



COMUNE DI CASTEL DI CASIO
(CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA)

Sede legale Comune
Via Marconi Guglielmo, 9
40030 Castel di Casio (BO)

**PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE
ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO**

I° STRALCIO - MUNICIPIO



RESPONSABILE DEL SERVIZIO

Geom. Stefano Vitali

SINDACO

Sindaco Marco Aldrovandi

RT - PROGETTISTI

OPERE ARCHITETTONICHE:

ASP.ILT SRL (Capogruppo)
Ing. Luigi Tundo
Arch. Stefano Piazzi
Ing. Silvia Tamerlani

OPERE STRUTTURALI:

Ing. Anna Lisa Grandi
Ing. Alessio Bartolini

OPERE IMPIANTISTICHE:

Studio Associato Energia

INDAGINI GEOLOGICHE:

Geol. Luca Monti

OGGETTO

**PROGETTO ESECUTIVO
IMPIANTO MECCANICO**

Diagnosi energetica

ELABORATO

**IMP.M
DIAGNOSI
ENERGETICA**

SOSTITUISCE

—

DISEGNATORE

—

SCALA

—

FILE

—

DATA

APRILE 2023

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA

di Collina ing. Pietro

Fabbi per. ind. Christian,

Montuschi per. ind. Andrea,

Ponti per ind. Piero,

Rambelli per. ind. Giuliano,

Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia

Ing. Serena Patricelli

***Rapporto di Diagnosi Energetica
ai sensi del D.Lgs. 102/2014***

***PROVINCIA DI BOLOGNA
COMUNE DI CASTEL DI CASIO***

***PALAZZO COMUNALE
VIA MARCONI N. 9, CASTEL DI CASIO (BO)***

***Redatto da
Ing. Serena Patricelli
Esperto in Gestione dell'Energia
e
Studio Associato Energia***

Esperto in Gestione dell'Energia

Ing. Serena Patricelli

Sommario

<i>Rapporto di Diagnosi Energetica.....</i>	<i>1</i>
<i>ai sensi del D.Lgs. 102/2014.....</i>	<i>1</i>
<i>1. Introduzione.....</i>	<i>4</i>
<i>2. Nota su chi ha redatto la diagnosi energetica.</i>	<i>6</i>
<i>3. Dati dell'azienda.....</i>	<i>7</i>
<i>4. Dati del sito produttivo oggetto di diagnosi.....</i>	<i>8</i>
4.1 Generalità del sito	8
4.2 Caratteristiche costruttive	8
4.3 Impianti del sito.....	15
4.4 Vettori energetici	16
<i>5. Periodo di riferimento della diagnosi.....</i>	<i>16</i>
<i>6. Unità di misura</i>	<i>16</i>
<i>7. Consumi energetici</i>	<i>16</i>
<i>8. Profilo di utilizzo.....</i>	<i>34</i>
<i>9. Indicatori energetici.....</i>	<i>34</i>
<i>10. Informazioni sul metodo di raccolta dati.....</i>	<i>39</i>
<i>11. Modelli energetici.....</i>	<i>39</i>
<i>12. Calcolo degli indicatori energetici individuati e confronto con quelli di riferimento.</i>	<i>40</i>
<i>13. Interventi effettuati in passato.....</i>	<i>40</i>
<i>14. Individuazione dei possibili interventi.....</i>	<i>40</i>
14.1 INTERVENTO 1: ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI.....	40
14.2 INTERVENTO 2: ISOLAMENTO TERMICO DEL SOLAIO VERSO IL SOTTOTETTO	46
14.3 INTERVENTO 3: SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI.....	47
14.4 INTERVENTO 4: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE SUI CORPI SCALDANTI	48

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA

di Collina ing. Pietro

Fabbi per. ind. Christian,

Montuschi per. ind. Andrea,

Ponti per ind. Piero,

Rambelli per. ind. Giuliano,

Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia

Ing. Serena Patricelli

14.5 INTERVENTO 5: SOSTITUZIONE ILLUMINAZIONE UFFICI ESISTENTE CON SISTEMI A LED	48
14.6 PRESENZA DI INCENTIVI STATALI O LOCALI.	49
14.7 IMPATTO AMBIENTALE	49
<i>15 TABELLE RIASSUNTIVE INTERVENTI</i>	<i>51</i>
15.1 COIBENTAZIONE SOLAIO VERSO SOTTOTETTO	51
15.2 COIBENTAZIONE PARETI PERIMETRALI	52
15.3 SOSTITUZIONE INFISSI	53
15.4 RELAMPING	54
15.5 MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE TRAMITE INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE	55
<i>15 Conclusioni.....</i>	<i>56</i>

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

I. Introduzione

La Diagnosi Energetica è una ispezione sistematica ed una analisi degli usi e consumi di energia di un sito, edificio, di un sistema o di una organizzazione, finalizzata ad identificare i flussi energetici ed il potenziale per il miglioramento dell'efficienza energetica ed a riferire in merito ai risultati.

I riferimenti normativi sono rappresentati da:

1. Serie di Norme UNI CEI EN 16247
2. D.Lgs. 102/2014
3. Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'art. 8 del Decreto Legislativo n. 102 del 2014 (novembre 2016) a cura del Ministero dello Sviluppo Economico
4. Linee Guida pubblicate dall'Agenzia Nazionale Efficienza Energetica.

Secondo la Norma UNI CEI EN 16247-1:2022 recante i requisiti generali, per “*sito produttivo*” si intende una località geograficamente definita in cui viene prodotto un bene e/o fornito un servizio.

Per il calcolo della prestazione energetica, si fa riferimento ai seguenti metodi di calcolo:

- serie norme UNI/TS 11300;
- norma UNI EN 15193;
- raccomandazioni CTI 14/2013.

All'Allegato 2 al D.Lgs. 102/2014 recante “*Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE*” sono riportati i criteri minimi per le diagnosi energetiche:

- a) sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico
- b) comprendono un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edificio di gruppi di edifici, di attività o impianti industriali, ivi compreso il trasporto
- c) ove possibile, si basano sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, in modo da tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residuali degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto
- d) sono proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale ed individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative.

Il processo di diagnosi energetica può essere schematizzato secondo le seguenti fasi:

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 1: Schematizzazione processo di Diagnosi Energetica

In particolare, l'auditor energetico, in collaborazione con l'organizzazione, raccoglie le seguenti informazioni:

- Vettori energetici utilizzati
- Lista degli apparecchi, sistemi e impianti che usano energia
- Caratteristiche dettagliate dell'oggetto della diagnosi energetica
- Fattori di aggiustamento conosciuti dall'organizzazione
- Dati storici
- Consumi energetici e misurazioni correlate
- Fattori di aggiustamento e misurazioni correlate
- Operativo storico ed eventi passati che potrebbero avere influenzato il consumo energetico nel periodo coperto dai dati raccolti
- Documenti di progetto, di funzionamento e relativi alla manutenzione effettuata
- Diagnosi energetica o studi precedenti connessi all'energia e all'efficienza energetica
- Tariffe correnti vettori energetici impiegati
- Altri dati economici rilevanti
- Stato dell'Energy Management System.

L'auditor energetico inserisce i dati nel modello energetico; tali dati vengono analizzati e validati procedendo ove necessario ad integrazioni, verifiche e correzioni.

L'obiettivo è di determinare il livello di prestazione energetica corrente dell'oggetto sottoposto a diagnosi che rappresenta il riferimento sulla base del quale possono venire misurati i miglioramenti.

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

La prestazione energetica indica pertanto risultati misurabili collegati all'efficienza energetica, all'uso di energia, al consumo energetico.

Successivamente l'auditor energetico valuta l'impatto di ogni opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica:

- I risparmi economici derivanti dall'attuazione delle opportunità di miglioramento
- Gli investimenti necessari ed il tempo di ritorno dell'investimento
- Gli eventuali vantaggi di tipo non energetico
- Il confronto tra le opportunità di miglioramento alternative in termini sia di risparmio che economici
- L'interazione tecnica tra azioni multiple
- La disponibilità di eventuali incentivi / agevolazioni fiscali / finanziamenti in conto capitale e conto interesse.

Lo scopo del presente documento è di fornire indicazioni specifiche su interventi che possano permettere un effettivo risparmio energetico nella struttura in esame.

La procedura prevede le seguenti macro-fasi operative:

1. raccolta dati e rilievi
2. simulazioni energetiche
3. redazione rapporto di diagnosi energetica ed individuazione degli interventi applicabili.

Al fine di definire la baseline dell'oggetto di diagnosi energetica, sono stati impiegati i dati forniti dalla Committenza, implementati da quanto acquisito in fase di sopralluogo.

L'azienda ha fornito i dati relativi al consumo dei vettori energetici utilizzati (energia elettrica e GPL per riscaldamento).

Le informazioni di cui sopra, dopo attenta valutazione, sono stati utilizzate per la generazione del modello energetico; dato il livello di dettaglio degli stessi non si è reso necessario predisporre una campagna di misurazioni.

Sono stati reperiti ed analizzati i consumi degli anni 2020, 2021, 2022.

2. Nota su chi ha redatto la diagnosi energetica.

La presente Diagnosi Energetica viene redatta ai fini della domanda di partecipazione di cui al *Bando per il supporto ad interventi di riqualificazione energetica e miglioramento/adeguamento sismico degli edifici pubblici – obiettivo specifico 2 – azioni 2.1.1-2.2.1-2.4.1 – bando 2022 – PR FESR 2021-2027.*

Il personale coinvolto nella diagnosi energetica è il seguente:

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

- ingegnere Serena Patricelli Esperto in Gestione dell'Energia – Certificato n. 19-06662
- ingegnere Pietro Collina (Studio Associato Energia);
- ingegnere Annalisa Grandi.

Il referente, per il lavoro in oggetto, del Comune di Castel di Casio (soggetto proponente) è:

- geom. Stefano Vitali – Responsabile del Servizio.

La Diagnosi Energetica è stata condotta secondo quanto previsto dal D.Lgs. 102/2014 e in accordo alla metodologia indicata dalle norme UNI CEI EN 16247-1:2022, UNI CEI EN 16247-2:2022 e UNI CEI/TR 11428:2011.

Il responsabile per l'esecuzione (REDE) è l'ing. Serena Patricelli, Esperto in Gestione dell'Energia secondo la norma UNI CEI 11339:2009.

Il periodo di esecuzione è compreso fra il 6 marzo 2023 – 22 aprile 2023.

3. Dati dell'azienda

Azienda	COMUNE DI CASTEL DI CASIO
CF/P.IVA	01042260370
Sede amministrativa	via Marconi n. 9, Castel di Casio (BO)
Sito oggetto di Diagnosi Energetica	PALAZZO COMUNALE
Ubicazione	via Marconi n. 9, Castel di Casio (BO)
Classificazione ai sensi del DPR 412/93	E.2 Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
Classificazione ATECO 2007	84.11.10
N. dipendenti	20
Dati di superficie	812 mq
Anno di riferimento	2022

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

4. Dati del sito produttivo oggetto di diagnosi

4.1 Generalità del sito

L'edificio oggetto dell'intervento, riquadrato in rosso nell'immagine sottostante, si trova nel comune di Castel di Casio (BO) in via Marconi n. 9. Si tratta di un edificio di proprietà del Comune di Castel di Casio in cui hanno sede gli uffici dell'amministrazione comunale.

Sito oggetto di diagnosi energetica	PALAZZO COMUNALE
Sede del <i>sito</i>	via Marconi n. 9, Castel di Casio (BO)
Dati di superficie	812 mq
Coordinate geografiche	44.162906, 11.036671

4.2 Caratteristiche costruttive

Per quanto riguarda il periodo costruttivo, le notizie storiche riferite al palazzo Comunale di Castel di Casio sono scarse e frammentarie, la prima informazione nota risale al 1912, data in cui lo stesso viene inaugurato insieme alle nuove scuole realizzate al suo interno.

Successivamente è stato oggetto di ristrutturazione e manutenzione straordinaria fino ad arrivare all'attuale assetto.

L'edificio presenta una struttura portante in muratura di pietra con copertura a due falde con manto di in coppi. Gli infissi sono in legno prevalentemente con vetro camera. Il solaio è in laterocemento.

L'impianto di riscaldamento è costituito da una caldaia a condensazione, alimentata a GPL, installata nel I terminale di emissione sono radiatori in ghisa o acciaio; la regolazione è solo per zona di tipo on-off, la distribuzione è a collettori.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 3 boiler elettrici ad accumulo di potenza complessiva pari a 4,5 kW.

L'impianto di illuminazione è costituito da corpi illuminanti al neon.

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

A seguire si riportano la localizzazione del sito oggetto di Diagnosi Energetica e le relative planimetrie.

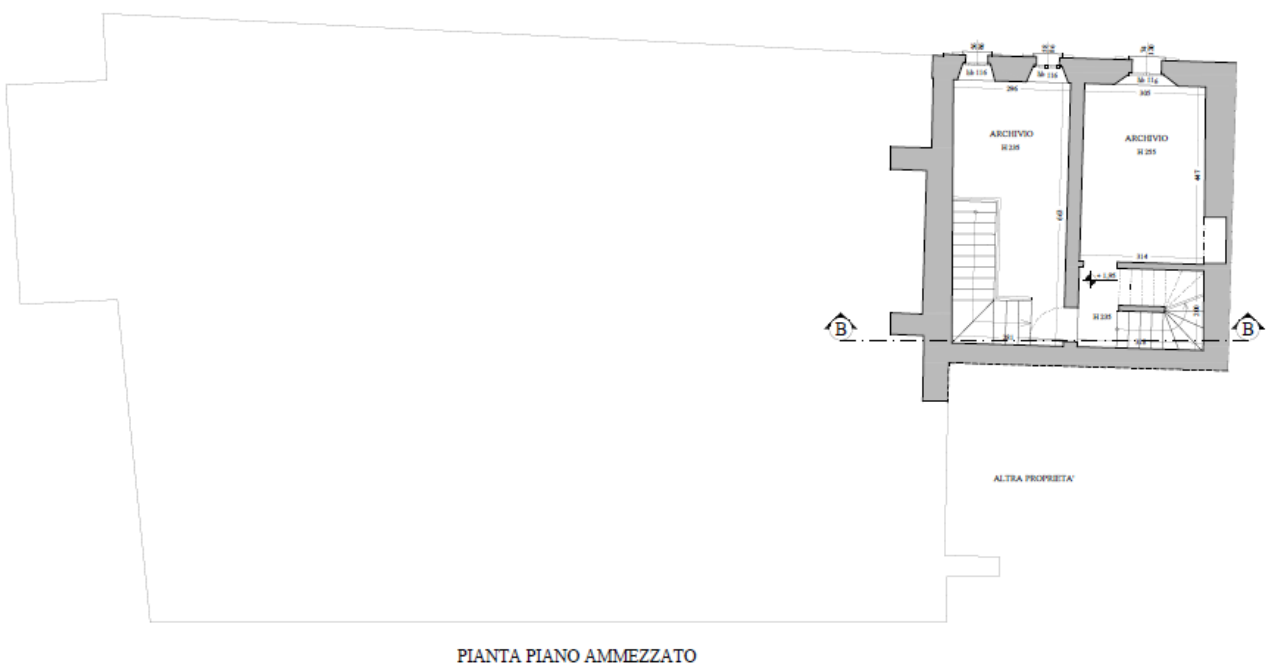
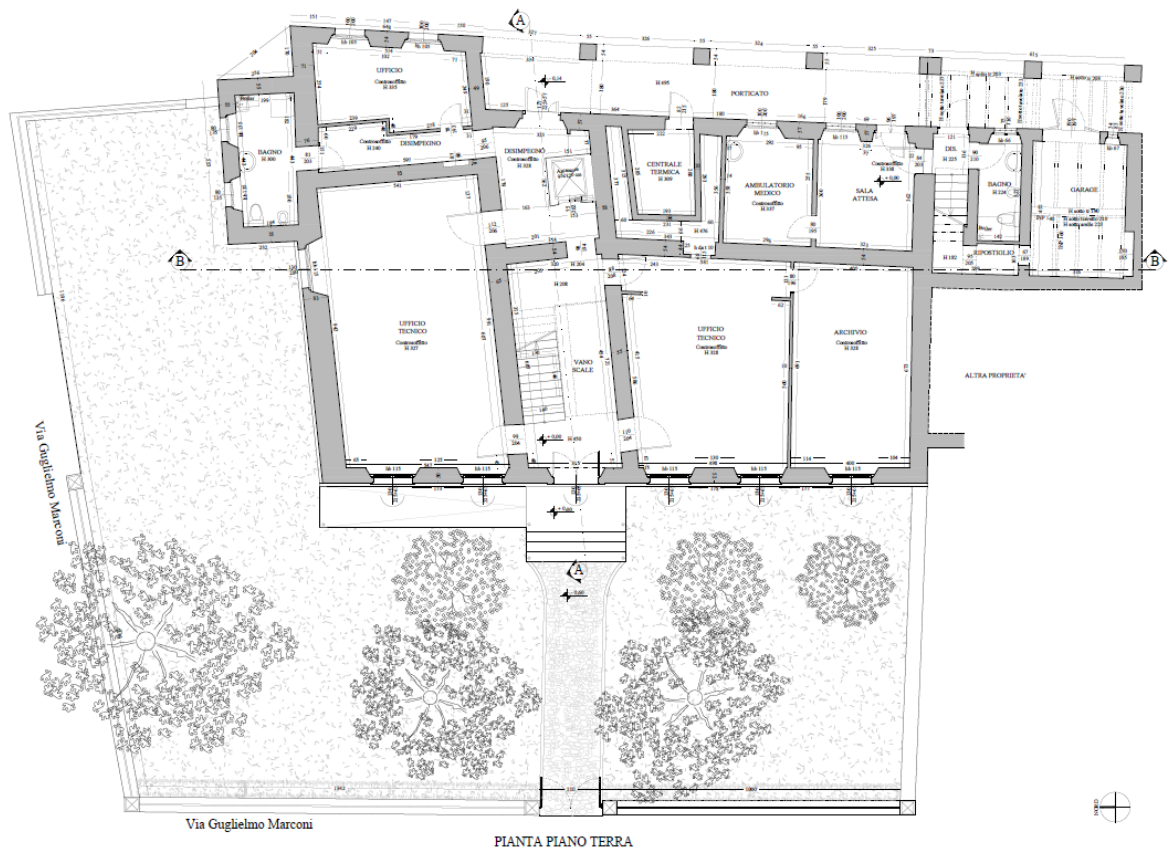


Figura 2: Localizzazione sito

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



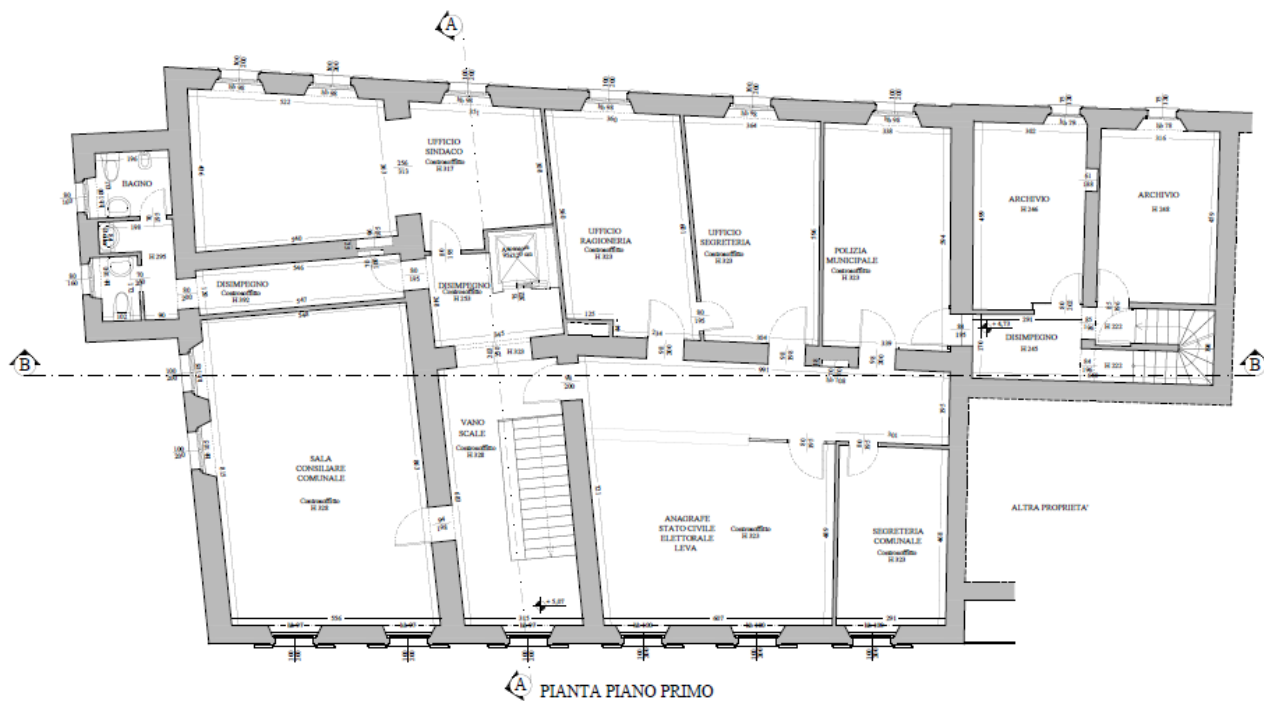
Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli



STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli



STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

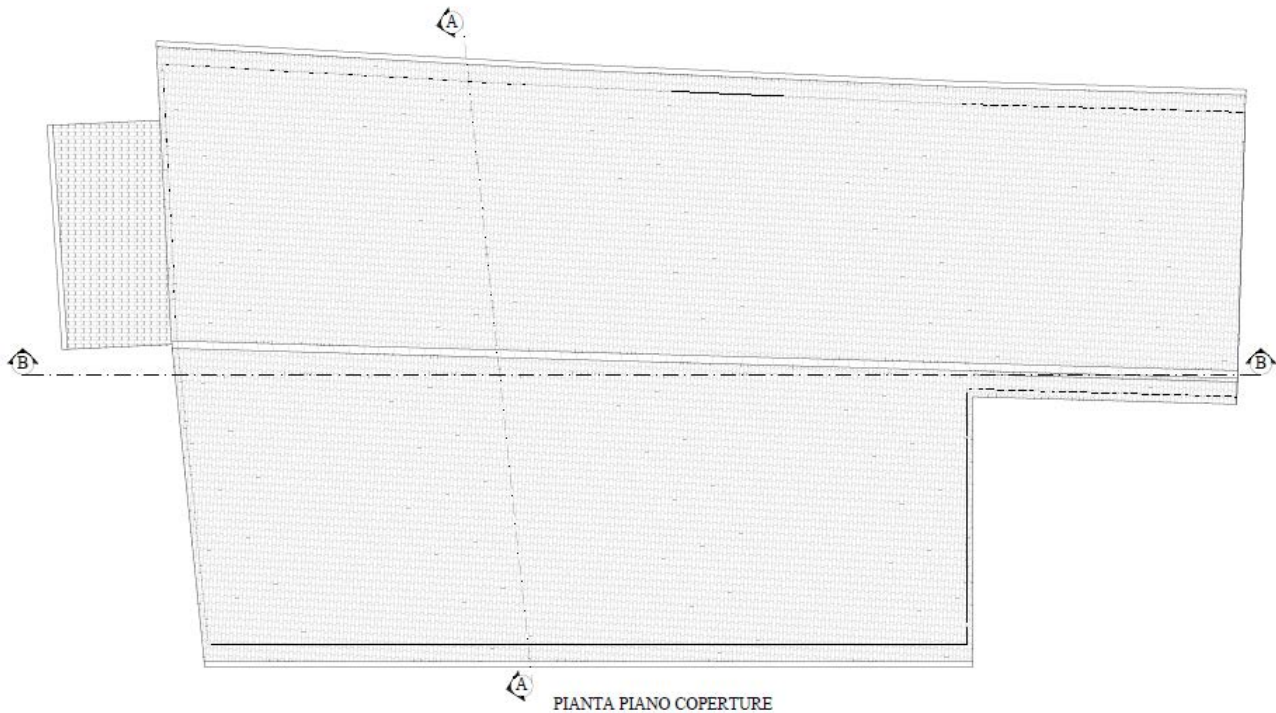


Figura 3: Planimetria immobile

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 4: Prospetto Est

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 5: Fronte Nord con il corpo aggiunto dei servizi igienici



Figura 6: Fronte Ovest con il corpo aggiunto dei servizi igienici

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 7: Uffici – dettaglio corpi illuminanti a quadrotti a soffitto

4.3 Impianti del sito

4.4

In fase di sopralluogo sono stati identificati i seguenti impianti:

- illuminazione;
- produzione acqua calda sanitaria;
- riscaldamento.

È presente un impianto di sollevamento di persone/cose costituito da un ascensore idraulico di potenza 1,5 kW.

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

4.4 Vettori energetici

I vettori energetici utilizzati sono:

- energia elettrica;
- GPL.

VETTORI ENERGETICI	Energia elettrica
	GPL
POD	IT001E49877555
N. CONTATORE	54122617

Tabella 1: Elenco vettori energetici

5. Periodo di riferimento della diagnosi

L'analisi è stata condotta nel periodo marzo/aprile 2023.

L'anno di riferimento è il 2022.

6. Unità di misura

Le unità di misura utilizzate fanno riferimento al Sistema Internazionale di unità di misura (SI).

UNITÀ DI MISURA (Sistema Internazionale)	Energia elettrica	kWh
	GPL	Smc

Tabella 2: Unità di misura impiegate

7. Consumi energetici

In questa sezione si riportano i consumi totali.

