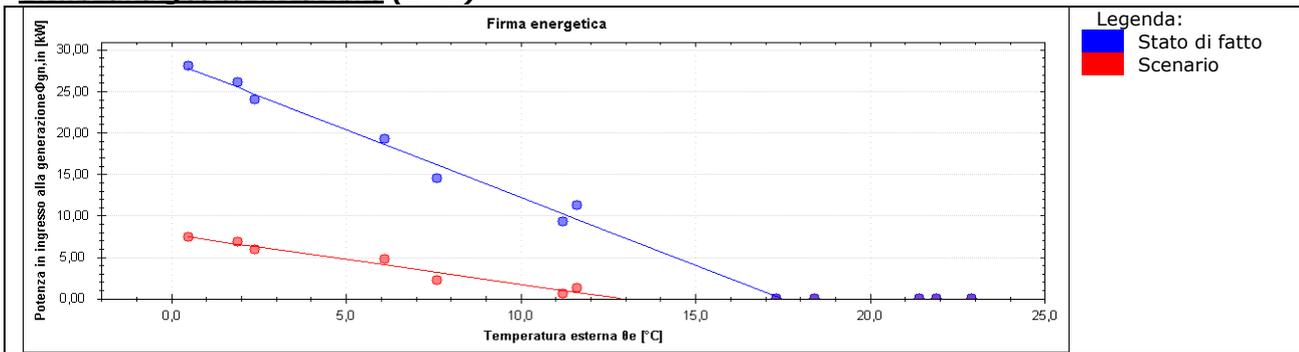


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	558	100,0	130	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	558	100,0	130	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	96106	97,1	24182	97,3
Energia elettrica (EE)	2875	2,9	671	2,7
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	98980	100,0	24853	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el.}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el.}]	n [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _{t/el.}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el.}]
gennaio	0,5	31	20860	28,04	31	5536	7,44
febbraio	2,4	28	16115	23,98	28	3959	5,89
marzo	7,6	31	10798	14,51	31	1682	2,26
aprile	11,2	15	3330	9,25	15	210	0,58
maggio	17,3	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,4	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	22,9	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	21,9	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,4	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	11,6	17	4586	11,24	17	553	1,36
novembre	6,1	30	13904	19,31	30	3435	4,77
dicembre	1,9	31	19391	26,06	31	5110	6,87
TOTALE		183	88983	132	183	20484	29

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