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

a) Consumi complessivi
 GPL

Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl, reale}	Anno
54122617	GPL (70% Propano + 30% Butano)	Hidr	Sm ³	3744	2020
				3208	2021
				2956	2022

Energia elettrica

POD	Vettore energetico	Servizi	UM	CO _{gl, reale}	Anno
POD IT001E49877555	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	14225	2020
				15840	2021
				17979	2022

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

b) Consumi rilevati dai contatori fiscali

a. Consumi elettrici (dettaglio)

Anno 2020

energia elettrica		IT001E49877555		
anno 2020				
	F1	F2	F3	TOT
gennaio	617	254	456	1327
febbraio	540	271	330	1141
marzo	650	261	372	1283
aprile	583	230	408	1221
maggio	681	274	365	1320
giugno	595	225	301	1121
luglio	551	226	296	1073
agosto	715	380	651	1746
settembre	624	225	324	1173
ottobre	661	276	342	1279
novembre	663	259	368	1290
dicembre	680	230	414	1324
				15298

Tabella 3: Dettaglio dei consumi elettrici – anno 2020

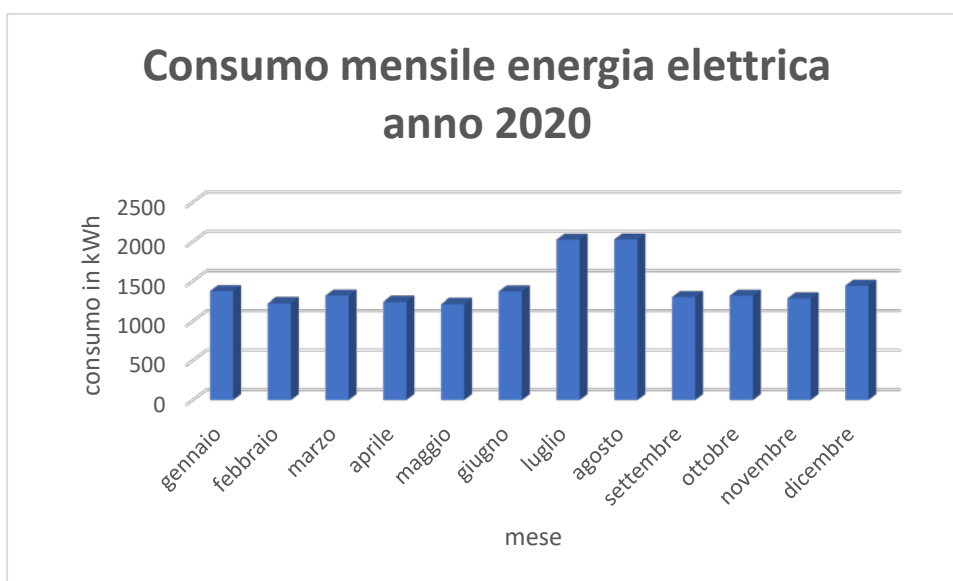


Figura 8: Andamento mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

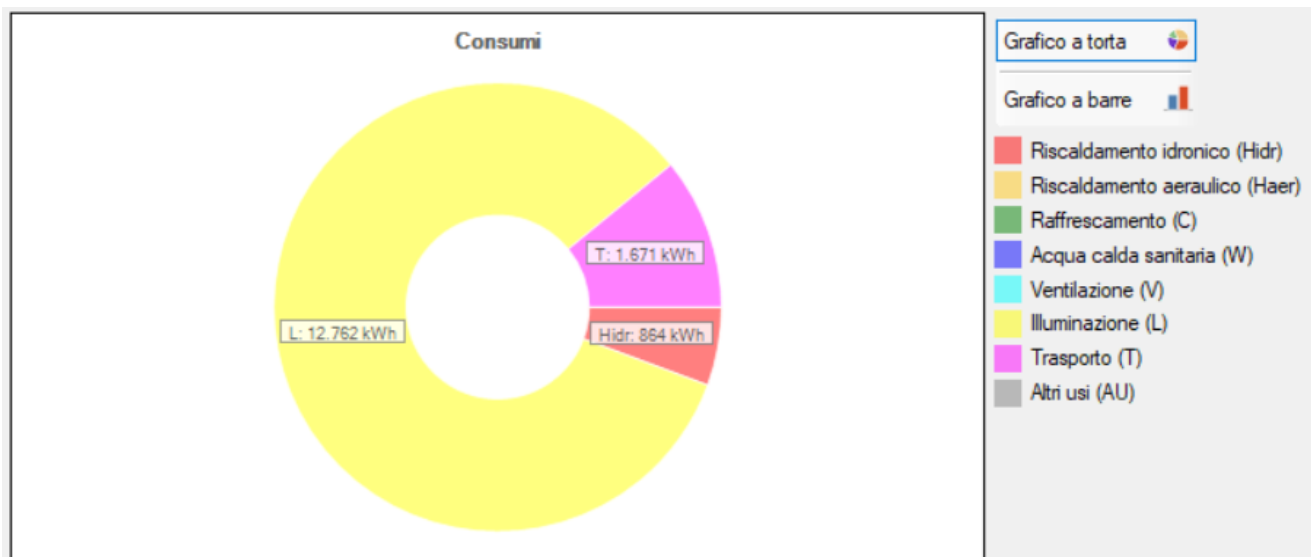


Figura 9: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio

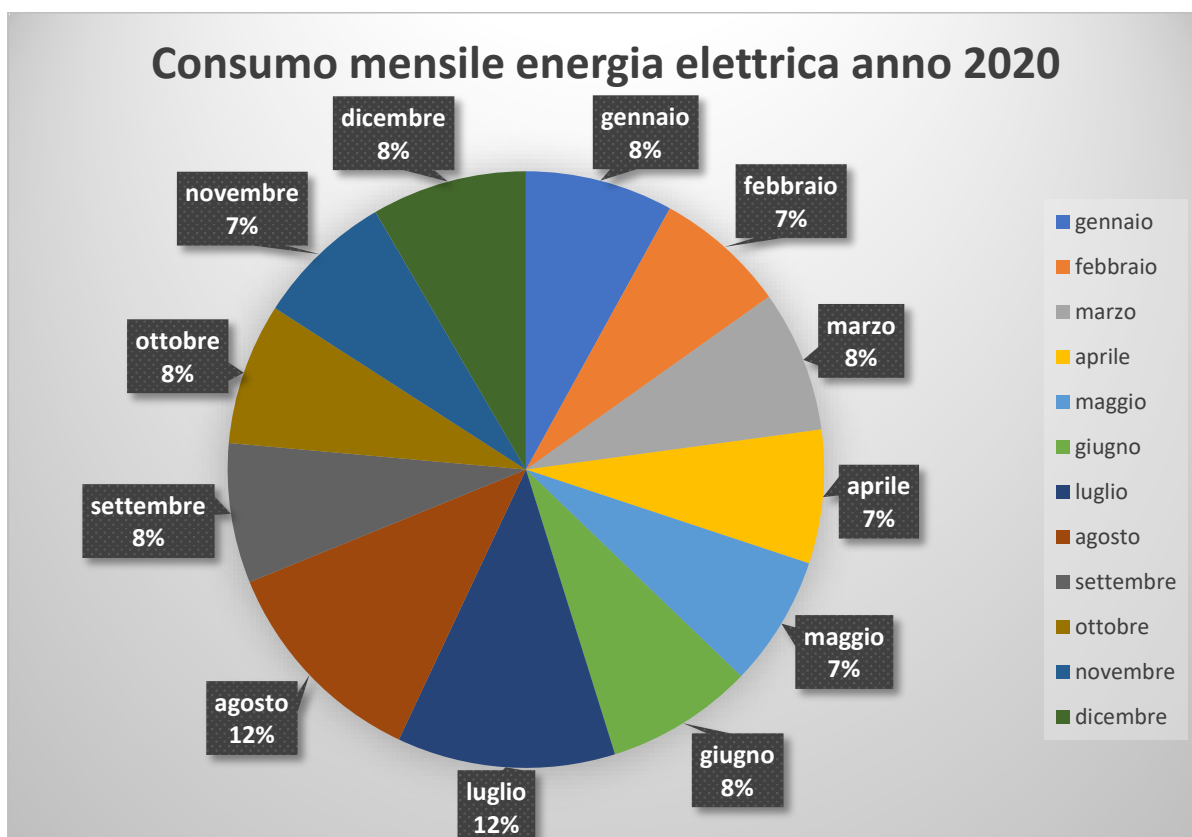


Figura 10: Ripartizione % mensile consumi

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

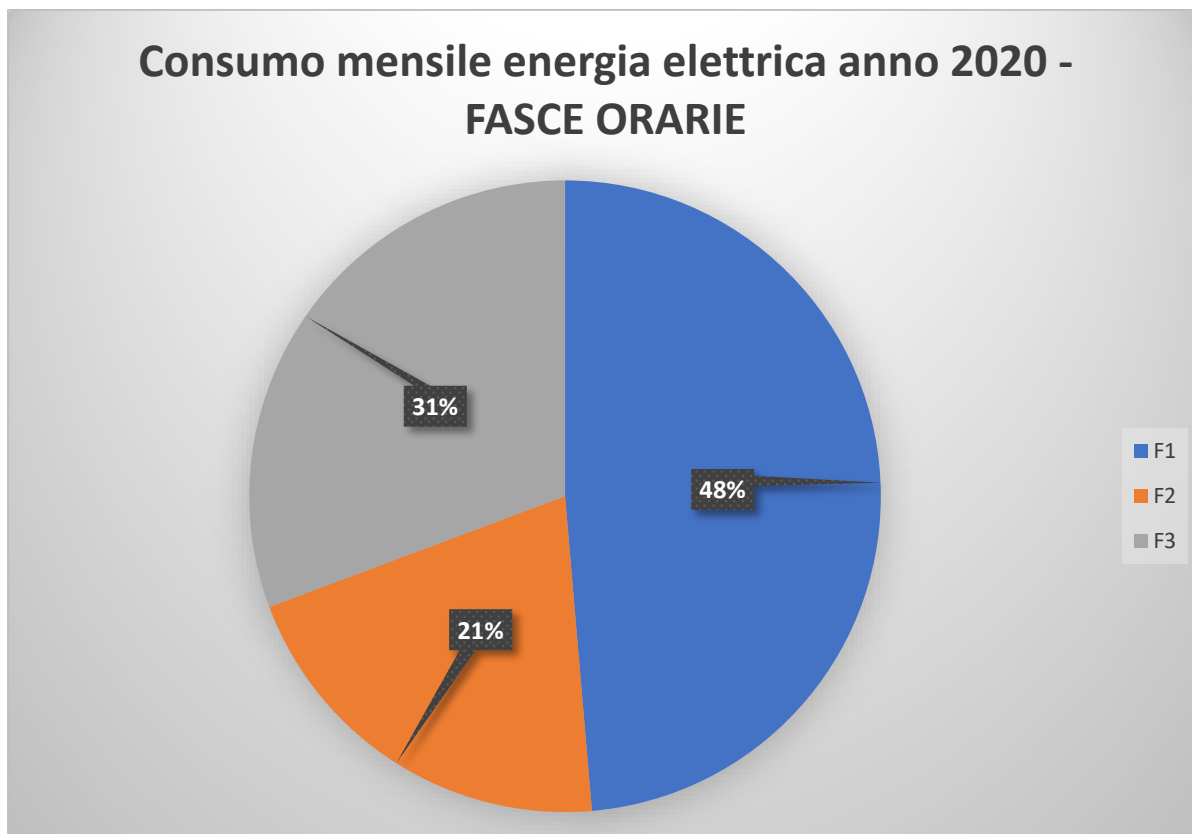


Figura 11: Ripartizione consumi di energia elettrica nelle fasce orarie F1-F2-F3

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Anno 2021

energia elettrica		IT001E49877555		
anno 2021				
	F1	F2	F3	TOT
gennaio	650	280	443	1373
febbraio	631	254	338	1223
marzo	623	293	400	1316
aprile	622	250	368	1240
maggio	625	228	360	1213
giugno	694	274	401	1369
luglio	914	480	631	2025
agosto	891	428	709	2028
settembre	649	266	382	1297
ottobre	659	270	386	1315
novembre	657	256	368	1281
dicembre	713	257	471	1441
				17121

Tabella 4: Dettaglio dei consumi elettrici – anno 2021

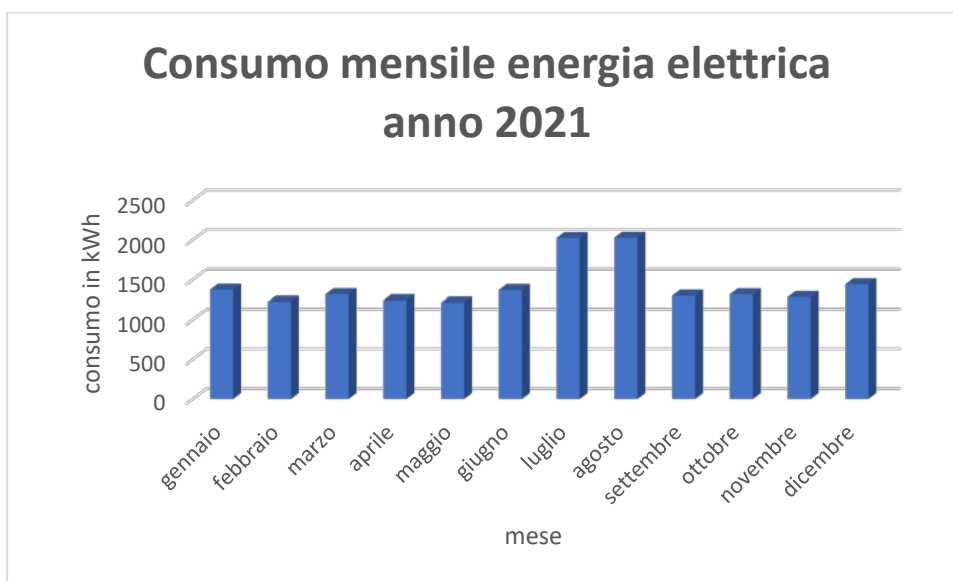


Figura 12: Andamento mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

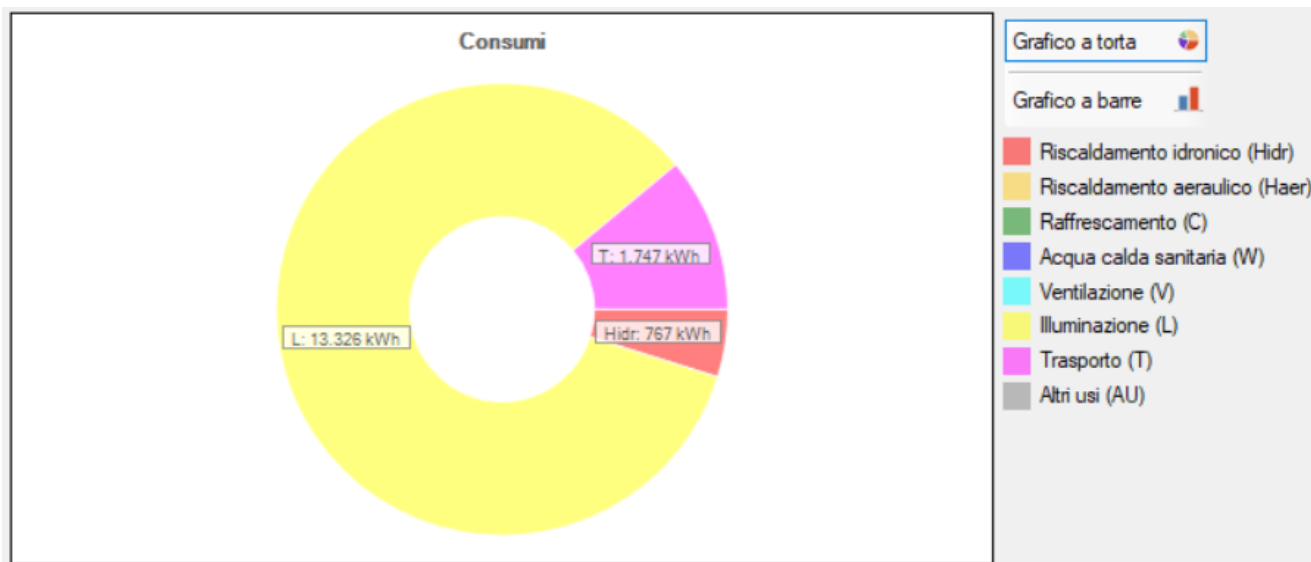


Figura 13: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio

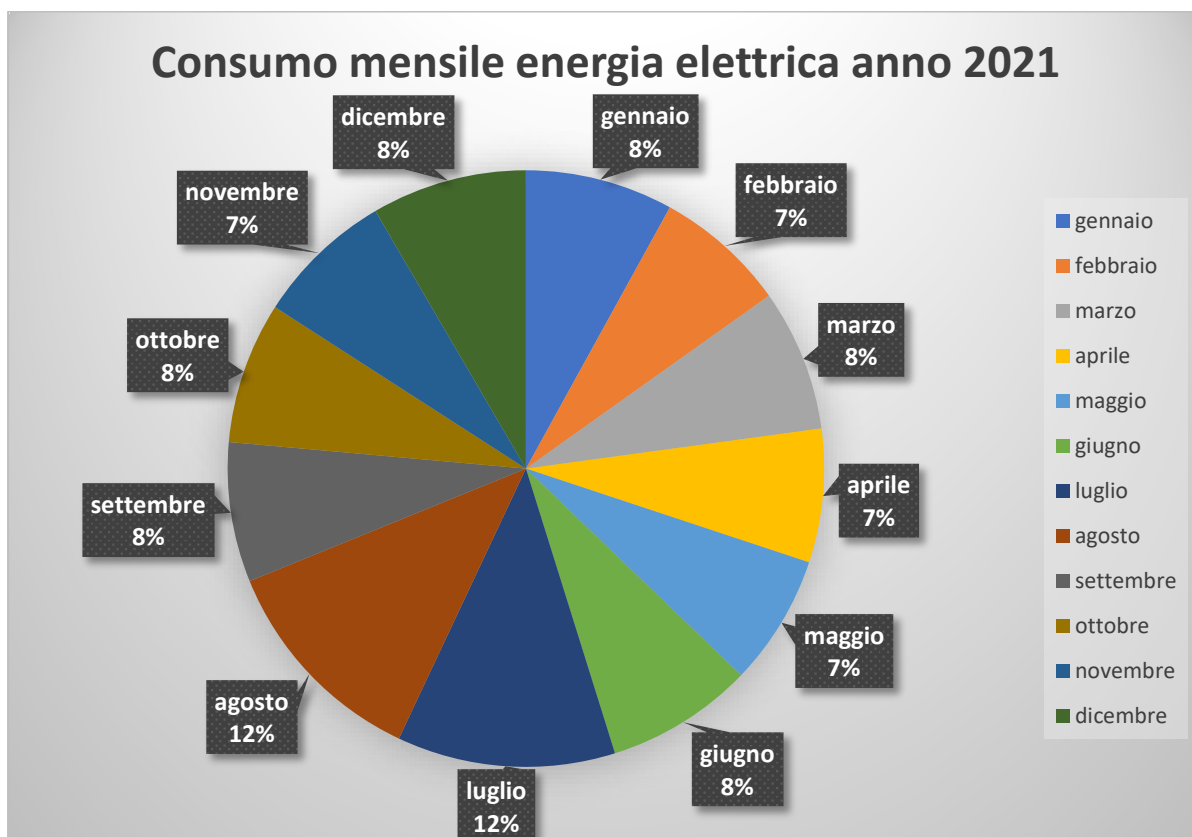


Figura 14: Ripartizione % mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

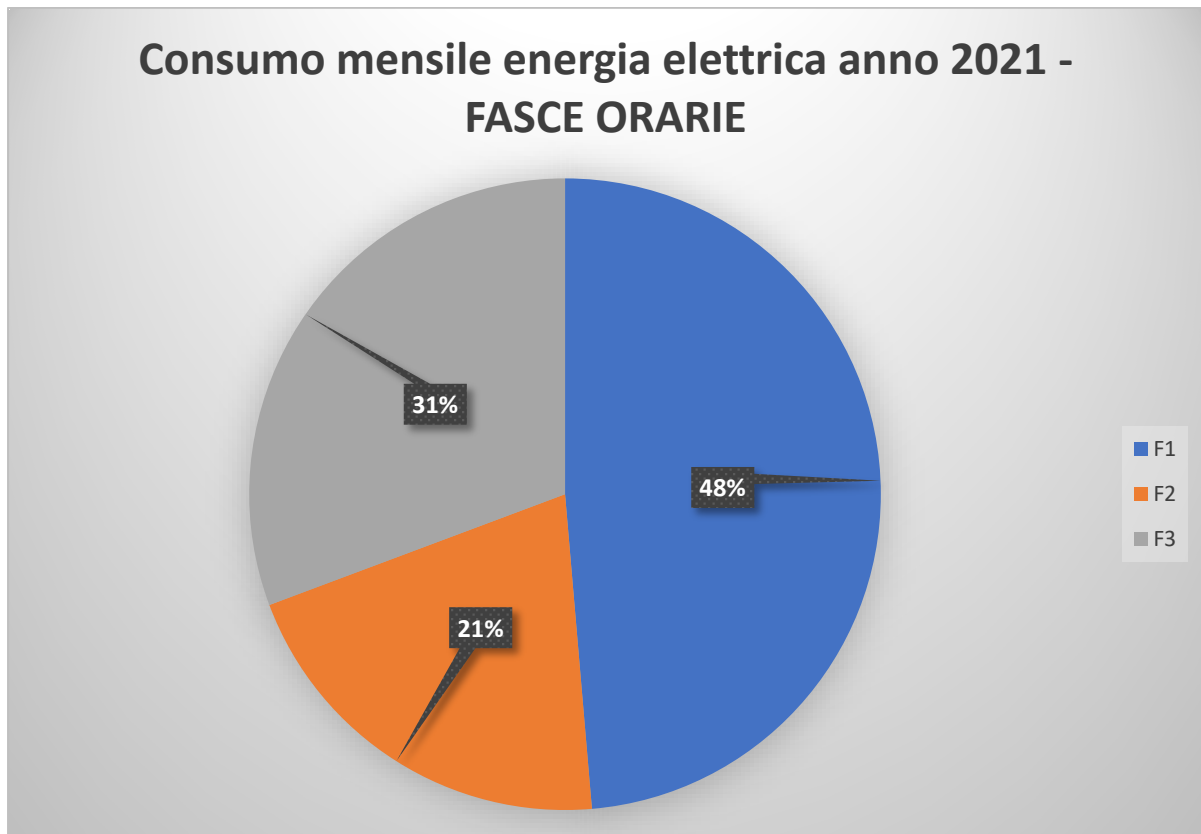


Figura 15: Ripartizione consumi di energia elettrica nelle fasce orarie F1-F2-F3

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Anno 2022

energia elettrica		IT001E49877555		
anno 2022				
	F1	F2	F3	TOT
gennaio	686	286	564	1536
febbraio	643	267	387	1297
marzo	734	290	385	1409
aprile	552	251	378	1181
maggio	651	231	330	1212
giugno	728	296	459	1483
luglio	892	461	668	2021
agosto	874	409	667	1950
settembre	790	373	587	1750
ottobre	662	273	367	1302
novembre	683	286	428	1397
dicembre	665	308	468	1441
				17979

Tabella 5: Dettaglio dei consumi elettrici – anno 2022

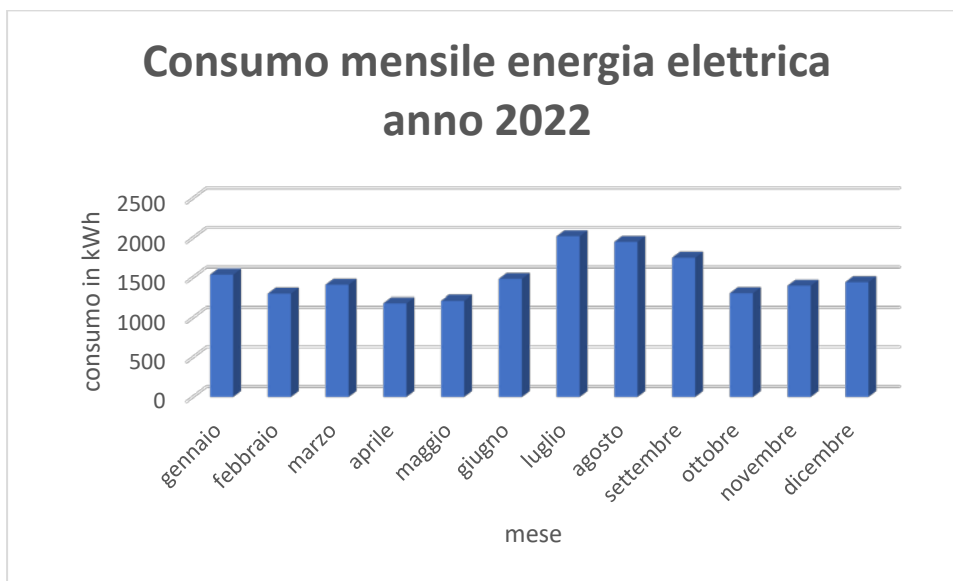


Figura 16: Andamento mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

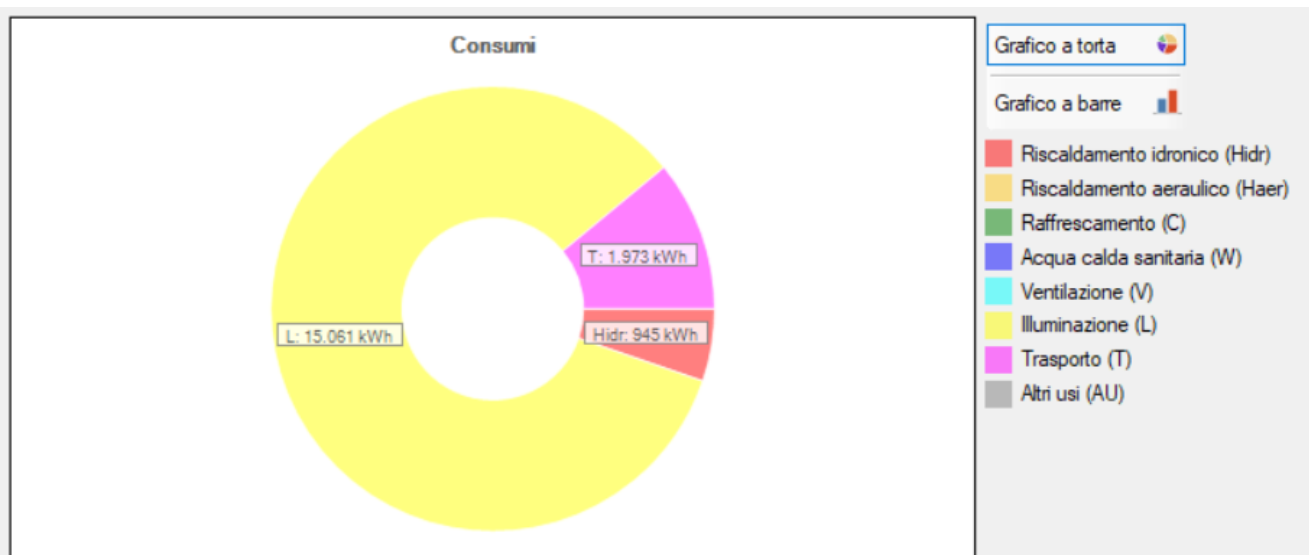


Figura 17: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio

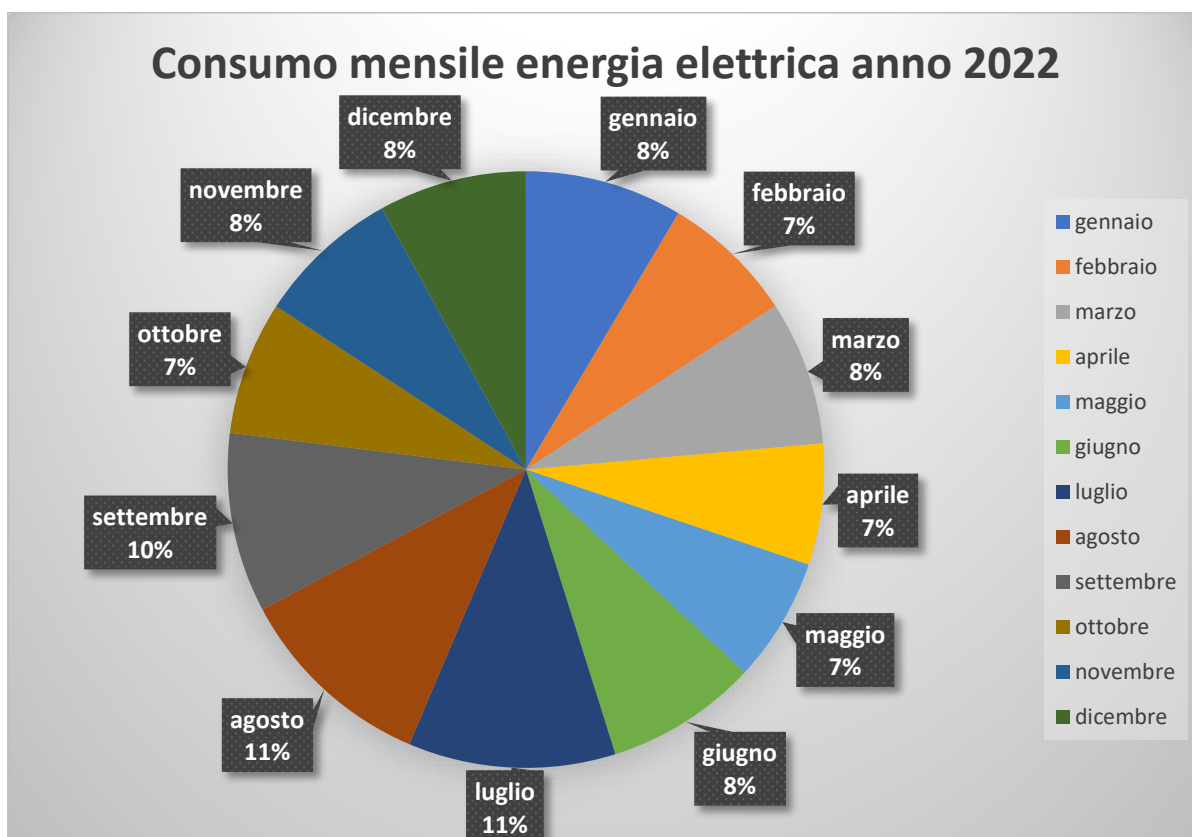


Figura 18: Ripartizione % mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

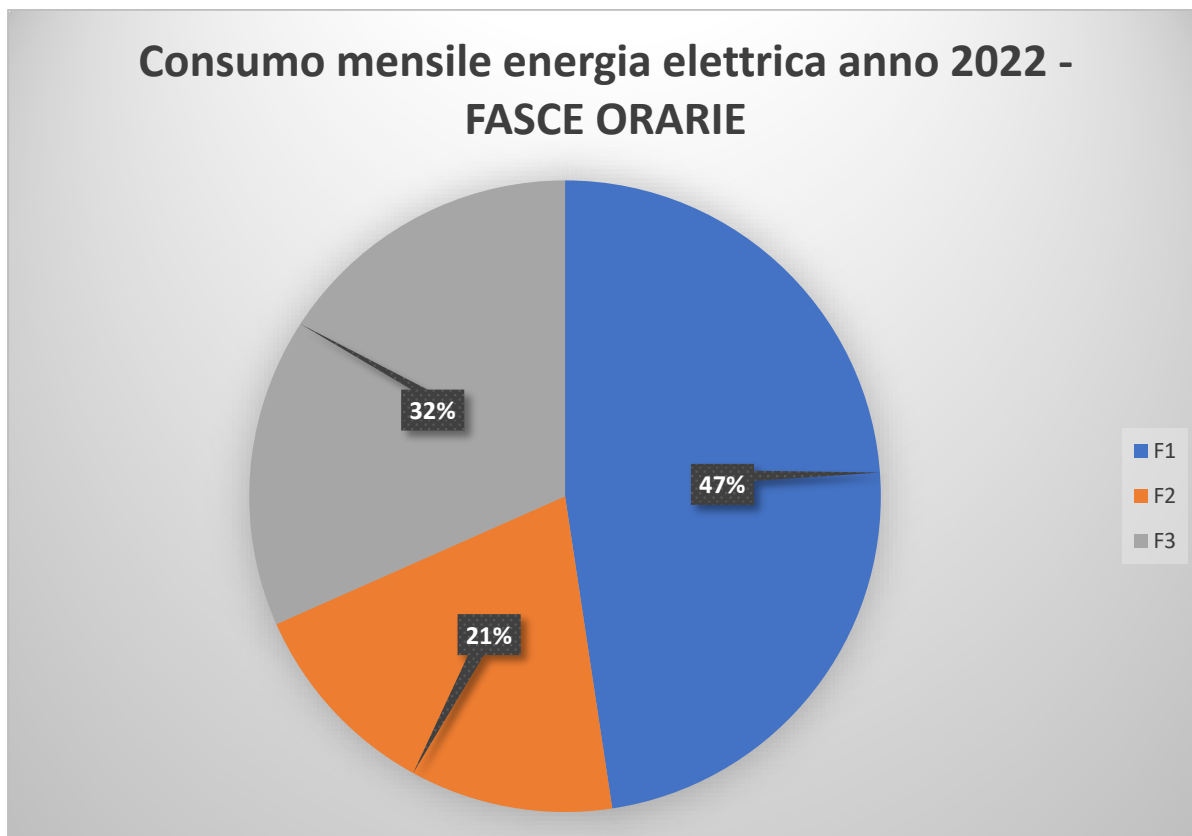


Figura 19: Ripartizione consumi di energia elettrica nelle fasce orarie F1-F2-F3

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

*b. Consumi termici (dettaglio)
 2020*

GPL	Contatore 54122617	
anno 2020		
	TOT	u.m.
gennaio	615,00	Smc
febbraio	489,00	
marzo	630,00	
aprile	306,00	
maggio	0,00	
giugno	0,00	
luglio	0,00	
agosto	0,00	
settembre	0,00	
ottobre	395,00	
novembre	482,00	
dicembre	615,00	
TOTALE	3532	

Tabella 6: Dettaglio dei consumi di GPL – ANNO 2022

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 20: Andamento mensile consumi

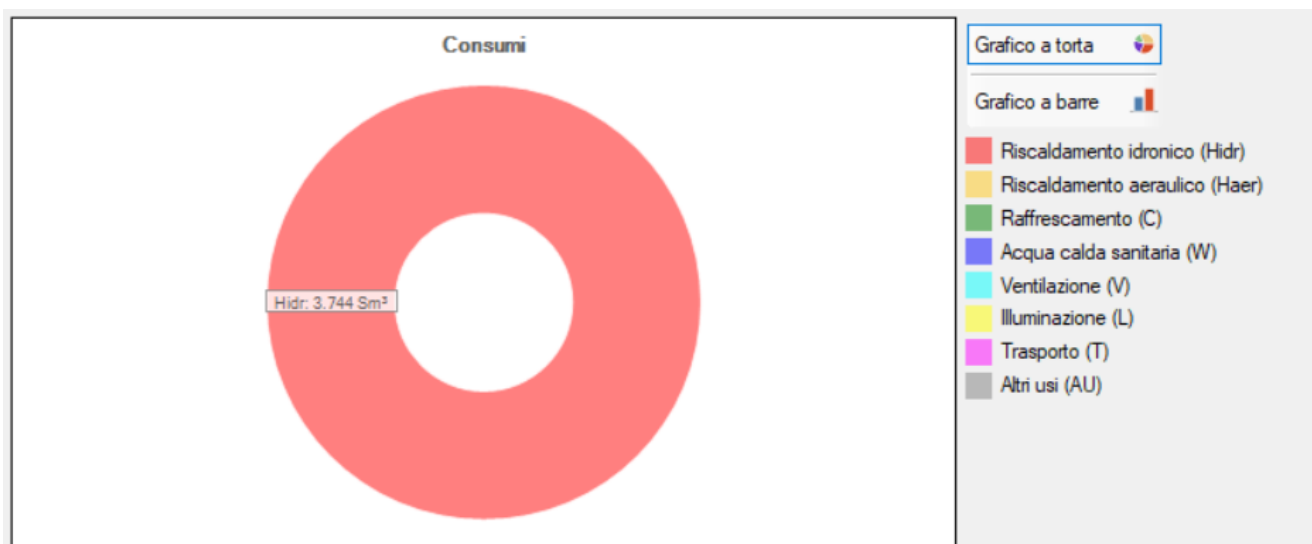


Figura 21: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio

Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli



Figura 22: Ripartizione % mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

2021

GPL	Contatore 54122617	
anno 2021		
	TOT	u.m.
gennaio	615,00	Smc
febbraio	489,00	
marzo	630,00	
aprile	306,00	
maggio	0,00	
giugno	0,00	
luglio	0,00	
agosto	0,00	
settembre	0,00	
ottobre	395,00	
novembre	482,00	
dicembre	615,00	
TOTALE	3532	

Tabella 7: Dettaglio dei consumi di GPL – ANNO 2021



Figura 23: Andamento mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

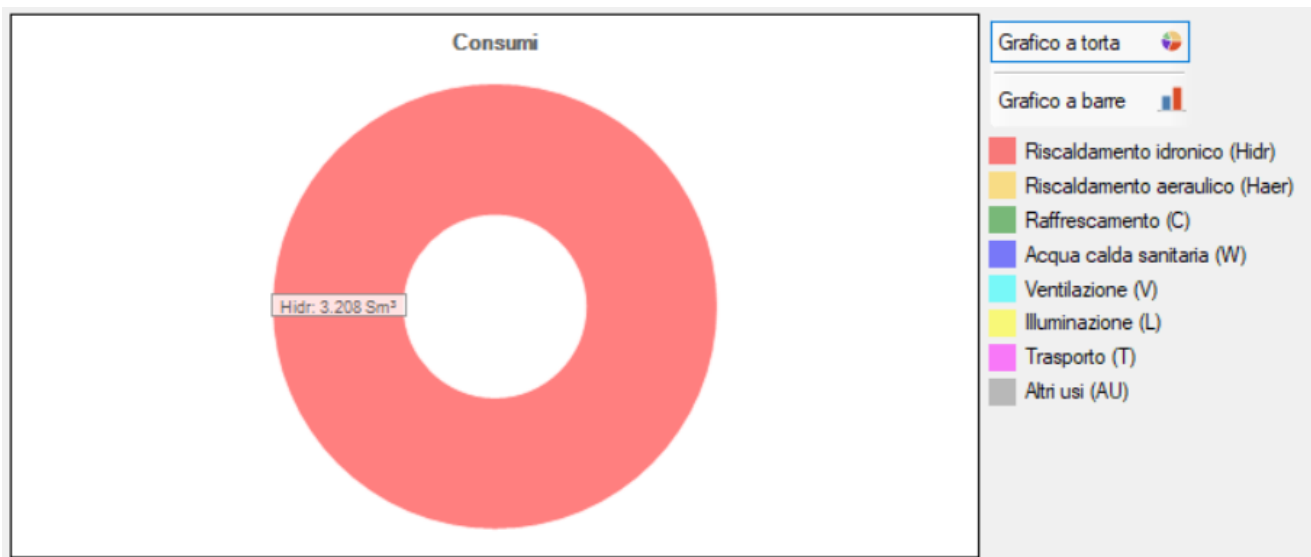


Figura 24: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio



Figura 25: Ripartizione % mensile consumi

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

2022

GPL	Contatore 54122617	
anno 2022		
	TOT	u.m.
gennaio febbraio	1.221,00	Smc
marzo aprile	866,00	
maggio	0,00	
giugno	0,00	
luglio	0,00	
agosto	0,00	
settembre	0,00	
ottobre novembre dicembre	869,00	
TOTALE	2956,00	

Tabella 8: Dettaglio dei consumi di GPL – ANNO 2022

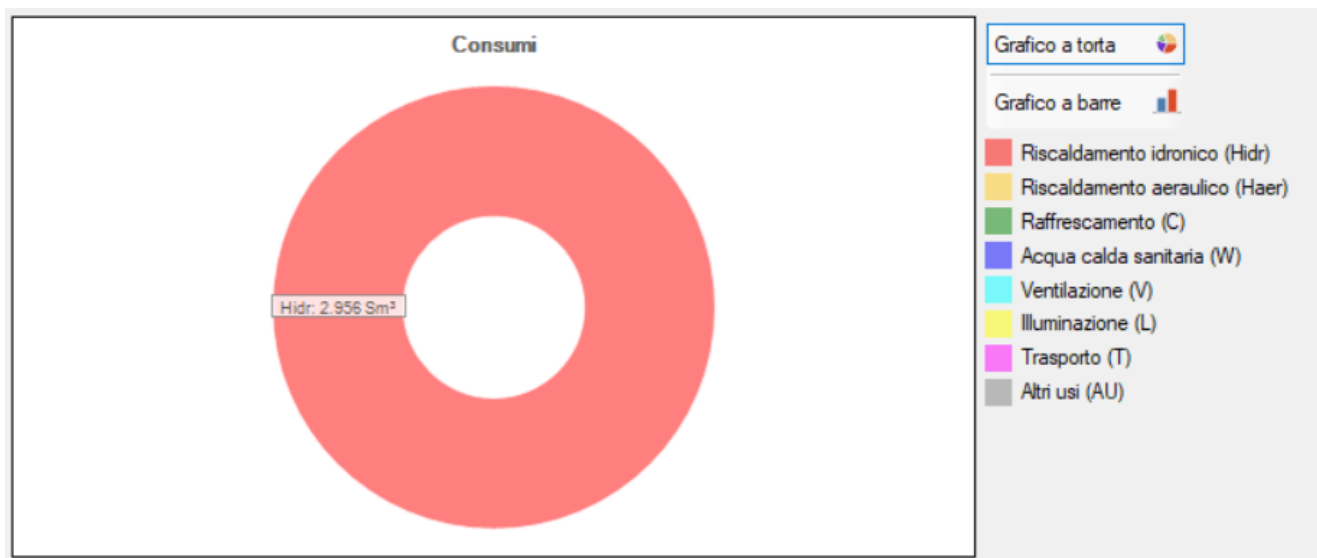


Figura 26: Ripartizione consumi del vettore energetico per servizio

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli



Figura 27: Andamento mensile consumi



Figura 28: Ripartizione % mensile consumi

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

8. Profilo di utilizzo

Per quanto riguarda il profilo di utilizzo della struttura e relative ore di funzionamento degli impianti a servizio, sono stati assunti i seguenti dati:

- Apertura uffici dalle ore 7 alle ore 14 dal lunedì al sabato e dalle ore 14 alle ore 18 il martedì ed il giovedì
- Funzionamento degli impianti intermittente secondo l'orario di apertura degli uffici.

L'impianto di riscaldamento rimane in funzione nel periodo convenzionale compreso dal 15/10 al 15/04 e viene utilizzato in maniera intermittente. La produzione di acqua calda sanitaria riguarda i soli servizi igienici.

Si specifica che i seguenti locali adibiti a vano scala e garage ed il piano sottotetto non sono riscaldati. Inoltre i locali destinati ad archivio (ad eccezione di quello al piano terra) pur essendo dotati di impianto di riscaldamento, allo stato attuale non vengono utilizzati e pertanto non riscaldati. Nella firma energetica, per allineare i consumi reali (da letture riportate nelle bollette relative ai vettori energetici utilizzati) ed i consumi simulati dal software sulla base degli utilizzatori presenti, vengono applicati opportuni fattori di riduzione.

9. Indicatori energetici

A seguire vengono riportati i risultati inerenti agli indicatori generali ricavati per ogni vettore energetico riferendosi alla produzione globale ed ai consumi totali del vettore.

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Riscaldamento

Impianto idronico		Sottosistemi		Rendimenti (%)		
Fabbisogni termici (kWh/anno)		Fabbisogni elettrici (kWh/anno)				
QH _{sys,out}	150423	Emissione	QH _{em,aux}	0	η _{H,em}	92,7
Q _{H,sys,out}	150389	Regolazione	--	--	η _{H,rg}	93,0
QH _{gen,out}	98914	Distribuzione utenza	QH _{du,aux}	382	η _{H,du}	96,0
QH _{gen,in}	100249	Accumulo	--	--	η _{H,s}	100,0
		Distribuzione primaria	QH _{dp,aux}	0	η _{H,dp}	100,0
		Generazione	QH _{gen,aux}	601	η _{H,gen,ut}	98,7 (rispetto a energia utile)
					η _{H,gen,p,nren}	92,9 (rispetto a energia pr. non rinn.)
					η _{H,gen,p,tot}	92,7 (rispetto a energia pr. totale)

Risultati Globali		Consumi		Rendimento globale medio stagionale (%)	
Energia primaria (kWh/anno)		Tipologia vettore energetico		η _{H,g,p,nren}	
QH _{p,nren}	107179	GPL (70% Propano + 30% ...)		140,3 (rispetto a energia pr. non rinn.)	
QH _{p,tot}	107641	Consumo vettore energetico	3743 Sm ³ /anno	η _{H,g,p,tot}	139,7 (rispetto a energia pr. totale)
		Consumo energia elettrica	983 kWh/anno		
		Gradi giorno	2880 °Cg		

Tabella 9: Risultati energia primaria – riscaldamento

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Acqua calda sanitaria

Fabbisogni termici (kWh/anno)		Sottosistemi		Fabbisogni elettrici (kWh/anno)		Rendimenti (%)	
QW _{sys,out}	1172	Erogazione	--	--		$\eta_{W,er}$	100,0
QW _{sys,out,rec}	1172	Distribuzione utenza	--	--		$\eta_{W,du}$	92,6
QW _{sys,out,cont}	1172	Accumulo	--	--		$\eta_{W,s}$	100,0
QW _{gen,out}	1266	Rete di ricircolo	QW _{ric,aux}	0		$\eta_{W,ric}$	100,0
QW _{gen,in}	1688	Distribuzione primaria	QW _{dp,aux}	0		$\eta_{W,dp}$	100,0
		Generazione	QW _{gn,aux}	0		$\eta_{W,gen,ut}$	75,0 (rispetto a energia utile)
						$\eta_{W,gen,p,nren}$	38,5 (rispetto a energia pr. non rinn.)
						$\eta_{W,gen,p,tot}$	31,0 (rispetto a energia pr. totale)

Risultati Globali		Consumi		Rendimento globale medio stagionale (%)	
Energia primaria (kWh/anno)		Tipologia vettore energetico		$\eta_{W,g,p,nren}$	
QW _{p,nren}	3291	Energia elettrica		35,6 (rispetto a energia pr. non rinn.)	
QW _{p,tot}	4084	Consumo vettore energetico		$\eta_{W,g,p,tot}$	
		0 -		28,7 (rispetto a energia pr. totale)	
		Consumo energia elettrica		1688 kWh/anno	

Tabella 10: Risultati energia primaria – acqua calda sanitaria

Illuminazione

Servizio illuminazione (fabbisogni stagionali)

Fabbisogni elettrici (kWh/anno)		Energia primaria (kWh/anno)	
Q _{ill,int,tot}	13768	Q _{ill,p,nren}	26848
Q _{ill,est}	0	Q _{ill,p,tot}	33319
Q _{ill}	13768		

Mese	Giorni	Q _{ill,int,a} [kWh]	Q _{ill,int,p} [kWh]	Q _{ill,int,u} [kWh]	Q _{ill,int,tot} [kWh]	Q _{ill,est} [kWh]	Q _{ill} [kWh]	Q _{p,ill} [kWh]
gennaio	31	1069	0	112	1181	0	1181	2302
febbraio	28	960	0	101	1061	0	1061	2069
marzo	31	1056	0	112	1167	0	1167	2276
aprile	30	1018	0	108	1126	0	1126	2195
maggio	31	1050	0	112	1161	0	1161	2265
giugno	30	1015	0	108	1123	0	1123	2190
luglio	31	1049	0	112	1161	0	1161	2264
agosto	31	1051	0	112	1162	0	1162	2267
settembre	30	1022	0	108	1130	0	1130	2203
ottobre	31	1061	0	112	1172	0	1172	2286
novembre	30	1033	0	108	1141	0	1141	2225
dicembre	31	1071	0	112	1182	0	1182	2306
TOTALI	365	12454	0	1314	13768	0	13768	26848

Tabella 11: Risultati energia primaria – illuminazione

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Fabbisogni di energia primaria

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]
Riscaldamento	107179	462	107641
Acqua calda sanitaria	3291	793	4084
Illuminazione	26848	6471	33319
Trasporto	3515	847	4362
Globale	140833	8574	149406

Tabella 12: Fabbisogni energia primaria ripartiti per servizio

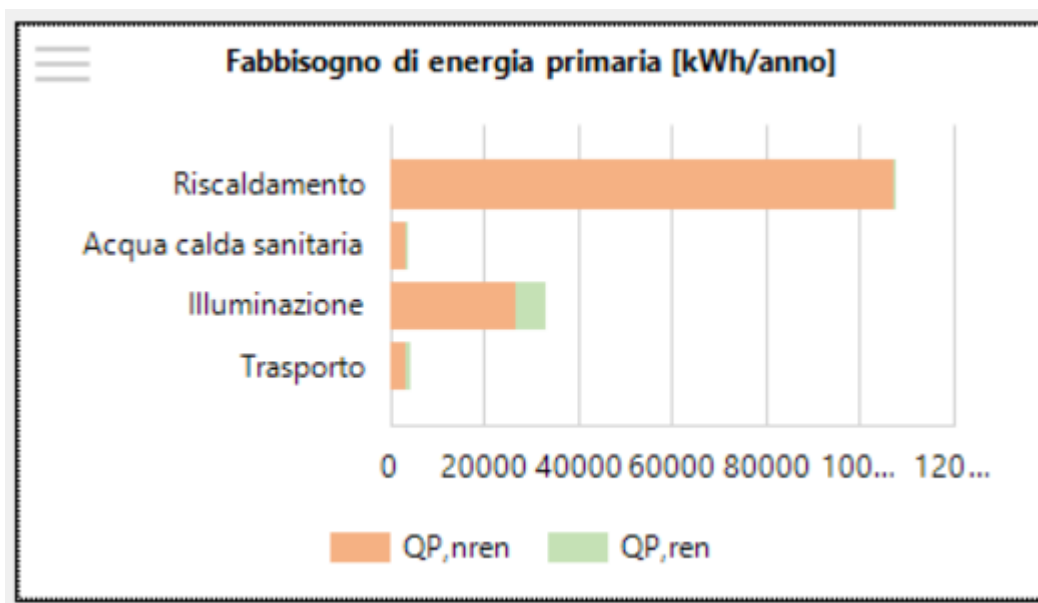


Tabella 13: Fabbisogni energia primaria ripartiti per servizio

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione

Servizio	EP,nren [kWh/m²]	EP,ren [kWh/m²]	EP,tot [kWh/m²]
Riscaldamento	215,34	0,93	216,27
Acqua calda sanitaria	6,61	1,59	8,21
Illuminazione	53,94	13,00	66,94
Trasporto	7,06	1,70	8,76
Globale	282,96	17,23	300,19

Tabella 14: Indici di prestazione energetica

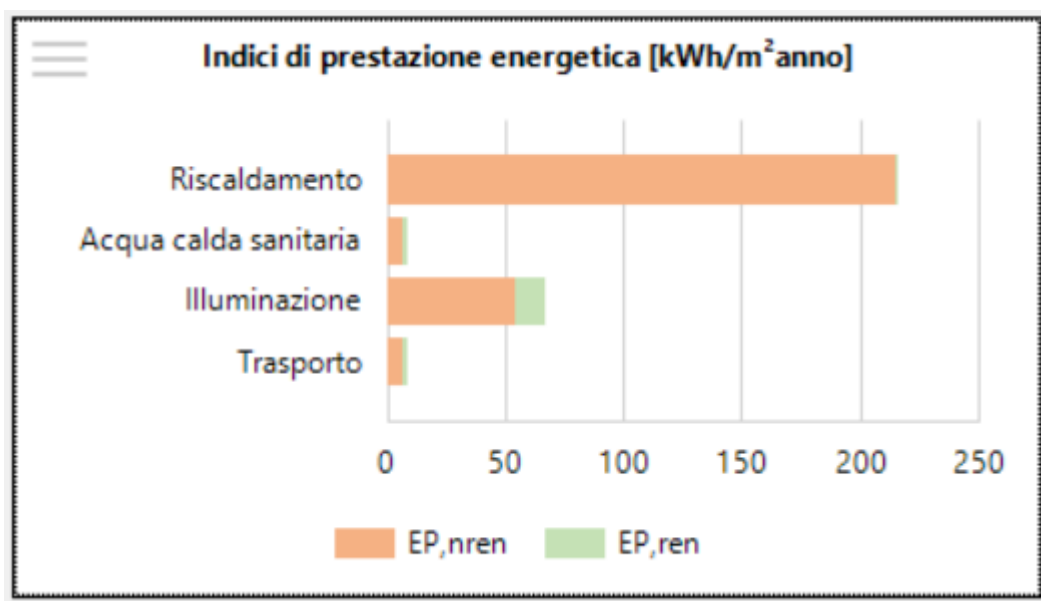


Tabella 15: Indici di prestazione energetica

Vettori energetici ed emissioni di CO2

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
GPL (70% Propano + 30% B...	3743	Sm³/anno	24060	Riscaldamento
Energia elettrica	18242	kWhel/anno	8391	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione, Trasporto

Tabella 16: Indici di prestazione energetica

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

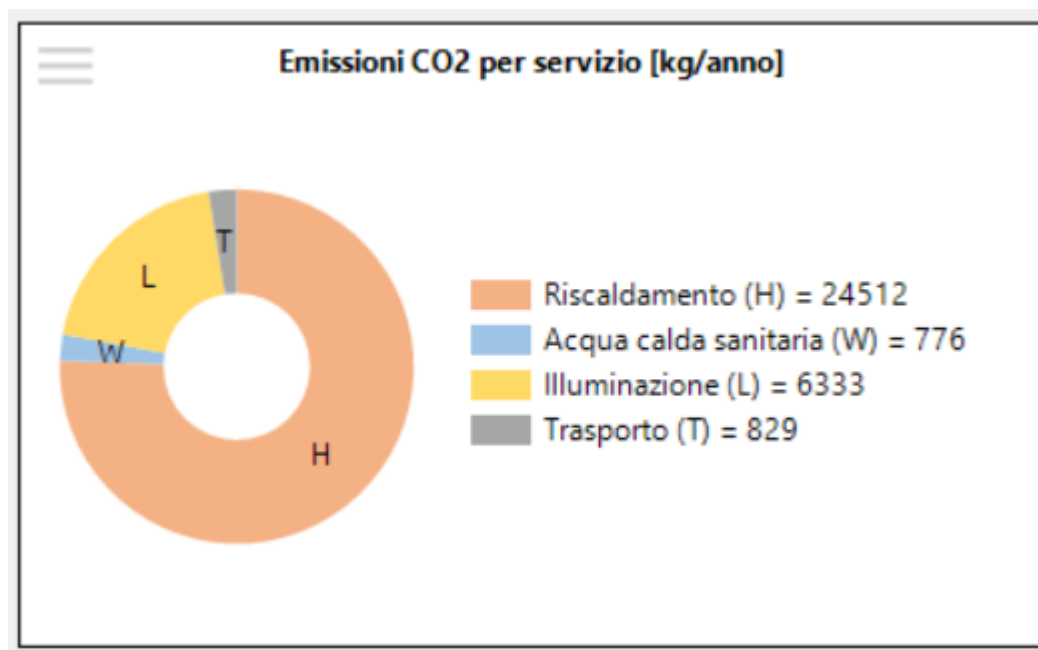


Tabella 17: Indici di prestazione energetica

10. Informazioni sul metodo di raccolta dati

I dati utilizzati per l'elaborazione della diagnosi energetica sono stati desunti dalle bollette fornite dalla Committenza; così come le informazioni inerenti al profilo di utilizzo e agli altri aspetti energetici rilevanti pertinenti con la diagnosi.

Sono stati inoltre effettuati diversi sopralluoghi per rilevare le strutture (componenti opachi e trasparenti) e gli impianti (riscaldamento, illuminazione, acs) che caratterizzano l'oggetto di analisi.

11. Modelli energetici

Le linee guida settoriali ENEA schematizzano la struttura energetica aziendale suddividendo i vettori energetici nelle seguenti aree funzionali:

1. attività principale;
2. servizi ausiliari;
3. servizi generali.

Nel caso in esame i vettori energetici vengono impiegati unicamente per i servizi generali. Non essendo presenti misuratori dedicati a servizi e/o aree, i consumi sono stati ripartiti fra:

- climatizzazione invernale;
- produzione di acqua calda sanitaria;
- illuminazione.

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

In base alle caratteristiche costruttive e alle potenze installate degli impianti presenti (desunti da sopralluoghi in situ, da schede tecniche, da libretto di impianto, da informazioni fornite dalla Committenza), sono stati calcolati le dispersioni, il fabbisogno energetico, i consumi di GPL e di energia elettrica, stimando gli assorbimenti elettrici ausiliari.

Il modello energetico derivante da modellizzazione tramite software di calcolo si discosta dai consumi reali di energia elettrica/gas metano per valori inferiori al 5%.

12. Calcolo degli indicatori energetici individuati e confronto con quelli di riferimento.

Sono stati calcolati indicatori energetici che confrontati a quelli di riferimento hanno portato alla definizione della classe energetica.

I valori limite dei parametri energetici adottati 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 (DM 26/06/15).

Si specifica inoltre che “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.).

13. Interventi effettuati in passato

La struttura in esame risale agli inizi del '900.

Nel corso degli anni ha subito interventi di ristrutturazione e di manutenzione ordinaria e straordinaria.

L'intervento più rilevante dal punto di vista energetico riguarda il rifacimento dell'impianto di riscaldamento e l'installazione del generatore di calore a condensazione attualmente presente.

14. Individuazione dei possibili interventi

14.1 INTERVENTO 1: ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI

La proposta di efficientamento che si ritiene primaria è l'isolamento termico delle strutture verticali disperdenti verso l'esterno, non solo nell'ottica di risparmio energetico, ma anche di miglioramento dal punto di vista strutturale.

Le strutture esistenti sono state modellizzate tramite software di calcolo e denominate M1 (97,19 m²; Trasmittanza U = 2,354 W/mq*K), M2 (32,77 m²; Trasmittanza U = 2,88 W/mq*K), M4 (315,92 m²; Trasmittanza U = 2,163 W/mq*K).

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Gli interventi proposti consistono nell'isolare le pareti perimetrali dall'interno, in modo tale che le nuove stratigrafie siano caratterizzate da un valore di trasmittanza inferiore al prescritto valore in vigore dal 1° gennaio 2021 dal DM requisiti minimi 26/06/2015.

A seguire vengono esplicitati i calcoli eseguiti per la determinazione del risparmio conseguibile attuale tale intervento migliorativo.

Dato un elemento opaco di superficie nota S , definendo con ΔU la generica variazione di trasmittanza termica dovuta all'intervento effettuato e con ΔT la differenza di temperatura tra le due facce dell'elemento di involucro, la potenza termica che non viene dispersa attraverso l'elemento stesso è data da:

$$\Delta \Phi = \Delta U * \Delta T * S \quad [W]$$

La variabile pertinente che più influisce sul consumo di combustibile per il riscaldamento è rappresentato dai Gradi Giorno GG, grandezza fisica il cui valore ante e post intervento dovrebbe essere noto per «aggiustare» i consumi energetici e determinare mediante calcolo il risparmio energetico.

Esprimendo ΔT in funzione dei GG:

$$\Delta T = (GG/GR) * R * f$$

dove:

GG= gradi giorno della località dove sorge l'edificio oggetto dell'intervento;

GR= durata in giorni del periodo di riscaldamento convenzionale

R= fattore di correzione della differenza di temperatura in funzione dell'ambiente confinante;

f= fattore di correzione che tiene conto del valore della temperatura interna media (inferiore a 20 °C, se il riscaldamento negli ambienti non avviene ininterrottamente nell'arco della giornata ma soltanto in orari prestabiliti).

Nel caso in esame, si assume:

R= 1 in quanto l'elemento opaco divide un ambiente riscaldato dall'esterno

f=0,5 in base alle condizioni di utilizzo dell'impianto di climatizzazione.

È ora possibile valutare la riduzione di energia termica dispersa per trasmissione durante tutto il periodo convenzionale di riscaldamento:

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

$$\Delta Q_{ht} = (\Delta \Phi * 24 * GR) / 1000 \quad [kWh]$$

$$\Delta Q_{ht} = (\Delta U * \Delta T * S * 24 * GR) / 1000 \quad [kWh]$$

$$\Delta Q_{ht} = (\Delta U * \frac{GG}{GR} * R * f * S * 24 * GR) / 1000 \quad [kWh]$$

$$\Delta Q_{ht} = (\Delta U * GG * R * f * S * 24) / 1000 \quad [kWh]$$

Una volta determinata la riduzione di energia termica dispersa per trasmissione, (ΔQ_{ht}), l'energia consegnata/fornita risparmiata Q_{hf} può essere calcolata applicando il seguente algoritmo, dove η_{ms} è l'efficienza media stagionale dell'impianto termico:

$$Q_{hf} = \frac{\Delta Q_{ht}}{\eta_{ms}}$$

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

DATI	STRUTTURA M1	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	65%
Up _{post}	0,197	W/m ² K
U _{ante}	2,354	W/m ² K
S	97,19	m ²
R	1	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	7.245,12	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	8.951,02	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	334	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	1.260,10	€

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

DATI	STRUTTURA M2	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	65%
Up _{post}	0,325	W/m ² K
U _{ante}	2,88	W/m ² K
S	32,77	m ²
R	1	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	2.893,62	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	3.574,94	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	133	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	503,27	€

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
 di Collina ing. Pietro
 Fabbi per. ind. Christian,
 Montuschi per. ind. Andrea,
 Ponti per ind. Piero,
 Rambelli per. ind. Giuliano,
 Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

DATI	STRUTTURA M4	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	65%
Up _{post}	0,196	W/m ² K
U _{ante}	2,163	W/m ² K
S	315,92	m ²
R	1	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	21.476,09	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	26.532,76	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	991	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	3735,19	€

Realizzando l'intervento illustrato, il risparmio atteso sul consumo di combustibile è di 1458,50 Smc di GPL naturale all'anno (5498,56 €/anno).

L'intervento prevede la realizzazione, dall'interno, di una controparete costituita da doppia lastra in cartongesso, un primo pannello in lana di roccia da 8 cm ed un secondo pannello di spessore pari a 6 cm..

Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

14.2 INTERVENTO 2: ISOLAMENTO TERMICO DEL SOLAIO VERSO IL SOTTOTETTO

Il secondo intervento proposto consiste nel coibentare il solaio verso il sottotetto.

Per il calcolo del risparmio atteso valgono le medesime considerazioni esplicitate al paragrafo precedente.

Il valore di trasmittanza che si ottiene ipotizzando di installare una controparete costituita da doppio strato in lana di roccia da 4 cm e lastra in cartongesso è di 0,314 W/mq*K.

DATI	STRUTTURA S1	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	62%
Up _{post}	0,314	W/m ² K
U _{ante}	1,499	W/m ² K
S	345,78	m ²
R	0,8	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	11.328,75	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	13.996,17	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	523	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	1970,33	€

Realizzando l'intervento suddetto, il risparmio atteso sul consumo di combustibile è di 523 Smc di gas naturale all'anno (1970,33 €/anno).

Esperto in Gestione dell'Energia
 Ing. Serena Patricelli

14.3 INTERVENTO 3: SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI

Gli infissi esistenti sono come detto in legno, perlopiù a doppio vetro.
 Si prevede di installare nuovi infissi con un valore di trasmittanza pari a 1,3 W/mq*K.

DATI	INFISSO VETRO DOPPIO	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	62%
Up _{post}	1,300	W/m ² K
U _{ante}	5,000	W/m ² K
S	11,67	m ²
R	1	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	1492,27	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	1843,63	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	69	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	259,54	€

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

DATI	INFISSO VETRO DOPPIO	
GG	2880	°C
η_{ms}	0,809	62%
Up _{post}	1,300	W/m ² K
U _{ante}	3,000	W/m ² K
S	56,39	m ²
R	1	
f	0,5	
PCI GPL	26,78	kWh/Sm ³
Costo GPL	3,77	€/Sm ³

ΔQ_{ht} (delta energia dispersa)	3313,03	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	4093,10	kWh
ΔQ_{hf} (delta energia fornita)	153	Sm ³
Riduzione annua di spesa:	576,21	€

Realizzando l'intervento suddetto, il risparmio atteso sul consumo di combustibile è di 221,69 Smc di GPL all'anno (835,75 €/anno).

14.4 INTERVENTO 4: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE SUI CORPI SCALDANTI

Il quarto intervento proposto consiste nel miglioramento del rendimento di regolazione dell'impianto di riscaldamento, tramite l'installazione di valvole termostatiche.

Il rendimento di regolazione passa da 0,93 a 0,98. Il fabbisogno di energia primaria $Q_{p,tot}$ si riduce di circa il 4% così come i consumi annui per il vettore energetico GPL, mentre il consumo di energia elettrica si riduce del 5% all'anno, per un risparmio complessivo di € 532.

14.5 INTERVENTO 5: SOSTITUZIONE ILLUMINAZIONE UFFICI ESISTENTE CON SISTEMI A LED

Il quinto intervento proposto consiste nel sostituire la totalità dei corpi illuminanti esistenti con altri a tecnologia LED.

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

Si ricorda che il LED è un componente elettronico che, al passaggio di una minima corrente, emette una luce priva di infrarossi ed ultravioletti, accendendosi immediatamente. Nella tecnologia Light-Emitting Diodes la generazione della luce è ottenuta mediante semiconduttori anziché utilizzando un filamento a gas. L'illuminazione LED è più efficiente dal punto di vista energetico, ha una durata maggiore ed è più sostenibile.

Confrontato con fonti di illuminazione tradizionali, il risparmio ottenuto utilizzando l'illuminazione a LED è di circa il 93% rispetto alle lampade a incandescenza, 90% rispetto alle lampade alogene, 70% rispetto alle lampade a ioduri metallici, 66% rispetto alle lampade fluorescenti.

Si ha inoltre una notevole riduzione dei costi di gestione e di esercizio.

I LED mantengono il 70% dell'illuminazione luminosa iniziale ancora dopo 50.000 ore, secondo gli standard EN50107; la loro sostituzione sarà da effettuarsi prima che la perdita di luminosità arrivi a causare eccessivi fastidi.

La completa perdita di luminosità è stimata in 100.000 ore. Si consideri per confronto che la vita media di una lampadina a filamento è di circa 1000/1500 ore, di una lampadina a scarica è di circa 4.000 ore e di una lampada fluorescente è di 6.000 ore.

È possibile affermare che il risparmio conseguibile sia del 50% sui consumi dovuti all'illuminazione.

DATI		
Costo energia elettrica	0,15	€/kWh
Energia ante	15061	kWh
Costo ante	2259	€
Energia post	7530,5	kWh
Costo post = E*c	1129,57	€
Mancata manutenzione	1500	€

14.6 PRESENZA DI INCENTIVI STATALI O LOCALI.

Nella casistica degli interventi migliorativi su esposti al momento gli incentivi per questo tipo di intervento sono quelli di cui al "PR FESR 2021-2027 - BANDO PER IL SUPPORTO AD INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E MIGLIORAMENTO/ ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI OBIETTIVO SPECIFICO 2 - AZIONI 2.1.1-2.2.1-2.4.1) - BANDO 2022".

14.7 IMPATTO AMBIENTALE

A seguire viene calcolato l'impatto ambientale degli interventi proposti in termini di tonnellate di petrolio equivalente e di emissioni di CO₂.

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

SCENARIO: STATO ATTUALE						
VETTORE	u.m.	valore	Fattore conversione in tep	PCI o EER	TEP	
Energia elettrica	kWh	17979	$0,187 \times 10^{-3}$		3,4	
GPL	Sm3	2956	$2,53 \times 10^{-3}$	26,780	7,5	
					10,9	TOTALE

SCENARIO: INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI						
VETTORE	u.m.	valore	Fattore conversione in tep	PCI o EER	TEP	
Energia elettrica	kWh	10401,5	$0,187 \times 10^{-3}$		1,9	
GPL	Sm3	635	$2,53 \times 10^{-3}$	26,780	1,6	
					3,5	TOTALE

SCENARIO: STATO ATTUALE							
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO	U.M.	fattore conversione		VETTORE ENERGETICO CONSUMATO IN kWh	fattore di emissione in CO2	kg CO2
energia elettrica	17979	kWh el	1	kWh	17979	0,4332	7788,503
GPL	2956	Smc	26,78	kWh	79161,68	0,24	18998,8
						TOTALE	26787,31

SCENARIO: INTERVENTI MIGLIORATIVI PROPOSTI							
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO	U.M.	fattore conversione		VETTORE ENERGETICO CONSUMATO IN kWh	fattore di emissione in CO2	kg CO2
energia elettrica	10401,5	kWh el	1	kWh	10401,5	0,4332	4505,93
GPL	724	Smc	26,78	kWh	17005,3	0,24	4081,272
						TOTALE	8587,202

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15 TABELLE RIASSUNTIVE INTERVENTI

A seguire vengono confrontati i diversi interventi migliorativi proposti, attraverso l'analisi di costo benefici basata sui tipici indici economici.

Si suppone che l'investimento venga eseguito tramite mezzi propri.

15.1 COIBENTAZIONE SOLAIO VERSO SOTTOTETTO

DATI		
tasso di sconto	5%	
differenza costi	1970	€
investimento iniziale	15308	€
TR	7	anni
TRA	10	anni
VAN (10 anni - 5%)	- 96	€
IP	0,006	

anno		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I0		- 15.308										
			1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970
FC	non attualizzato	- 15.308	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970
TR	cumulato	- 15.308	13.338	- 11.368	9.398	7.428	5.458	3.488	1.518	452	2.422	4.392
FCA	attualizzato	- 15.308	1.876	1.787	1.702	1.621	1.544	1.470	1.400	1.333	1.270	1.209
TRA	cumulato	- 15.308	13.432	- 11.645	9.943	8.322	6.779	5.309	3.909	2.575	1.306	96
VAN 10 a	- 96	SOMMA FCA 10 a	15.212	SOMMA FCA 10 a	18.505							
		I0	15.308									

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15.2 COIBENTAZIONE PARETI PERIMETRALI

DATI		
tasso di sconto	5%	
differenza costi	5500	€
investimento iniziale	82157	€
TR	15	anni
TRA	28	anni
VAN (10 anni - 5%)	- 39687	€
IP	0,48	

anno		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I0		- 82.157										
			5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
FC	non attualizzato	- 82.157	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
TR	cumulato	- 82.157	76.657	- 71.157	65.657	60.157	54.657	49.157	43.657	38.157	32.657	27.157
FCA	attualizzato	- 82.157	5.238	4.989	4.751	4.525	4.309	4.104	3.909	3.723	3.545	3.377
TRA	cumulato	- 82.157	76.919	- 71.930	67.179	62.654	58.345	54.240	50.332	46.609	43.064	39.687
VAN 10 a	- 39.687	SOMMA FCA 10 a	42.470	SOMMA FCA 10 a	51.665							
		I0	82.157									

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15.3 SOSTITUZIONE INFISSI

DATI		
tasso di sconto	5%	
differenza costi	835	€
investimento iniziale	808845	€
TR	96	anni
VAN (10 anni - 5%)	- 74.397	€
IP	0,92	

anno		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IO		- 808.845										
			835	835	835	835	835	835	835	835	835	835
FC	non attualizzato	- 808.845	835	835	835	835	835	835	835	835	835	835
TR	cumulato	- 808.845	- 808.010	- 807.175	- 806.340	- 805.505	- 804.670	- 803.835	- 803.000	- 802.165	- 801.330	- 800.495
FCA	attualizzato	- 808.845	795	757	721	687	654	623	593	565	538	513
TRA	cumulato	- 808.845	- 808.050	- 807.292	- 806.571	- 805.884	- 805.230	- 804.607	- 804.013	- 803.448	- 802.910	- 802.397
VAN 10 a	- 802.397	SOMMA FCA 10 a	6.448	SOMMA FCA 10 a	7.844							
			808.845									

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15.4 RELAMPING

DATI		
tasso di sconto	5%	
differenza costi	2630	€
investimento iniziale	24699	€
TR	9	anni
TRA	13	anni
VAN (10 anni - 5%)	- 4394	€
IP	0,18	

anno		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IO		- 24.699										
			2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630
FC	non attualizzato	- 24.699	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630
TR	cumulato	- 24.699	- 22.069	- 19.440	- 16.810	- 14.181	- 11.551	- 8.922	- 6.292	- 3.662	- 1.033	- 1.597
FC												
A	attualizzato	- 24.699	2.504	2.385	2.272	2.163	2.060	1.962	1.869	1.780	1.695	1.614
TR												
A	cumulato	- 24.699	- 22.195	- 19.810	- 17.538	- 15.375	- 13.314	- 11.352	- 9.483	- 7.703	- 6.008	- 4.394

Calcolo Tempo di Ritorno, Tempo di Ritorno Attualizzato, Valore Attuale Netto

Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15.5 MIGLIORAMENTO DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE TRAMITE INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE

DATI		
tasso di sconto	5%	
differenza costi	450	€
investimento iniziale	17600	€
TR	39	anni
VAN (10 anni - 5%)	-14125	€
IP	0,8	

anno		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IO		- 17.600										
			450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
FC	non attualizzato	- 17.600	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
TR	cumulato	- 17.600	- 17.150	- 16.700	- 16.250	- 15.800	- 15.350	- 14.900	- 14.450	- 14.000	- 13.550	- 13.100
FCA	attualizzato	- 17.600	429	408	389	370	353	336	320	305	290	276
TRA	cumulato	- 17.600	- 17.171	- 16.763	- 16.375	- 16.004	- 15.652	- 15.316	- 14.996	- 14.692	- 14.401	- 14.125
VAN	-	SOMMA FCA	3.475									
		IO	17.600									

STUDIO ASSOCIATO ENERGIA
di Collina ing. Pietro
Fabbi per. ind. Christian,
Montuschi per. ind. Andrea,
Ponti per ind. Piero,
Rambelli per. ind. Giuliano,
Tassinari ing. Daniele



Esperto in Gestione dell'Energia
Ing. Serena Patricelli

15 Conclusioni

Lo studio eseguito ha avuto ad oggetto la modellizzazione della struttura in cui ha sede il palazzo municipale del Comune di Castel di Casio: sono stati caratterizzati i componenti opachi e trasparenti che compongono l'involucro edilizio.

Sono stati poi inseriti nel software di calcolo, gli impianti presenti, considerando il loro profilo di utilizzo.

Sono stati così calcolati i relativi consumi e confrontati con i dati desunti dalle bollette dei vettori energetici dell'anno di riferimento rappresentativo dell'utilizzo ordinario.

Sono stati poi individuati alcuni interventi volti ad un risparmio in termini di energia con ricadute positive anche in termini economici, garantendo una diminuzione dei costi fissi.

Faenza, 22/04/2023

ing. Serena Patricelli
(Esperto in Gestione Energia)



Ing. Pietro Collina



Ing. Anna Lisa Grandi



Allegati:
Dettaglio di calcolo
Rapporto di Sintesi

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *COMUNE DI CASTEL DI CASIO*
Indirizzo

Edificio / condominio

Descrizione *MUNICIPIO - MONOZONA VANO SCALA N.R. PAVIMENTO AMB.
TETTO FALDA*
Indirizzo *VIA MARCONI 9, CASTEL DI CASIO*

Studio tecnico

Nome *Studio Associato energia*
Indirizzo *viale Marconi 30/3 - FAENZA*
EGE *Ing. Serena Patricelli*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 12.23.4 ed EC720 versione 6.23.3*
Data di redazione del documento *24/04/2023*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>2020</i>
5.1.2	<i>2021</i>
5.1.3	<i>2022</i>
5.1.4	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Riqualificazione complessiva
6.1.1	<i>Riqualificazione complessiva</i>
6.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>

Appendice A Profili di intermittenza (secondo UNI EN ISO 52016-1)

1 PREMESSA

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

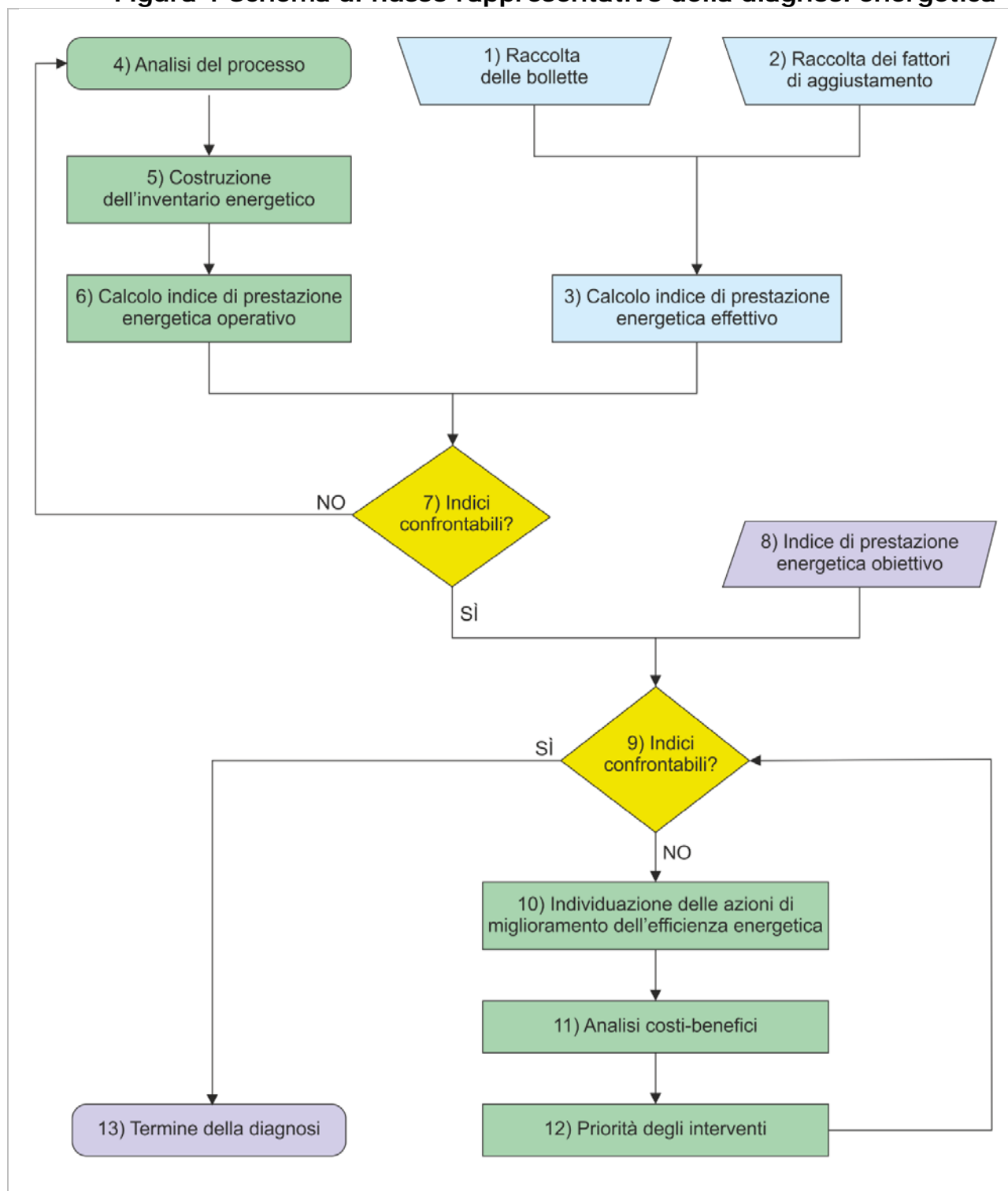
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Secondo chiarimenti forniti da CTI ed ENEA, la conformità della diagnosi alle predette normative è garanzia di rispetto dei requisiti richiesti dall’allegato 2 al DLgs 102/14. 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	MUNICIPIO - MONOZONA VANO SCALA N.R. PAVIMENTO AMB. TETTO FALDA
Comune	Castel di Casio
Provincia	Bologna
CAP	40030
Indirizzo edificio	VIA MARCONI 9, CASTEL DI CASIO
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	2634
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.2
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	Precedente agli anni '50
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Riqualificazione energetica dell'edificio
Riferimento	DLgs 192/05, art. 2, comma 1

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio risale ai primi anni del '900 e presenta una struttura portante in muratura di pietra con copertura a due falde con manto di in coppi. Gli infissi sono in legno prevalentemente con vetro camera. Il solaio è in laterocemento.

L'impianto di riscaldamento è costituito da una caldaia a condensazione, alimentata a GPL, installata nel I terminale di emissione sono radiatori in ghisa o acciaio; la regolazione è solo per zona di tipo on-off, la distribuzione è a collettori.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 3 boiler elettrici ad accumulo di potenza complessiva pari a 4,5 kW.

L'impianto di illuminazione è costituito da corpi illuminanti al neon.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	497,71	m ²
Superficie lorda	S_{lorda}	678,69	m ²
Volume netto	V_{netto}	1591,48	m ³
Volume lordo	V_{lordo}	2508,16	m ³
Fattore di forma	S/V	0,57	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

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

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl,nren}}$	282,96	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S_{gl}	18673,15	€/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					Descrizione scenario					Riqualificazione complessiva				
Intervento		1		Descrizione intervento		Costo (C) [€]								
1		Riqualificazione complessiva				0,00								
Parametri di valutazione				Stato di fatto		Scenario		Δ				%		
Costo complessivo scenario(C) [€]						0,00								
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]				18673,15		8151,11		10522,04				56,30		
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]						0,0								
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]				282,96		129,06		153,90				54,40		
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 12.23.4 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 6.23.3 (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). Il calcolo dell'energia termica utile invernale ed estiva è stato condotto secondo il metodo mensile. 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)

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	08 settembre	Data di fine	31 maggio
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	266		

Stagione di raffrescamento

Data di inizio	18 giugno	Data di fine	12 settembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	87		

Fattori di conversione in energia primaria

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	9,423	0,82
Propano	Sm ³	24,636	0,82
Butano	Sm ³	32,021	0,82
Gasolio	kg	11,870	1,70
GPL	kg	12,778	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,833	0,15
Olio combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWht	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	3,77
Teleraffrescamento	kWht	-	0,09
Energia elettrica	kWh	-	0,25

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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 definizione 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	Castel di Casio		
Provincia	Bologna		
Altitudine s.l.m.		533	m
Latitudine nord		44°9'	
Longitudine est		11°2'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2634	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Sud	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	2,60	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	5,20	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-2,3	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		285,9	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	3,9	5,7	7,7	10,2	16,1	18,7	21,6	22,0	16,9	12,6	7,1	4,4
H _{or,dir} [W/m ²]	30,1	64,8	100,7	98,4	151,6	188,7	188,7	152,8	114,6	23,1	8,1	26,6
H _{or,diff} [W/m ²]	30,1	33,6	53,2	74,1	97,2	97,2	89,1	82,2	61,3	49,8	35,9	23,1

Legenda:

- θ_{est} Temperatura esterna media mensile
H_{or,dir} Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
H_{or,diff} Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

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

struttura portante in muratura (pietra/sasso); solaio in laterocemento

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

infissi in legno prevalentemente a doppio vetro

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			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 ESTERNA PIETRA FV s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,284	97,19	15345,2	10,4	1515,2	21,8	2649,8	15,0
M2	T	PARETE ESTERNA PIETRA s=35cm (sottofinestra) (ESISTENTE)	2,777	32,77	6290,6	4,3	446,1	6,4	749,2	4,2
M4	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,104	315,92	45944,8	31,2	4042,0	58,1	6178,1	35,0
M5	U	PARETE INTERNA PIETRA s=55cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,896	159,98	12581,1	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	U	PARETE INTERNA LATERIZIO s=30cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,282	17,90	951,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
M7	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (AMBULATORIO) (ESISTENTE)	2,104	11,47	1668,1	1,1	102,3	1,5	195,3	1,1
M8	U	PARETE INTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (VANO SCALE)	0,307	48,41	616,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				683,64	83398,1	56,6	6105,6	87,7	9772,4	55,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			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 CONTROTERRA (ESISTENTE)	0,615	232,44	9886,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P2	T	SOLAIO TAVELLONI VS PORTICO (ESISTENTE)	1,144	35,77	2827,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
P3	U	SOLAIO TAVELLONI VS LOCALE TECNICO (ESISTENTE)	1,009	38,49	1073,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	G	PAVIMENTO CONTROTERRA AMBULATORIO (ESISTENTE)	0,474	32,11	1052,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				338,81	14840,2	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	SOLAIO TAVELLONI VS SOTTOTETTO (ESISTENTE)	1,499	345,78	32236,8	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				345,78	32236,8	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	PT - LVD 130X215+65	3,000	17,24	3575,7	2,4	263,0	3,8	2287,1	12,9
W2	T	PT - LVD 130X280	3,000	3,64	754,8	0,5	0,4	0,0	2,7	0,0
W3	T	PT - LVD 80X135	3,000	3,24	671,9	0,5	45,7	0,7	225,7	1,3
W4	T	PT - LVS 100X200	5,000	8,00	2765,0	1,9	50,8	0,7	306,4	1,7
W5	T	PT - LVD 130X225+85 P	3,000	3,71	769,4	0,5	31,9	0,5	306,7	1,7
W6	T	PM - LVS 56X86	3,765	0,97	251,2	0,2	18,4	0,3	149,6	0,8
W7	T	PM - LVS 75X120	3,765	0,90	234,9	0,2	16,4	0,2	132,9	0,8
W8	T	P1 - LVD 100X200	2,468	26,00	4434,9	3,0	353,6	5,1	3998,1	22,6
W9	T	P1 - LVD 80X160	2,468	2,56	436,7	0,3	38,9	0,6	189,5	1,1
W10	T	P1 - LVS 75X120	3,765	1,80	468,4	0,3	37,2	0,5	303,6	1,7
Totale				68,06	14362,8	9,7	856,3	12,3	7902,2	44,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W_t/mK]	L_{tot} [m]	Q_{H,tr} [kWh_t]	%
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,130	197,96	1778,9	1,2
Z2	-	C - Angolo tra pareti sporgente	-0,140	74,19	-718,0	-0,5
Z3	-	IW - Parete - Parete interna	0,310	88,18	1870,7	1,3
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	-0,143	208,65	-1909,0	-1,3
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,310	182,55	3472,5	2,4
Z8	-	R - Parete - Copertura	-0,170	188,06	-2000,9	-1,4
Z11	-	C - Angolo tra pareti rientrante	0,097	13,20	88,7	0,1
Totale				952,79	2582,9	1,8

Dispersioni estive

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	PARETE ESTERNA PIETRA FV s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,284	97,19	2325,1	10,4	424,0	16,4	1321,4	12,3
M2	T	PARETE ESTERNA PIETRA s=35cm (sottofinestra) (ESISTENTE)	2,777	32,77	953,2	4,3	154,8	6,0	448,9	4,2
M4	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,104	315,92	6961,6	31,2	1669,4	64,7	4197,3	39,0
M5	U	PARETE INTERNA PIETRA s=55cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,896	159,98	1906,3	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	U	PARETE INTERNA LATERIZIO s=30cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,282	17,90	144,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
M7	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (AMBULATORIO) (ESISTENTE)	2,104	11,47	252,8	1,1	43,1	1,7	130,2	1,2
M8	U	PARETE INTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (VANO SCALE)	0,307	48,41	93,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				683,64	12636,6	56,6	2291,2	88,8	6097,8	56,6

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	PAVIMENTO CONTROTERRA (ESISTENTE)	0,615	232,44	1497,9	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P2	T	SOLAIO TAVELLONI VS PORTICO (ESISTENTE)	1,144	35,77	428,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
P3	U	SOLAIO TAVELLONI VS LOCALE TECNICO (ESISTENTE)	1,009	38,49	162,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	G	PAVIMENTO CONTROTERRA AMBULATORIO (ESISTENTE)	0,474	32,11	159,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				338,81	2248,6	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	SOLAIO TAVELLONI VS SOTTOTETTO (ESISTENTE)	1,499	345,78	4884,6	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				345,78	4884,6	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	PT - LVD 130X215+65	3,000	17,24	541,8	2,4	55,9	2,2	959,7	8,9
W2	T	PT - LVD 130X280	3,000	3,64	114,4	0,5	0,2	0,0	1,0	0,0
W3	T	PT - LVD 80X135	3,000	3,24	101,8	0,5	19,2	0,7	156,0	1,4
W4	T	PT - LVS 100X200	5,000	8,00	419,0	1,9	21,4	0,8	223,7	2,1
W5	T	PT - LVD 130X225+85 P	3,000	3,71	116,6	0,5	13,4	0,5	212,7	2,0
W6	T	PM - LVS 56X86	3,765	0,97	38,1	0,2	7,8	0,3	104,9	1,0
W7	T	PM - LVS 75X120	3,765	0,90	35,6	0,2	6,9	0,3	95,1	0,9
W8	T	P1 - LVD 100X200	2,468	26,00	672,0	3,0	131,8	5,1	2589,0	24,0
W9	T	P1 - LVD 80X160	2,468	2,56	66,2	0,3	16,4	0,6	121,9	1,1
W10	T	P1 - LVS 75X120	3,765	1,80	71,0	0,3	15,6	0,6	211,7	2,0
Totale				68,06	2176,3	9,7	288,5	11,2	4675,9	43,4

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [Wt/mK]	L_{tot} [m]	Q_{c,tr} [kWh_t]	%
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,130	197,96	269,5	1,2
Z2	-	C - Angolo tra pareti sporgente	-0,140	74,19	-108,8	-0,5
Z3	-	IW - Parete - Parete interna	0,310	88,18	283,5	1,3
Z4	-	GF - Parete - Solaio controterra	-0,143	208,65	-289,3	-1,3
Z5	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,310	182,55	526,2	2,4
Z8	-	R - Parete - Copertura	-0,170	188,06	-303,2	-1,4
Z11	-	C - Angolo tra pareti rientrante	0,097	13,20	13,4	0,1
Totale				952,79	391,4	1,8

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			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 PIETRA FV s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,284	2,530	0,300	0,280
M3	N	PARETE INTERNA PIETRA s=55cm (ESISTENTE)	1,896	1,962	0,800	0,800
M4	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (ESISTENTE)	2,104	2,258	0,300	0,280
M5	U	PARETE INTERNA PIETRA s=55cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,896	1,959	0,500	0,467
M6	U	PARETE INTERNA LATERIZIO s=30cm VS.LOCALI N.R. (ESISTENTE)	1,282	1,326	0,500	0,467
M7	T	PARETE ESTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (AMBULATORIO) (ESISTENTE)	2,104	2,495	0,300	0,280
M8	U	PARETE INTERNA PIETRA INT. s=55cm CONTROPAR. (VANO SCALE)	0,307	0,250	0,500	0,467

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			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 CONTROTERRA (ESISTENTE)	0,615	0,556	0,310	0,290
P2	T	SOLAIO TAVELLONI VS PORTICO (ESISTENTE)	1,144	1,144	0,310	0,290
P3	U	SOLAIO TAVELLONI VS LOCALE TECNICO (ESISTENTE)	1,009	1,009	0,775	0,725
P4	G	PAVIMENTO CONTROTERRA AMBULATORIO (ESISTENTE)	0,474	0,423	0,310	0,290

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	U	SOLAIO TAVELLONI VS SOTTOTETTO (ESISTENTE)	1,499	1,447	0,289	0,267
S2	N	SOLAIO TAVELLONI C/CONTROSOFFITTO (ESISTENTE)	0,979	0,979	0,800	0,800

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	PT - LVD 130X215+65	3,000	1,900	1,400	3,000
W2	T	PT - LVD 130X280	3,000	1,900	1,400	3,000
W3	T	PT - LVD 80X135	3,000	1,900	1,400	3,000
W4	T	PT - LVS 100X200	5,000	1,900	1,400	5,000
W5	T	PT - LVD 130X225+85 P	3,000	1,900	1,400	3,000
W6	T	PM - LVS 56X86	3,765	1,900	1,400	5,000
W7	T	PM - LVS 75X120	3,765	1,900	1,400	5,000
W8	T	P1 - LVD 100X200	2,468	1,900	1,400	3,000
W9	T	P1 - LVD 80X160	2,468	1,900	1,400	3,000
W10	T	P1 - LVS 75X120	3,765	1,900	1,400	5,000

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

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	137648	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	6962	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	32316	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	9772	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	7902	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	19064	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	150423	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	302,23	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	78,43	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	16240	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	2580	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	4897	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	6098	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	4676	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	6235	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	22	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	0,05	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	2,84	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

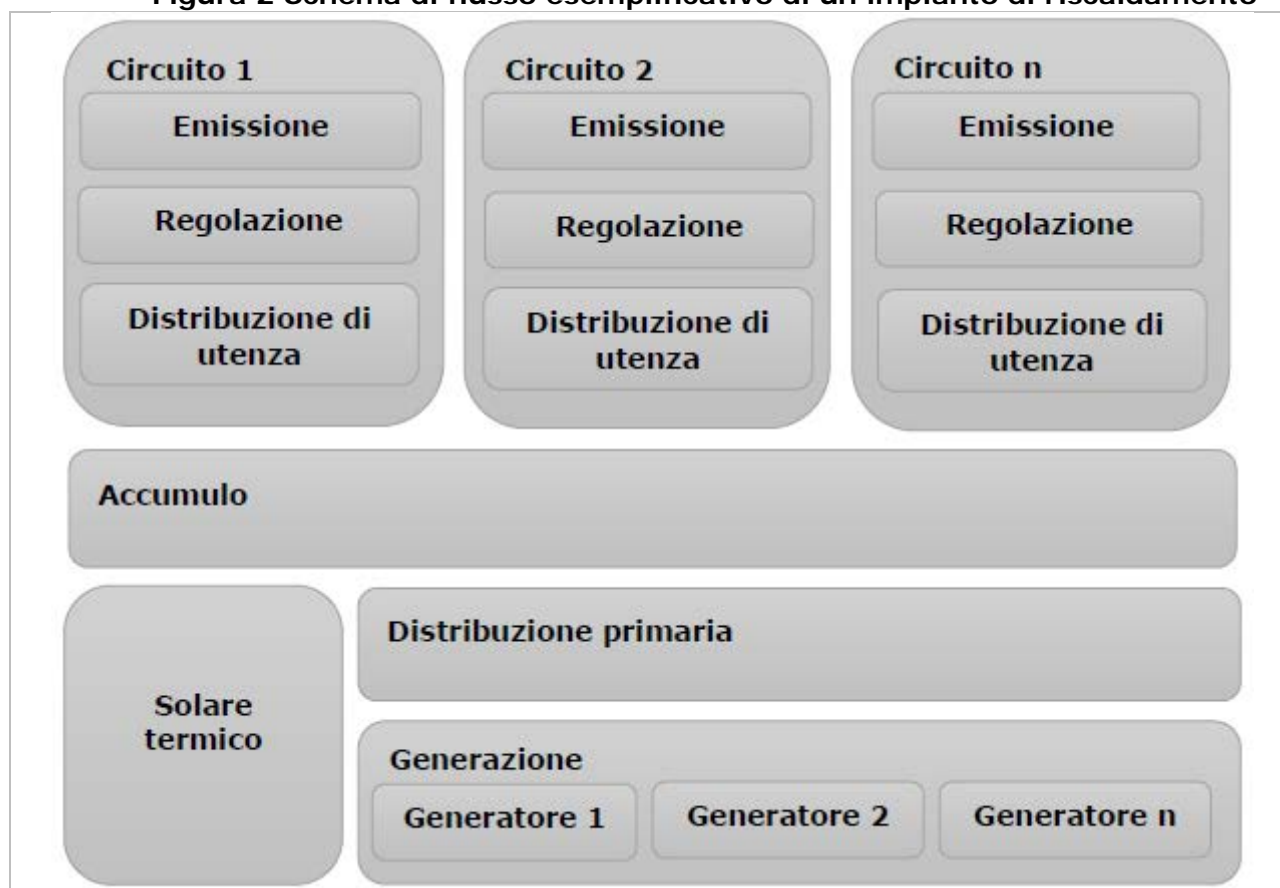
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 esemplificativo 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 esemplificativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre 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 di riscaldamento autonomo con generatore di calore a condensazione alimentato a GPL, terminali di emissione a radiatori (ghisa o acciaio) perlopiù installati su parete esterna, sistema di distribuzione a collettori, regolazione solo di zona di tipo on/off

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 52016-1

Profilo di intermittenza

Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
2	1	2	1	2	2	3

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)					
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$				92,7	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$				0,0	kWh _{el}

Regolazione

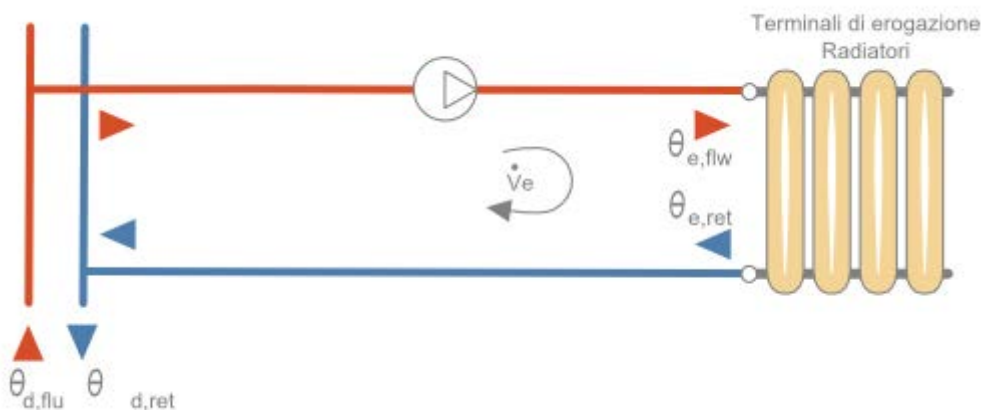
Tipologia	Solo di zona					
Caratteristiche	On off					
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$				93,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato					
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo					
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$				96,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$				382,3	kWh _{el}

Temperatura media

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	60,0	56,0	50,9	46,3	30,3	-	-	-	31,2	42,9	54,5	59,2
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	60,0	56,0	50,9	46,3	30,3	-	-	-	31,2	42,9	54,5	59,2

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	COSMOGAS/DUALdens/DUALDENS 6-70		
Potenza utile nominale	Φ_n	69,50	kW _t

Immagine

FOTO GENERATORE

Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H, idr, gen, ut}$	98,7	%
------------------------	--------------------------	------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H, idr, gen, aux}$	601,0	kWh _{el}
------------------------	------------------------	-------	-------------------

Vettore energetico

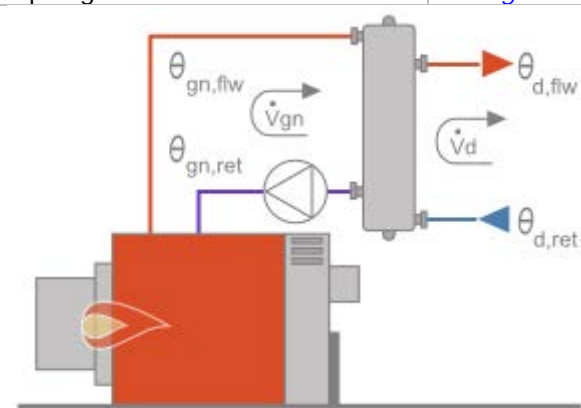
Tipologia	GPL (70% Propano + 30% Butano)		
Potere calorifico inferiore	PCI	26,780	kWh/Sm ³
Costo	c	3,77	€/ Sm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,240	kg/kWh _p

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]	62,4	57,4	51,2	45,5	26,6	-	-	-	27,8	41,4	55,6	61,4

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	150423	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	150423	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	34	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	150389	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	125899	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	125899	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	81834	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	6476	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	88310	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	6647	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	94957	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	3957	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	98914	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	98914	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	$Q_{H,s,in,eff}$	98914	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	98914	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	98914	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	98914	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	1335	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	100249	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	$Q_{H,du,aux}$	382	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	$Q_{H,gen,aux}$	601	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	983	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)	$Q_{H,el,eff}$	983	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	107179	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	462	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	107641	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	92,7	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	93,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	96,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	98,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	92,9	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	92,7	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	140,3	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	139,7	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	120,7	%

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 esemplificativo 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 esemplificativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre 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

n. 3 boiler elettrici di potenza 1,5 kW cad.

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

a soffitto a neon

4.3.3.2 Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

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.

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	GPL (70% Propano + 30% Butano)				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	3743	Sm ³	100249	0	105262	0	105262	14112,77	24060
Globale (GI)	3743	Sm ³	100249	0	105262	0	105262	14112,77	24060

Servizio	Energia elettrica				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	983	kWh	983	-	1918	462	2380	245,84	452
Acqua calda sanitaria (W)	1688	kWh	1688	-	3291	793	4084	421,89	776
Illuminazione (L)	13768	kWh	13768	-	26848	6471	33319	3442,04	6333
Trasporto (T)	1803	kWh	1803	-	3515	847	4362	450,63	829
Globale (GI)	18242	kWh	18242	-	35571	8574	44145	4560,39	8391

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	14358,60
Acqua calda sanitaria (W)	421,89
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	3442,04
Trasporto (T)	450,63
Globale (GI)	18673,16

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	92,7
Regolazione (η_{reg})	93,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,7
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	92,9
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	92,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	140,3
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	139,7
Valore limite (η_{lim})	120,7

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 ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	35,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	28,7
Valore limite (η_{lim})	0,0

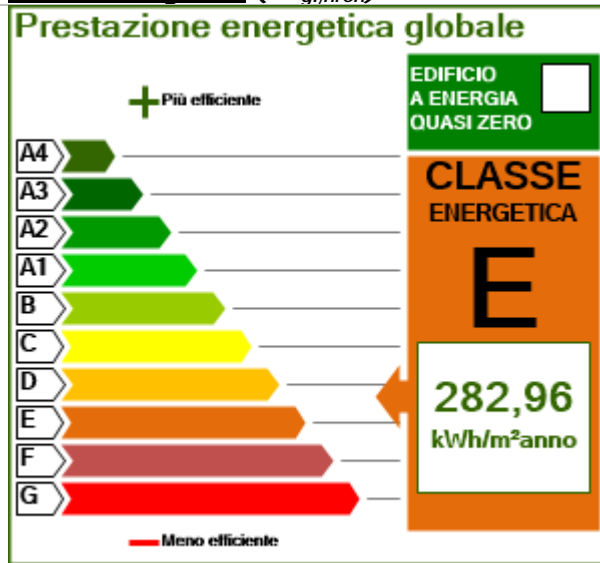
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh _t]	EP_{nd} [kWh _t /m ²]	$EP_{nd,limite}$ [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	150423	302,23	78,43
Raffrescamento (C)	22	0,05	2,84

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)	107179	462	107641	215,34	0,93	216,27	-
Acqua calda sanitaria (W)	3291	793	4084	6,61	1,59	8,21	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	26848	6471	33319	53,94	13,00	66,94	-
Trasporto (T)	3515	847	4362	7,06	1,70	8,76	-
Globale	140833	8574	149406	282,96	17,23	300,19	148,86

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)	0,4	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	1,1	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	19,4	-	-	-
Globale	5,7	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	24512,17
Acqua calda sanitaria (W)	776,28
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	6333,35
Trasporto (T)	829,15
Globale (GI)	32450,95

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 al seguente esito.

5.1 Edificio

5.1.1 2020

5.1.1.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	3,9	5,7	7,7	10,2	16,1	18,7	21,6	22,0	16,9	12,6	7,1	4,4
$H_{or,di}$ [W/m ²]	30,1	64,8	100,7	98,4	151,6	188,7	188,7	152,8	114,6	23,1	8,1	26,6
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	30,1	33,6	53,2	74,1	97,2	97,2	89,1	82,2	61,3	49,8	35,9	23,1

Legenda dei simboli:

θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,dif}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	08/09/2019				Data di fine	31/05/2020						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	30	31	-	-	-	23	31	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	3.9	5.7	7.7	10.2	16.1	-	-	-	16.3	12.6	7.1	4.4

Consumi e validazione

Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)
--------------------	--------------------------------

Servizio	Co_{calc} [Sm ³]	Co_{reale} [Sm ³]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [Sm ³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	3744	1,05	3931	-4,8
Globale (GI)	3743	3744	0,00	3931	-4,8

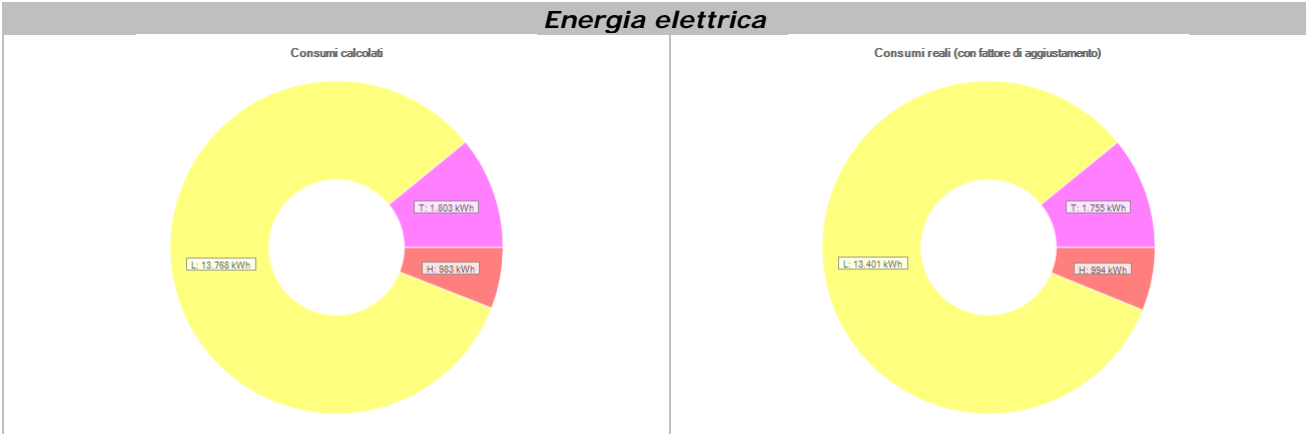
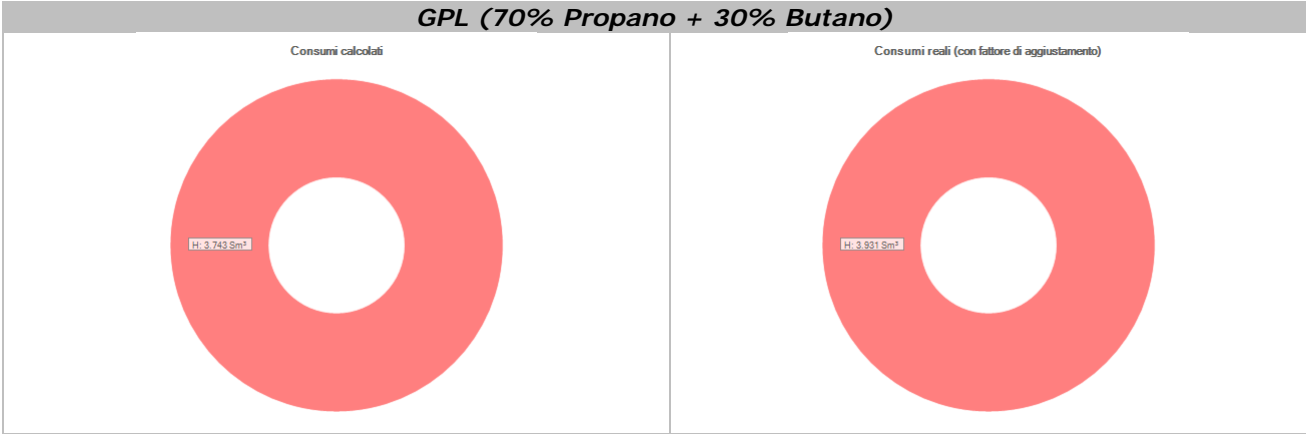
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	864	1,15	994	-1,1
Illuminazione (L)	13768	12762	1,05	13401	2,7
Trasporto (T)	1803	1671	1,05	1755	2,7
Globale (GI)	16554	15298	0,00	16149	2,5

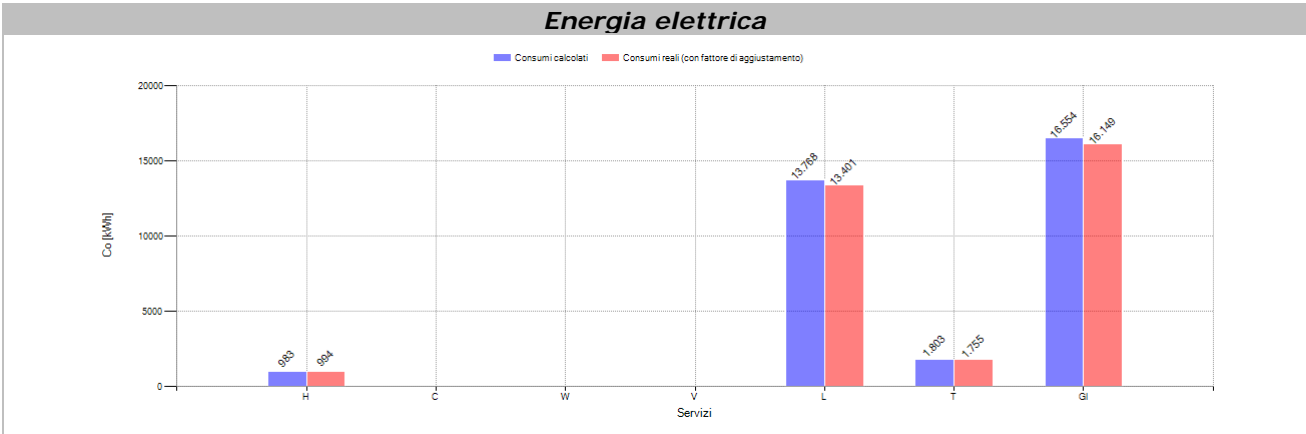
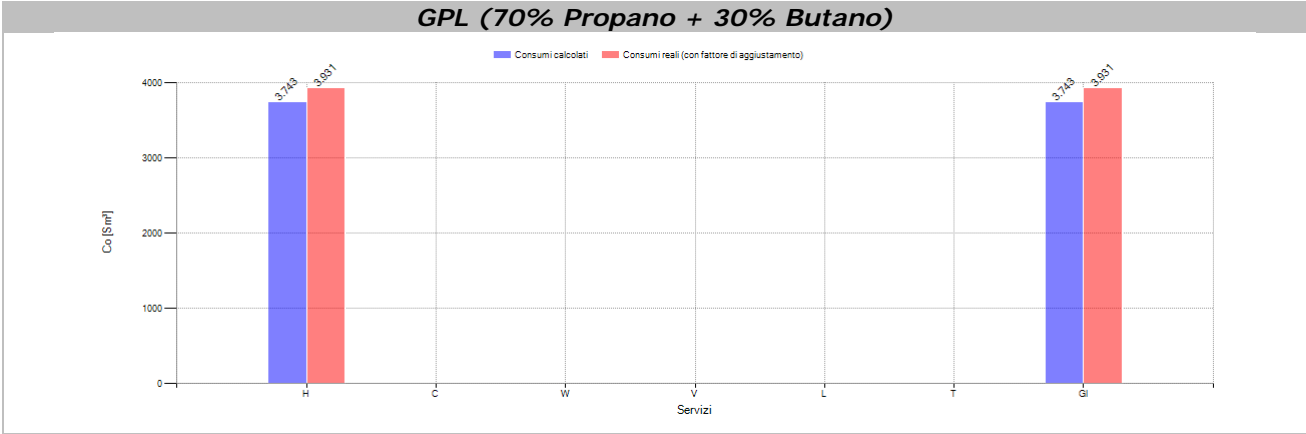
Legenda dei simboli:

Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio

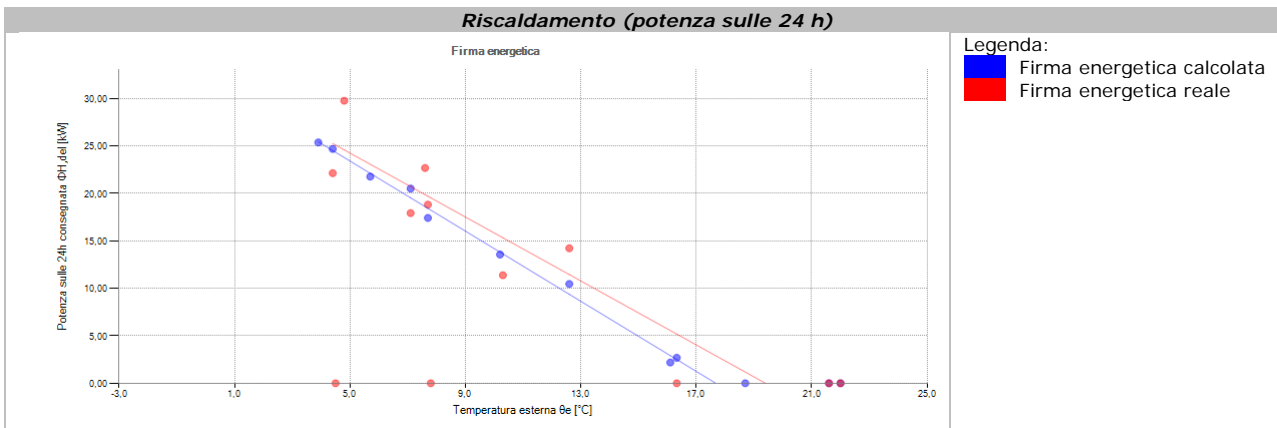


Confronto



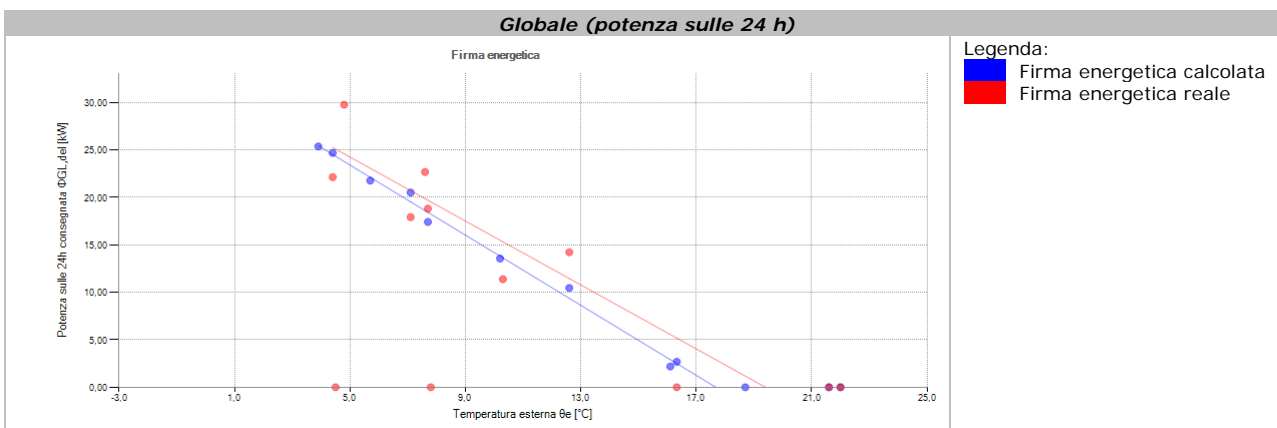
5.1.1.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)	Servizi	Hidr



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	COH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	31	3,9	705	25,38
febbraio	H	28	5,7	28	5,7	546	21,77
marzo	H	31	7,7	31	7,7	484	17,42
aprile	H	30	10,2	30	10,2	365	13,56
maggio	H	31	16,1	31	16,1	61	2,18
giugno	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	23	16,3	55	2,68
ottobre	H	31	12,6	31	12,6	291	10,46
novembre	H	30	7,1	30	7,1	551	20,51
dicembre	H	31	4,4	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	266	-	3743	-

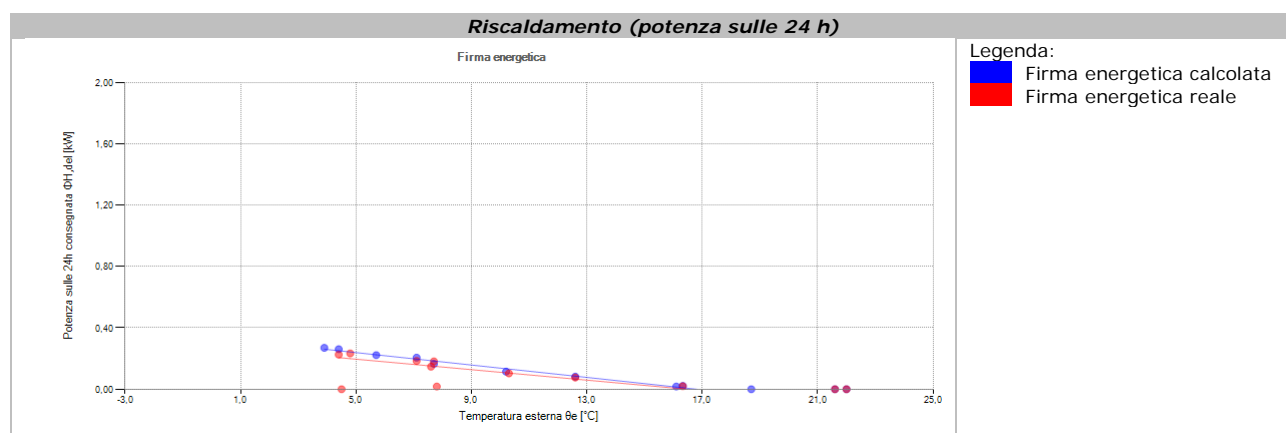
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	COH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt/et]
1 - gen 2020	H	31	4,8	31	4,8	827	29,77
2 - feb 2020	H	29	7,7	29	7,7	489	18,82
3 - mar 2020	H	31	7,6	31	7,6	630	22,68
4 - apr 2020	H	30	10,3	30	10,3	306	11,38
5 - mag 2020	H	31	7,8	31	7,8	0	0,00
6 - giu 2020	NH	30	4,5	0	4,5	0	0,00
7 - luglio 2020	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
8 - agosto 2020	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
9 - sett 9	H	30	16,9	23	16,3	0	0,00
10 - ott 10	H	31	12,6	31	12,6	395	14,22
11 - nov 11	H	30	7,1	30	7,1	482	17,93
12 - dic 12	H	31	4,4	31	4,4	615	22,14
TOTALE		366	-	267	-	3744	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	3,9	705	25,38
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	5,7	546	21,77
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	7,7	484	17,42
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	10,2	365	13,56
<i>maggio</i>	<i>H</i>	31	16,1	61	2,18
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	18,7	0	0,00
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	21,6	0	0,00
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,0	0	0,00
<i>settembre</i>	<i>H</i>	30	16,9	55	2,68
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	12,6	291	10,46
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,1	551	20,51
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	3743	-

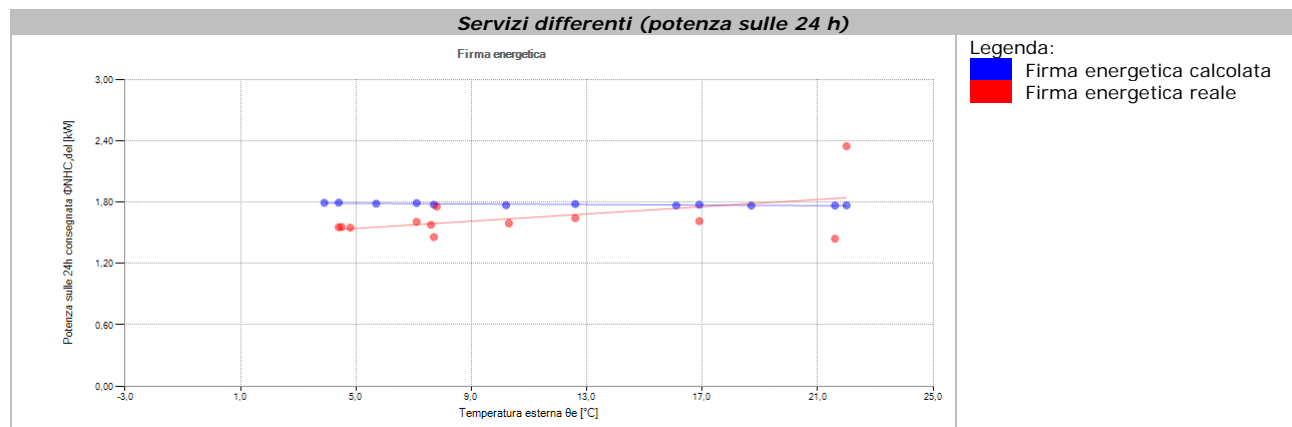
Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
1 - gen 2020	H	31	4,8	827	29,77
2 - feb 2020	H	29	7,7	489	18,82
3 - mar 2020	H	31	7,6	630	22,68
4 - apr 2020	H	30	10,3	306	11,38
5 - mag 2020	H	31	7,8	0	0,00
6 - giu 2020	NH	30	4,5	0	0,00
7 - luglio 2020	NH	31	21,6	0	0,00
8 - agosto 2020	NH	31	22,0	0	0,00
9 - sett 9	H	30	16,9	0	0,00
10 - ott 10	H	31	12,6	395	14,22
11 - nov 11	H	30	7,1	482	17,93
12 - dic 12	H	31	4,4	615	22,14
TOTALE		366	-	3744	-

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



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/et]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	3,9	31	3,9	201	0,27
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	5,7	28	5,7	149	0,22
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	7,7	31	7,7	123	0,17
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	10,2	30	10,2	83	0,11
<i>maggio</i>	<i>H</i>	31	16,1	31	16,1	13	0,02
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	18,7	0	18,7	0	0,00
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	21,6	0	21,6	0	0,00
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,0	0	22,0	0	0,00
<i>settembre</i>	<i>H</i>	30	16,9	23	16,3	12	0,02
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	12,6	31	12,6	61	0,08
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,1	30	7,1	148	0,21
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	4,4	31	4,4	194	0,26
TOTALE		365	-	266	-	983	-

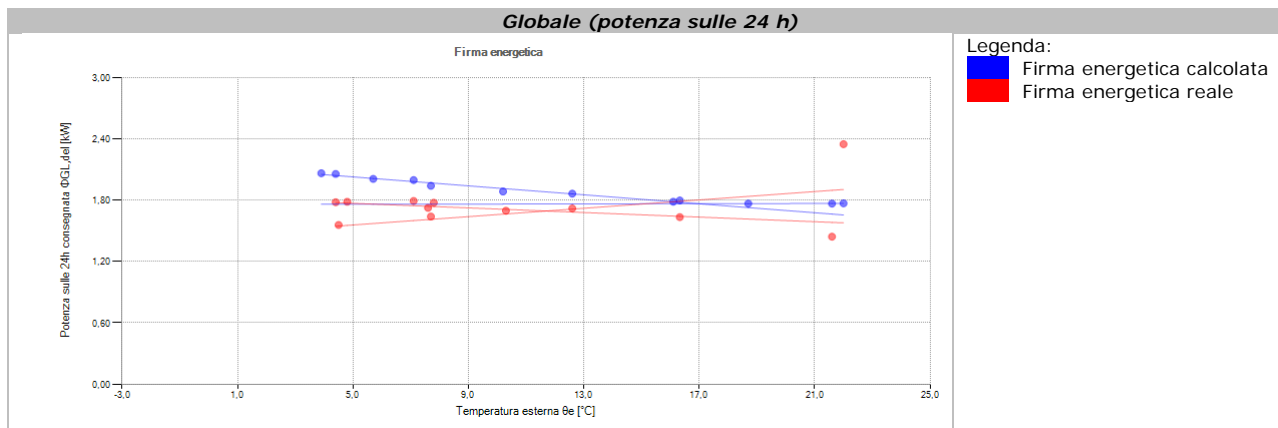
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/et]
1 - gen 2020	H	31	4,8	31	4,8	174	0,23
2 - feb 2020	H	29	7,7	29	7,7	126	0,18
3 - mar 2020	H	31	7,6	31	7,6	109	0,15
4 - apr 2020	H	30	10,3	30	10,3	74	0,10
5 - mag 2020	H	31	7,8	31	7,8	13	0,02
6 - giu 2020	NH	30	4,5	0	4,5	0	0,00
7 - luglio 2020	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
8 - agosto 2020	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
9 - sett 9	H	30	16,9	23	16,3	11	0,02
10 - ott 10	H	31	12,6	31	12,6	56	0,08
11 - nov 11	H	30	7,1	30	7,1	133	0,18
12 - dic 12	H	31	4,4	31	4,4	168	0,23
TOTALE		366	-	267	-	864	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	1334	1,79
febbraio	H	28	5,7	1199	1,78
marzo	H	31	7,7	1320	1,77
aprile	H	30	10,2	1274	1,77
maggio	H	31	16,1	1315	1,77
giugno	NH	30	18,7	1271	1,77
luglio	NH	31	21,6	1314	1,77
agosto	NH	31	22,0	1316	1,77
settembre	H	30	16,9	1278	1,77
ottobre	H	31	12,6	1325	1,78
novembre	H	30	7,1	1289	1,79
dicembre	H	31	4,4	1335	1,79
TOTALE		365	-	15571	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
1 - gen 2020	H	31	4,8	1153	1,55
2 - feb 2020	H	29	7,7	1015	1,46
3 - mar 2020	H	31	7,6	1174	1,58
4 - apr 2020	H	30	10,3	1147	1,59
5 - mag 2020	H	31	7,8	1307	1,76
6 - giu 2020	NH	30	4,5	1121	1,56
7 - luglio 2020	NH	31	21,6	1073	1,44
8 - agosto 2020	NH	31	22,0	1746	2,35
9 - sett 9	H	30	16,9	1162	1,61
10 - ott 10	H	31	12,6	1223	1,64
11 - nov 11	H	30	7,1	1157	1,61
12 - dic 12	H	31	4,4	1156	1,55
TOTALE		366	-	14434	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	COGL [kWh]	ΦGL,del [kWt/et]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,9</i>	<i>1535</i>	<i>2,06</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>5,7</i>	<i>1349</i>	<i>2,01</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>7,7</i>	<i>1443</i>	<i>1,94</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>10,2</i>	<i>1357</i>	<i>1,88</i>
<i>maggio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>16,1</i>	<i>1328</i>	<i>1,78</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,7</i>	<i>1271</i>	<i>1,77</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>21,6</i>	<i>1314</i>	<i>1,77</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,0</i>	<i>1316</i>	<i>1,77</i>
<i>settembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>16,9</i>	<i>1290</i>	<i>1,80</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>12,6</i>	<i>1386</i>	<i>1,86</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,1</i>	<i>1437</i>	<i>2,00</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>4,4</i>	<i>1529</i>	<i>2,06</i>
TOTALE		365	-	16554	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	COGL [kWh]	ΦGL,del [kWt/et]
<i>1 - gen 2020</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>4,8</i>	<i>1327</i>	<i>1,78</i>
<i>2 - feb 2020</i>	<i>H</i>	<i>29</i>	<i>7,7</i>	<i>1141</i>	<i>1,64</i>
<i>3 - mar 2020</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>7,6</i>	<i>1283</i>	<i>1,72</i>
<i>4 - apr 2020</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>10,3</i>	<i>1221</i>	<i>1,70</i>
<i>5 - mag 2020</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>7,8</i>	<i>1320</i>	<i>1,77</i>
<i>6 - giu 2020</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>4,5</i>	<i>1121</i>	<i>1,56</i>
<i>7 - luglio 2020</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>21,6</i>	<i>1073</i>	<i>1,44</i>
<i>8 - agosto 2020</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,0</i>	<i>1746</i>	<i>2,35</i>
<i>9 - sett 9</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>16,9</i>	<i>1173</i>	<i>1,63</i>
<i>10 - ott 10</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>12,6</i>	<i>1279</i>	<i>1,72</i>
<i>11 - nov 11</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,1</i>	<i>1290</i>	<i>1,79</i>
<i>12 - dic 12</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>4,4</i>	<i>1324</i>	<i>1,78</i>
TOTALE		366	-	15298	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θe	Temperatura esterna media del periodo
grisc	Giorni di riscaldamento del periodo
graffr	Giorni di raffrescamento del periodo
θe,risc	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
θe,raff	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φdel	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

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

5.1.2 2021

5.1.2.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	3,9	5,7	7,7	10,2	16,1	18,7	21,6	22,0	16,9	12,6	7,1	4,4
$H_{or,dir}$ [W/m²]	30,1	64,8	100,7	98,4	151,6	188,7	188,7	152,8	114,6	23,1	8,1	26,6
$H_{or,dif}$ [W/m²]	30,1	33,6	53,2	74,1	97,2	97,2	89,1	82,2	61,3	49,8	35,9	23,1

Legenda dei simboli:

θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,dif}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	08/09/2020				Data di fine	31/05/2021						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	30	31	-	-	-	23	31	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	3.9	5.7	7.7	10.2	16.1	-	-	-	16.3	12.6	7.1	4.4

Consumi e validazione

Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)
--------------------	--------------------------------

Servizio	Co_{calc} [Sm³]	Co_{reale} [Sm³]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	3208	1,20	3850	-2,8
Globale (GI)	3743	3208	0,00	3850	-2,8

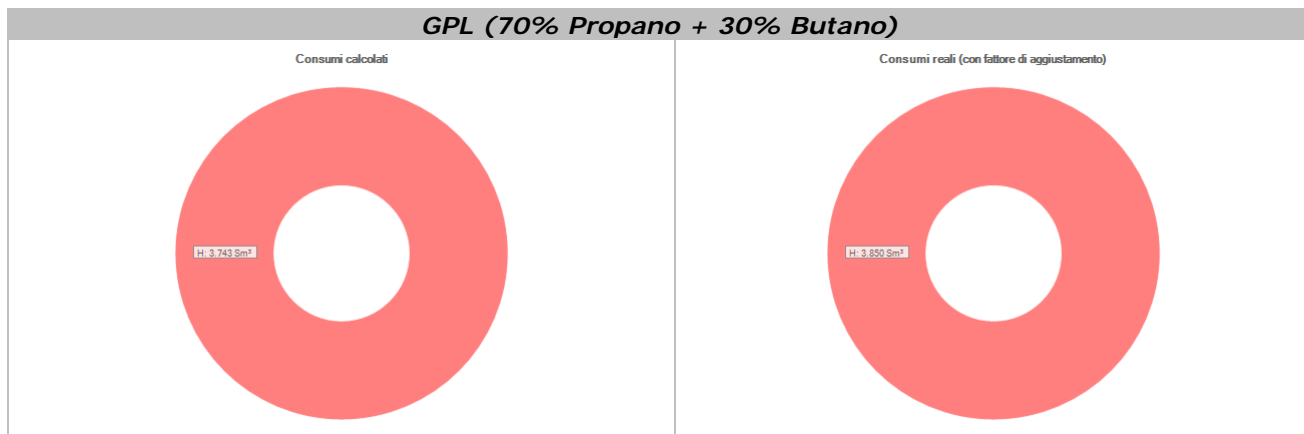
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

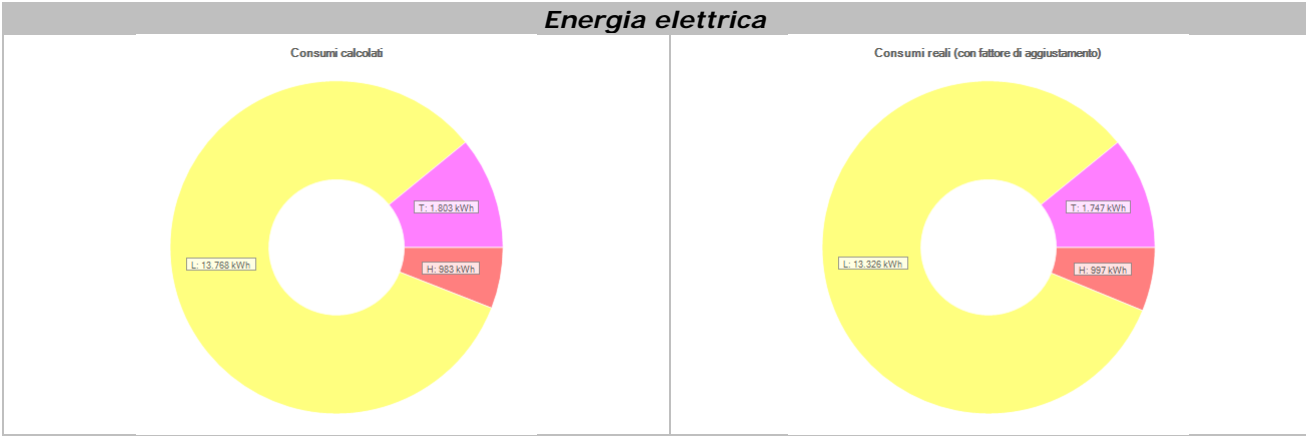
Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	767	1,30	997	-1,4
Illuminazione (L)	13768	13326	1,00	13326	3,3
Trasporto (T)	1803	1747	1,00	1747	3,2
Globale (GI)	16554	15840	0,00	16070	3,0

Legenda dei simboli:

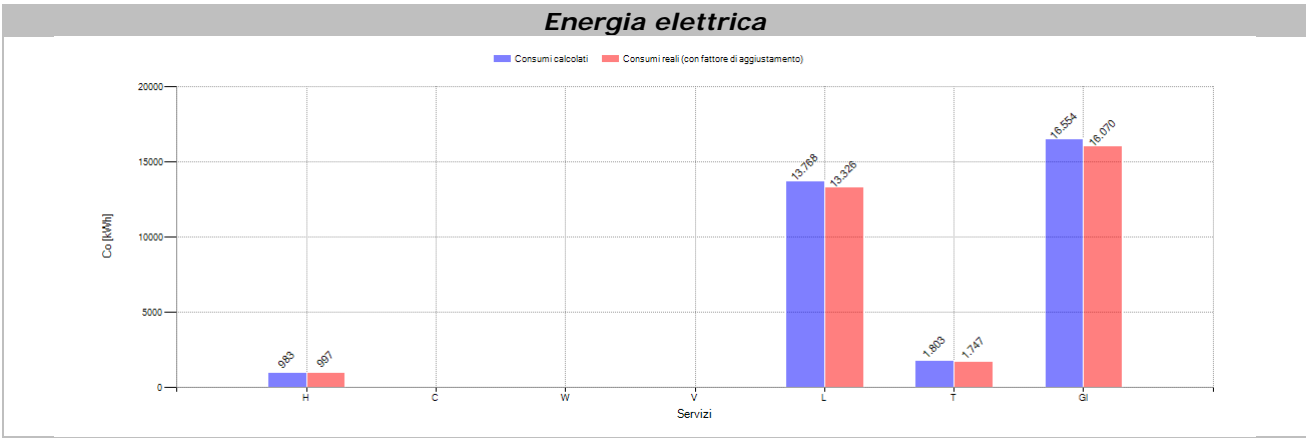
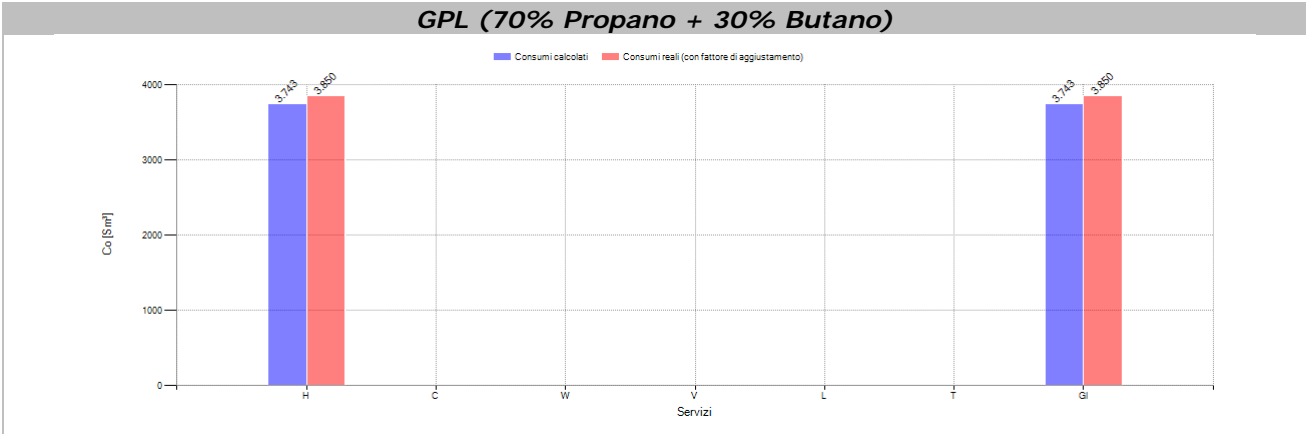
Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio



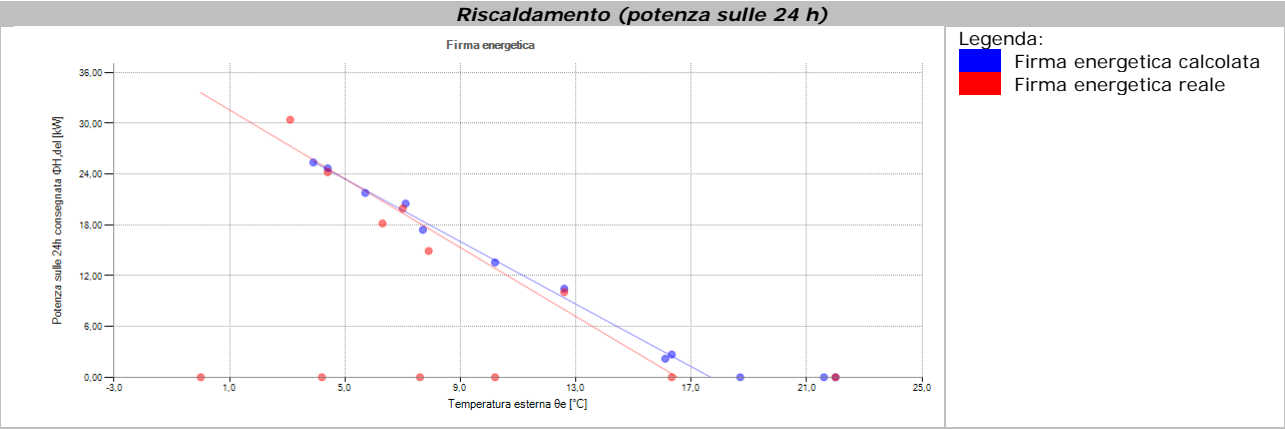


Confronto



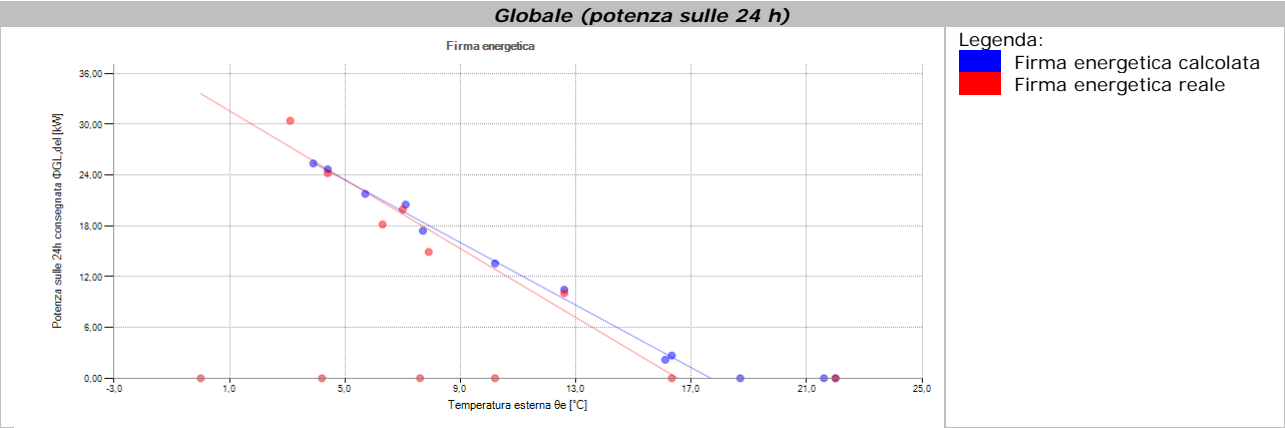
5.1.2.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)	Servizi	Hidr



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ _e [°C]	g _{risc} [g]	θ _{e,risc} [°C]	CO _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
gennaio	H	31	3,9	31	3,9	705	25,38
febbraio	H	28	5,7	28	5,7	546	21,77
marzo	H	31	7,7	31	7,7	484	17,42
aprile	H	30	10,2	30	10,2	365	13,56
maggio	H	31	16,1	31	16,1	61	2,18
giugno	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	23	16,3	55	2,68
ottobre	H	31	12,6	31	12,6	291	10,46
novembre	H	30	7,1	30	7,1	551	20,51
dicembre	H	31	4,4	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	266	-	3743	-

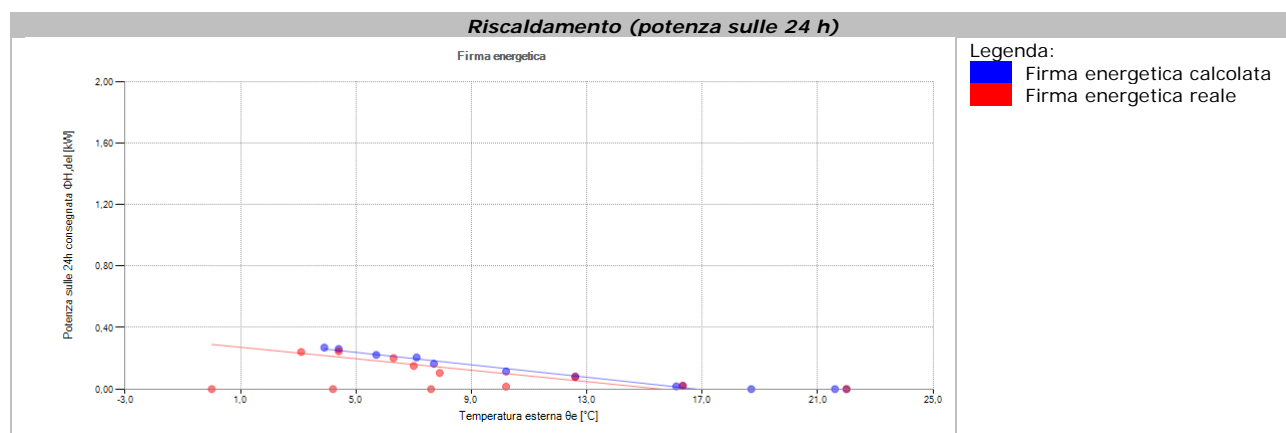
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ _e [°C]	g _{risc} [g]	θ _{e,risc} [°C]	CO _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
1 - gen 2021	H	31	3,1	31	3,1	845	30,42
2 - feb 2021	H	28	6,3	28	6,3	456	18,17
3 - mar 2021	H	31	7,0	31	7,0	554	19,94
4 - apr 2021	H	30	7,9	30	7,9	401	14,91
5 - mag 2021	H	31	10,2	31	10,2	0	0,00
6 - giu 2021	NH	30	7,6	0	7,6	0	0,00
7 - lug 2021	NH	31	4,2	0	4,2	0	0,00
8 - ago 2021	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
9 - sett 2021	H	30	16,9	23	16,3	0	0,00
10 - ottobre 2021	H	31	12,6	31	12,6	279	10,04
11 - novembre 2021	NH	395	0,0	0	0,0	0	0,00
12 - dic 2021	H	31	4,4	31	4,4	673	24,22
TOTALE		730	-	236	-	3208	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
gennaio	H	31	3,9	705	25,38
febbraio	H	28	5,7	546	21,77
marzo	H	31	7,7	484	17,42
aprile	H	30	10,2	365	13,56
maggio	H	31	16,1	61	2,18
giugno	NH	30	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	55	2,68
ottobre	H	31	12,6	291	10,46
novembre	H	30	7,1	551	20,51
dicembre	H	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	3743	-

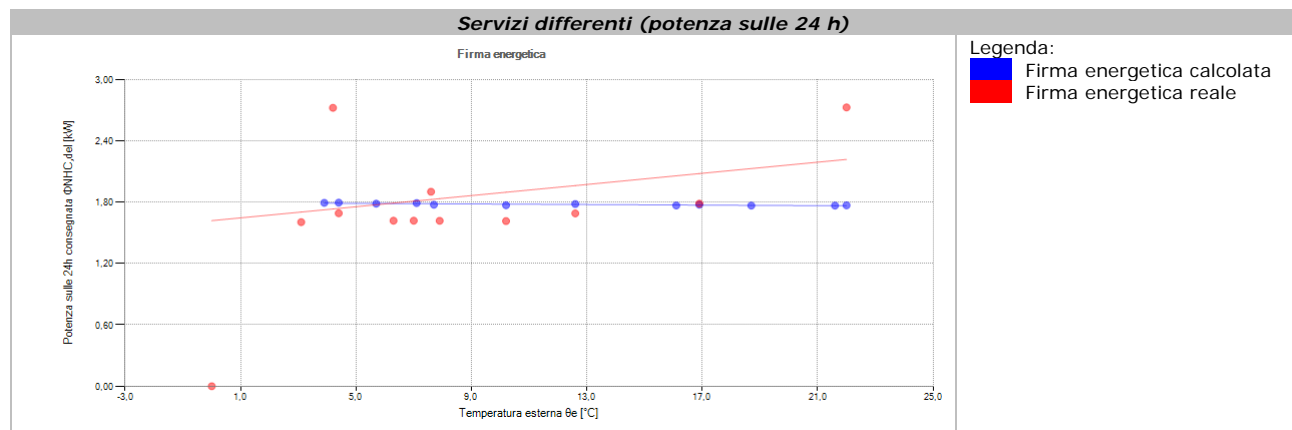
Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
1 - gen 2021	H	31	3,1	845	30,42
2 - feb 2021	H	28	6,3	456	18,17
3 - mar 2021	H	31	7,0	554	19,94
4 - apr 2021	H	30	7,9	401	14,91
5 - mag 2021	H	31	10,2	0	0,00
6 - giu 2021	NH	30	7,6	0	0,00
7 - lug 2021	NH	31	4,2	0	0,00
8 - ago 2021	NH	31	22,0	0	0,00
9 - sett 2021	H	30	16,9	0	0,00
10 - ottobre 2021	H	31	12,6	279	10,04
11 - novembre 2021	NH	395	0,0	0	0,00
12 - dic 2021	H	31	4,4	673	24,22
TOTALE		730	-	3208	-

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



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/el]
gennaio	H	31	3,9	31	3,9	201	0,27
febbraio	H	28	5,7	28	5,7	149	0,22
marzo	H	31	7,7	31	7,7	123	0,17
aprile	H	30	10,2	30	10,2	83	0,11
maggio	H	31	16,1	31	16,1	13	0,02
giugno	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	23	16,3	12	0,02
ottobre	H	31	12,6	31	12,6	61	0,08
novembre	H	30	7,1	30	7,1	148	0,21
dicembre	H	31	4,4	31	4,4	194	0,26
TOTALE		365	-	266	-	983	-

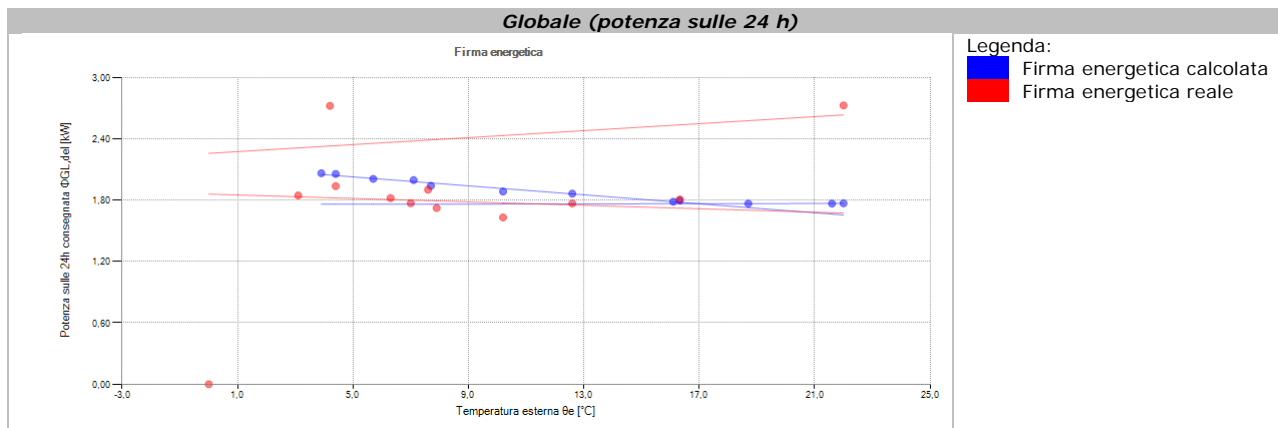
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/et]
1 - gen 2021	H	31	3,1	31	3,1	180	0,24
2 - feb 2021	H	28	6,3	28	6,3	135	0,20
3 - mar 2021	H	31	7,0	31	7,0	112	0,15
4 - apr 2021	H	30	7,9	30	7,9	76	0,10
5 - mag 2021	H	31	10,2	31	10,2	12	0,02
6 - giu 2021	NH	30	7,6	0	7,6	0	0,00
7 - lug 2021	NH	31	4,2	0	4,2	0	0,00
8 - ago 2021	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
9 - sett 2021	H	30	16,9	23	16,3	12	0,02
10 - ottobre 2021	H	31	12,6	31	12,6	58	0,08
11 - novembre 2021	NH	395	0,0	0	0,0	0	0,00
12 - dic 2021	H	31	4,4	31	4,4	183	0,25
TOTALE		730	-	236	-	767	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	1334	1,79
febbraio	H	28	5,7	1199	1,78
marzo	H	31	7,7	1320	1,77
aprile	H	30	10,2	1274	1,77
maggio	H	31	16,1	1315	1,77
giugno	NH	30	18,7	1271	1,77
luglio	NH	31	21,6	1314	1,77
agosto	NH	31	22,0	1316	1,77
settembre	H	30	16,9	1278	1,77
ottobre	H	31	12,6	1325	1,78
novembre	H	30	7,1	1289	1,79
dicembre	H	31	4,4	1335	1,79
TOTALE		365	-	15571	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
1 - gen 2021	H	31	3,1	1193	1,60
2 - feb 2021	H	28	6,3	1088	1,62
3 - mar 2021	H	31	7,0	1204	1,62
4 - apr 2021	H	30	7,9	1164	1,62
5 - mag 2021	H	31	10,2	1201	1,61
6 - giu 2021	NH	30	7,6	1369	1,90
7 - lug 2021	NH	31	4,2	2025	2,72
8 - ago 2021	NH	31	22,0	2028	2,73
9 - sett 2021	H	30	16,9	1285	1,78
10 - ottobre 2021	H	31	12,6	1257	1,69
11 - novembre 2021	NH	395	0,0	0	0,00
12 - dic 2021	H	31	4,4	1258	1,69
TOTALE		730	-	15073	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	COGL [kWh]	Φ _{GL,del} [kWt/et]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,9</i>	<i>1535</i>	<i>2,06</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>5,7</i>	<i>1349</i>	<i>2,01</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>7,7</i>	<i>1443</i>	<i>1,94</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>10,2</i>	<i>1357</i>	<i>1,88</i>
<i>maggio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>16,1</i>	<i>1328</i>	<i>1,78</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,7</i>	<i>1271</i>	<i>1,77</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>21,6</i>	<i>1314</i>	<i>1,77</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,0</i>	<i>1316</i>	<i>1,77</i>
<i>settembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>16,9</i>	<i>1290</i>	<i>1,80</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>12,6</i>	<i>1386</i>	<i>1,86</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,1</i>	<i>1437</i>	<i>2,00</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>4,4</i>	<i>1529</i>	<i>2,06</i>
TOTALE		365	-	16554	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	COGL [kWh]	Φ _{GL,del} [kWt/et]
<i>1 - gen 2021</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,1</i>	<i>1373</i>	<i>1,85</i>
<i>2 - feb 2021</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>6,3</i>	<i>1223</i>	<i>1,82</i>
<i>3 - mar 2021</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>7,0</i>	<i>1316</i>	<i>1,77</i>
<i>4 - apr 2021</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>1240</i>	<i>1,72</i>
<i>5 - mag 2021</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>10,2</i>	<i>1213</i>	<i>1,63</i>
<i>6 - giu 2021</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>7,6</i>	<i>1369</i>	<i>1,90</i>
<i>7 - lug 2021</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>4,2</i>	<i>2025</i>	<i>2,72</i>
<i>8 - ago 2021</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,0</i>	<i>2028</i>	<i>2,73</i>
<i>9 - sett 2021</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>16,9</i>	<i>1297</i>	<i>1,81</i>
<i>10 - ottobre 2021</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>12,6</i>	<i>1315</i>	<i>1,77</i>
<i>11 - novembre 2021</i>	<i>NH</i>	<i>395</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>12 - dic 2021</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>4,4</i>	<i>1441</i>	<i>1,94</i>
TOTALE		730	-	15840	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θ _e	Temperatura esterna media del periodo
g _{risc}	Giorni di riscaldamento del periodo
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento del periodo
θ _{e,risc}	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
θ _{e,raff}	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φ _{del}	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

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

5.1.3 2022

5.1.3.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	3,9	5,7	7,7	10,2	16,1	18,7	21,6	22,0	16,9	12,6	7,1	4,4
$H_{or,dir}$ [W/m ²]	30,1	64,8	100,7	98,4	151,6	188,7	188,7	152,8	114,6	23,1	8,1	26,6
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	30,1	33,6	53,2	74,1	97,2	97,2	89,1	82,2	61,3	49,8	35,9	23,1

Legenda dei simboli:

θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,dif}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	08/09/2022				Data di fine	31/05/2023						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	30	31	-	-	-	23	31	30	31
$\theta_{est\ risc}$ [°C]	3.9	5.7	7.7	10.2	16.1	-	-	-	16.3	12.6	7.1	4.4

Consumi e validazione

Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)
--------------------	--------------------------------

Servizio	Co_{calc} [Sm ³]	Co_{reale} [Sm ³]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [Sm ³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	2956	1,25	3695	1,3
Globale (GI)	3743	2956	0,00	3695	1,3

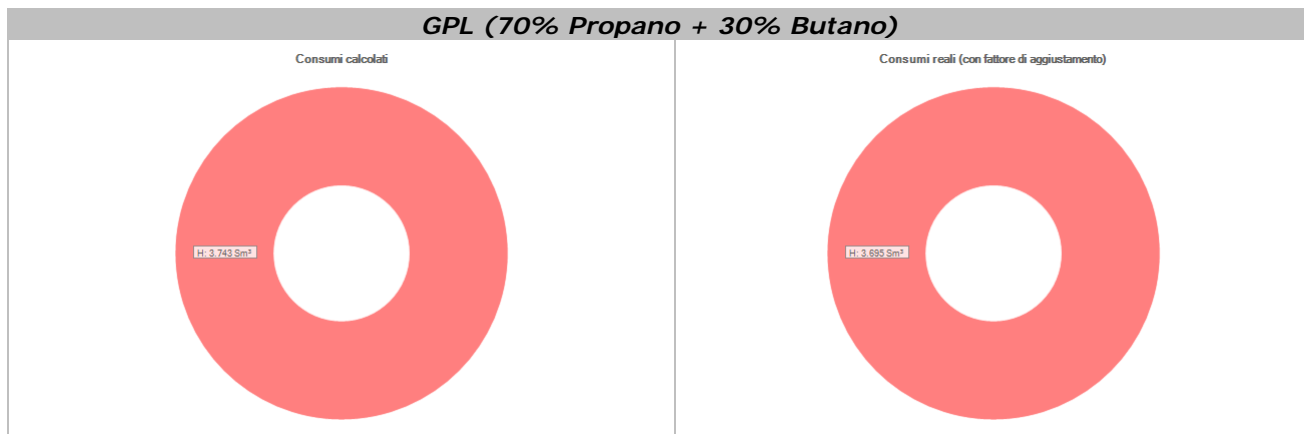
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

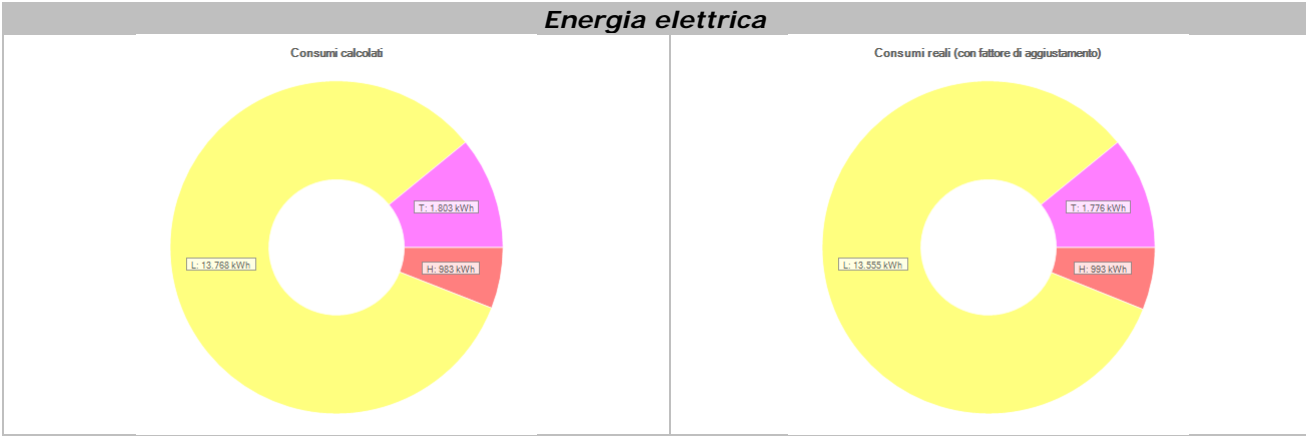
Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	945	1,05	993	-1,0
Illuminazione (L)	13768	15061	0,90	13555	1,6
Trasporto (T)	1803	1973	0,90	1776	1,5
Globale (GI)	16554	17979	0,00	16323	1,4

Legenda dei simboli:

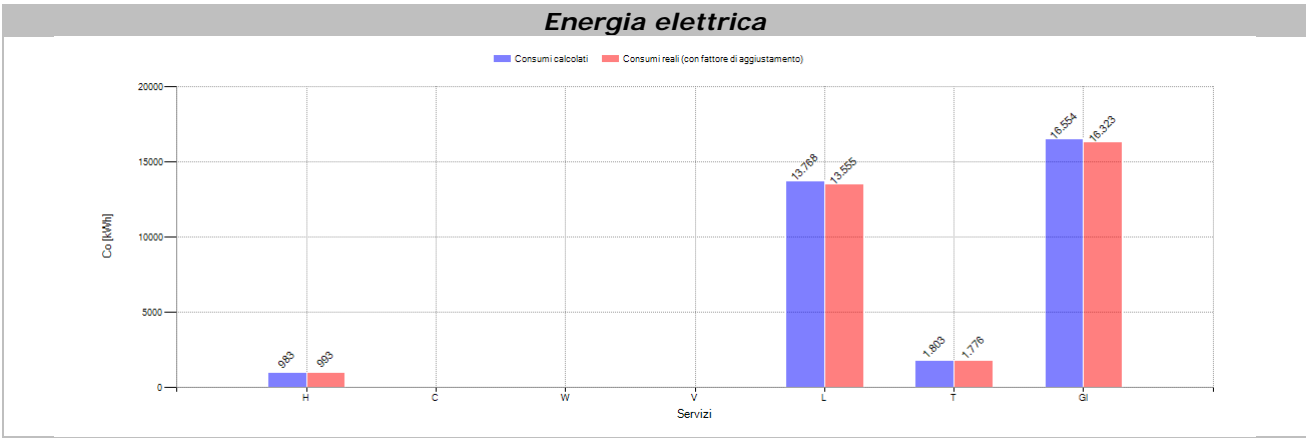
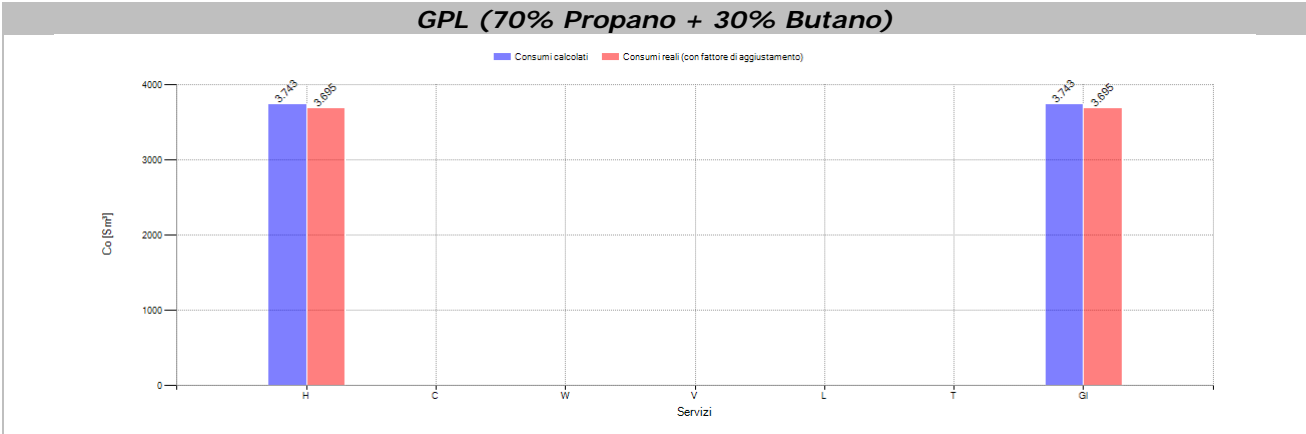
Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio



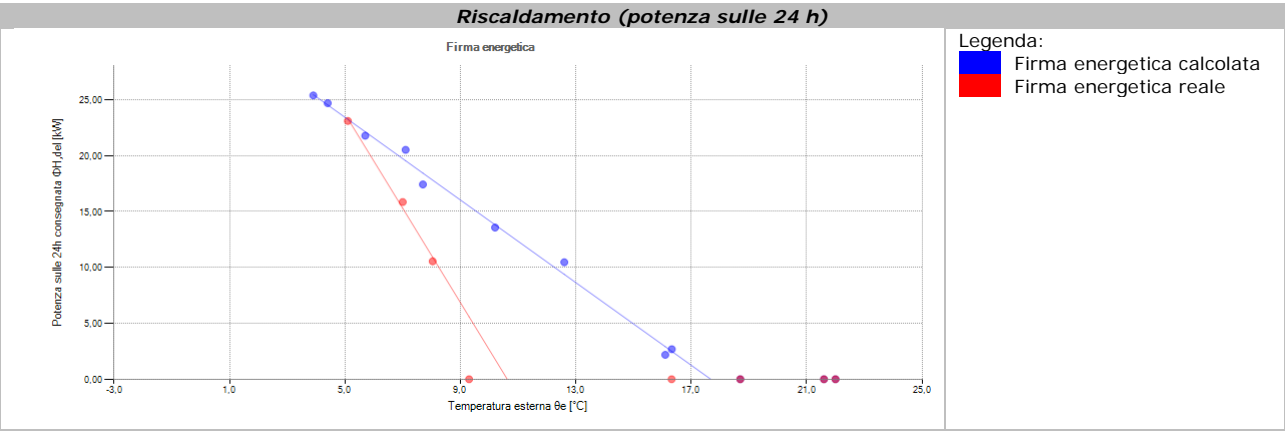


Confronto



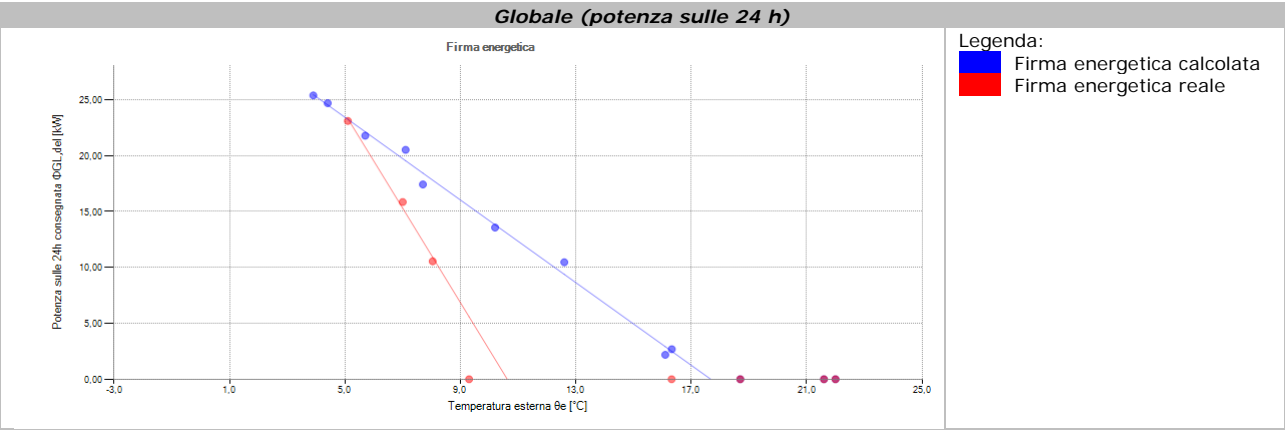
5.1.3.2 Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)	Servizi	Hidr



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [q]	θ _e [°C]	g _{risc} [q]	θ _{e,risc} [°C]	CO _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	31	3,9	705	25,38
febbraio	H	28	5,7	28	5,7	546	21,77
marzo	H	31	7,7	31	7,7	484	17,42
aprile	H	30	10,2	30	10,2	365	13,56
maggio	H	31	16,1	31	16,1	61	2,18
giugno	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	23	16,3	55	2,68
ottobre	H	31	12,6	31	12,6	291	10,46
novembre	H	30	7,1	30	7,1	551	20,51
dicembre	H	31	4,4	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	266	-	3743	-

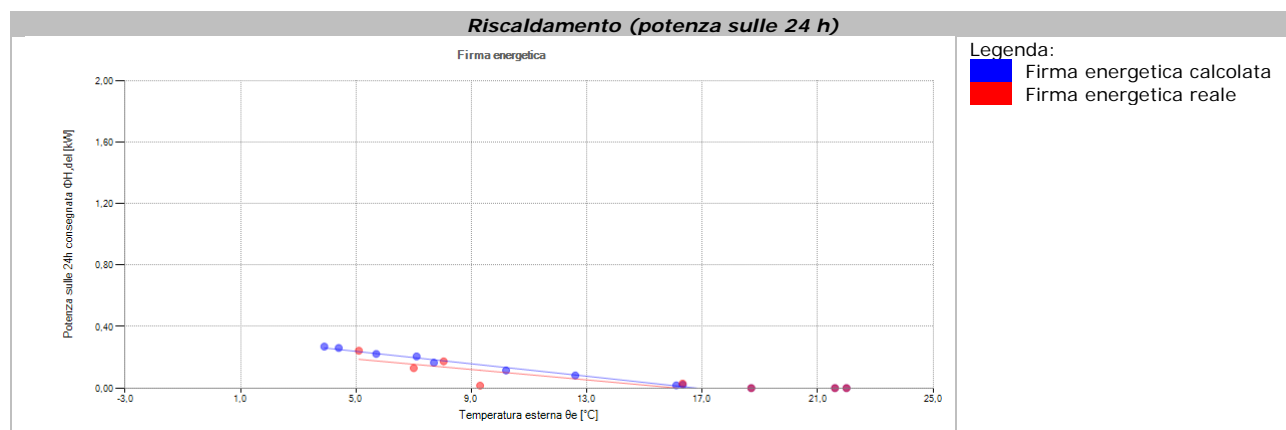
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ _e [°C]	g _{risc} [g]	θ _{e,risc} [°C]	CO _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt/et]
1 - gen feb 2022	H	59	5,1	59	5,1	1221	23,09
2 - mar apr 2022	H	61	7,0	61	7,0	866	15,84
3 - maggio 2022	H	31	9,3	31	9,3	0	0,00
4 - giugno 2022	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
5 - luglio 2022	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
6 - ago 2022	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
7 - sett 2022	H	30	16,9	23	16,3	0	0,00
8 - ott nov dic 2022	H	92	8,0	92	8,0	869	10,54
TOTALE		365	-	266	-	2956	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	705	25,38
febbraio	H	28	5,7	546	21,77
marzo	H	31	7,7	484	17,42
aprile	H	30	10,2	365	13,56
maggio	H	31	16,1	61	2,18
giugno	NH	30	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	55	2,68
ottobre	H	31	12,6	291	10,46
novembre	H	30	7,1	551	20,51
dicembre	H	31	4,4	686	24,68
TOTALE		365	-	3743	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	COGL [Sm³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
1 - gen feb 2022	H	59	5,1	1221	23,09
2 - mar apr 2022	H	61	7,0	866	15,84
3 - maggio 2022	H	31	9,3	0	0,00
4 - giugno 2022	NH	30	18,7	0	0,00
5 - luglio 2022	NH	31	21,6	0	0,00
6 - ago 2022	NH	31	22,0	0	0,00
7 - sett 2022	H	30	16,9	0	0,00
8 - ott nov dic 2022	H	92	8,0	869	10,54
TOTALE		365	-	2956	-

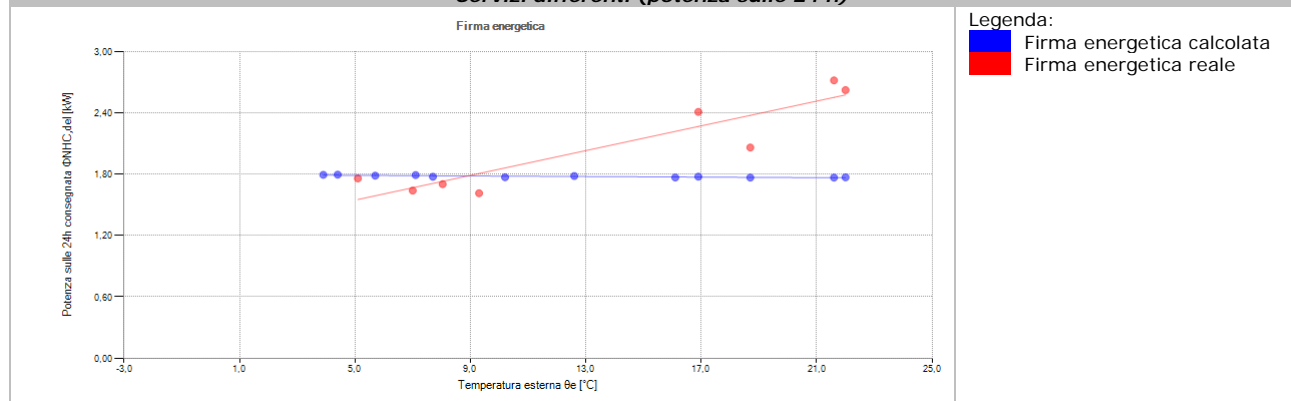
Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, L, T



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g_{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	31	3,9	201	0,27
febbraio	H	28	5,7	28	5,7	149	0,22
marzo	H	31	7,7	31	7,7	123	0,17
aprile	H	30	10,2	30	10,2	83	0,11
maggio	H	31	16,1	31	16,1	13	0,02
giugno	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
luglio	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
agosto	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
settembre	H	30	16,9	23	16,3	12	0,02
ottobre	H	31	12,6	31	12,6	61	0,08
novembre	H	30	7,1	30	7,1	148	0,21
dicembre	H	31	4,4	31	4,4	194	0,26
TOTALE		365	-	266	-	983	-

Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	COH [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/et]
1 - gen feb 2022	H	59	5,1	59	5,1	344	0,24
2 - mar apr 2022	H	61	7,0	61	7,0	190	0,13
3 - maggio 2022	H	31	9,3	31	9,3	12	0,02
4 - giugno 2022	NH	30	18,7	0	18,7	0	0,00
5 - luglio 2022	NH	31	21,6	0	21,6	0	0,00
6 - ago 2022	NH	31	22,0	0	22,0	0	0,00
7 - sett 2022	H	30	16,9	23	16,3	16	0,03
8 - ott nov dic 2022	H	92	8,0	92	8,0	383	0,17
TOTALE		365	-	266	-	945	-

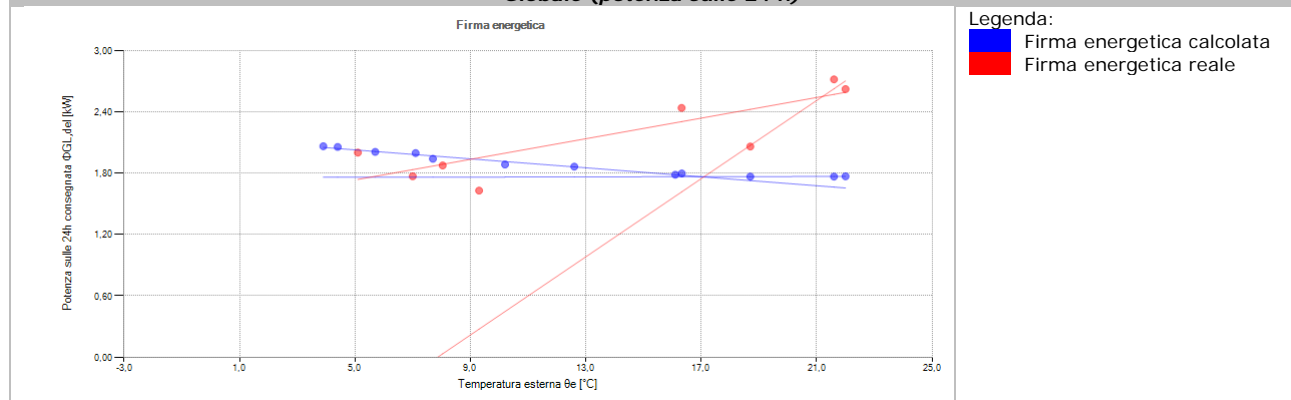
Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
gennaio	H	31	3,9	1334	1,79
febbraio	H	28	5,7	1199	1,78
marzo	H	31	7,7	1320	1,77
aprile	H	30	10,2	1274	1,77
maggio	H	31	16,1	1315	1,77
giugno	NH	30	18,7	1271	1,77
luglio	NH	31	21,6	1314	1,77
agosto	NH	31	22,0	1316	1,77
settembre	H	30	16,9	1278	1,77
ottobre	H	31	12,6	1325	1,78
novembre	H	30	7,1	1289	1,79
dicembre	H	31	4,4	1335	1,79
TOTALE		365	-	15571	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/et]
1 - gen feb 2022	H	59	5,1	2489	1,76
2 - mar apr 2022	H	61	7,0	2400	1,64
3 - maggio 2022	H	31	9,3	1200	1,61
4 - giugno 2022	NH	30	18,7	1483	2,06
5 - luglio 2022	NH	31	21,6	2021	2,72
6 - ago 2022	NH	31	22,0	1950	2,62
7 - sett 2022	H	30	16,9	1734	2,41
8 - ott nov dic 2022	H	92	8,0	3757	1,70
TOTALE		365	-	17034	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	COGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	3,9	1535	2,06
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	5,7	1349	2,01
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	7,7	1443	1,94
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	10,2	1357	1,88
<i>maggio</i>	<i>H</i>	31	16,1	1328	1,78
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	18,7	1271	1,77
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	21,6	1314	1,77
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,0	1316	1,77
<i>settembre</i>	<i>H</i>	30	16,9	1290	1,80
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	12,6	1386	1,86
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,1	1437	2,00
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	4,4	1529	2,06
TOTALE		365	-	16554	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	COGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/et]
<i>1 - gen feb 2022</i>	<i>H</i>	59	5,1	2833	2,00
<i>2 - mar apr 2022</i>	<i>H</i>	61	7,0	2590	1,77
<i>3 - maggio 2022</i>	<i>H</i>	31	9,3	1212	1,63
<i>4 - giugno 2022</i>	<i>NH</i>	30	18,7	1483	2,06
<i>5 - luglio 2022</i>	<i>NH</i>	31	21,6	2021	2,72
<i>6 - ago 2022</i>	<i>NH</i>	31	22,0	1950	2,62
<i>7 - sett 2022</i>	<i>H</i>	30	16,9	1750	2,44
<i>8 - ott nov dic 2022</i>	<i>H</i>	92	8,0	4140	1,88
TOTALE		365	-	17979	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θ_e	Temperatura esterna media del periodo
g _{risc}	Giorni di riscaldamento del periodo
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento del periodo
$\theta_{e,risc}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
$\theta_{e,raff}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φ_{del}	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)
C	Raffrescamento
NHC	Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento
gl	Globale

Legenda dei codici:

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

5.1.4 Stagione media

5.1.4.1 Consumi annui

Dati climatici (modello di calcolo)

Tipologia	Secondo modellazione EC700											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	3,9	5,7	7,7	10,2	16,1	18,7	21,6	22,0	16,9	12,6	7,1	4,4
$H_{or,dir}$ [W/m²]	30,1	64,8	100,7	98,4	151,6	188,7	188,7	152,8	114,6	23,1	8,1	26,6
$H_{or,dif}$ [W/m²]	30,1	33,6	53,2	74,1	97,2	97,2	89,1	82,2	61,3	49,8	35,9	23,1

Legenda dei simboli:

θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,dif}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	08/09/2022				Data di fine	31/05/2023						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	30	31	-	-	-	23	31	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	3.9	5.7	7.7	10.2	16.1	-	-	-	16.3	12.6	7.1	4.4

Consumi e validazione

Vettore energetico	GPL (70% Propano + 30% Butano)
--------------------	--------------------------------

Servizio	Co_{calc} [Sm³]	Co_{reale} [Sm³]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	3303	1,20	3963	-5,6
Globale (GI)	3743	3303	0,00	3963	-5,6

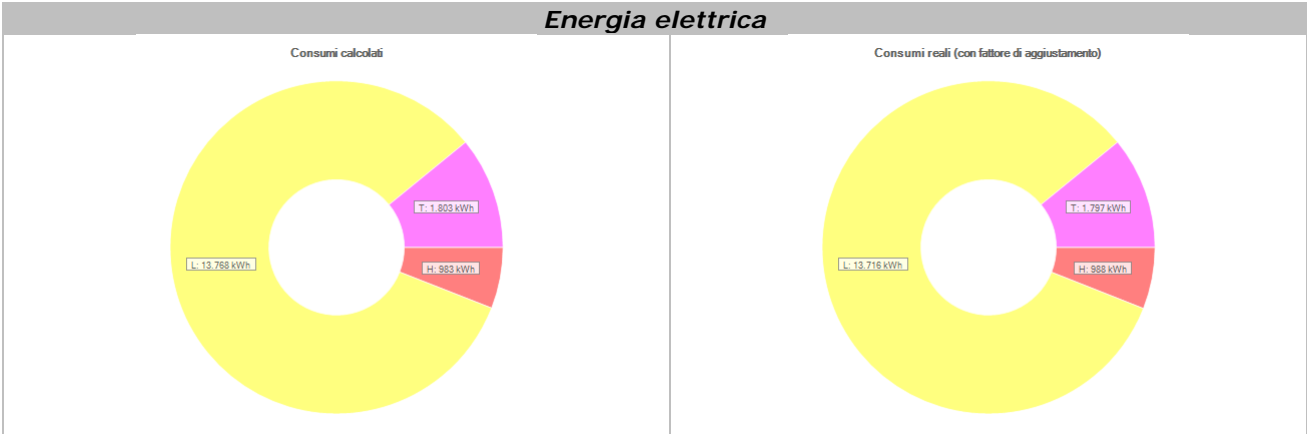
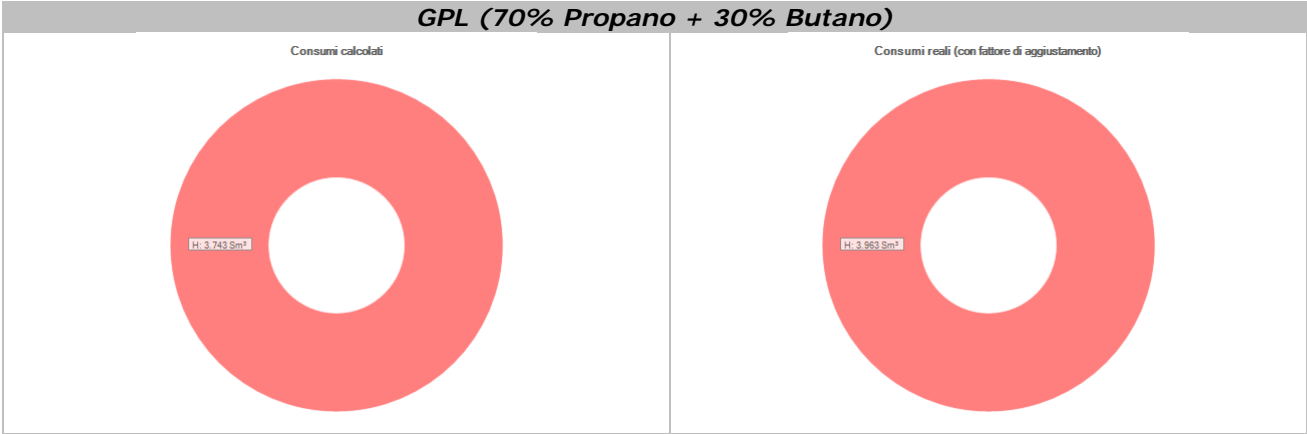
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	859	1,15	988	-0,5
Illuminazione (L)	13768	13716	1,00	13716	0,4
Trasporto (T)	1803	1797	1,00	1797	0,3
Globale (GI)	16554	16372	0,00	16501	0,3

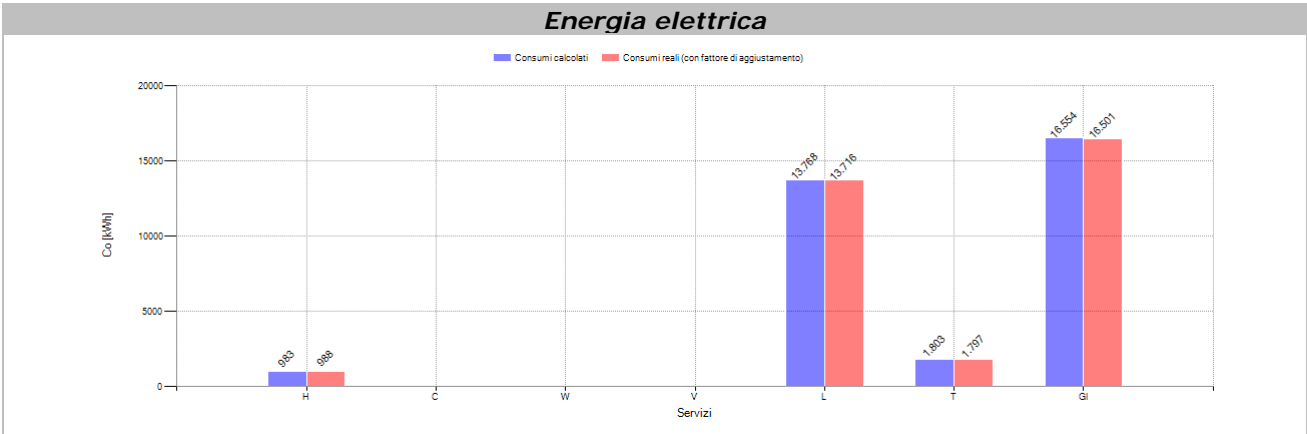
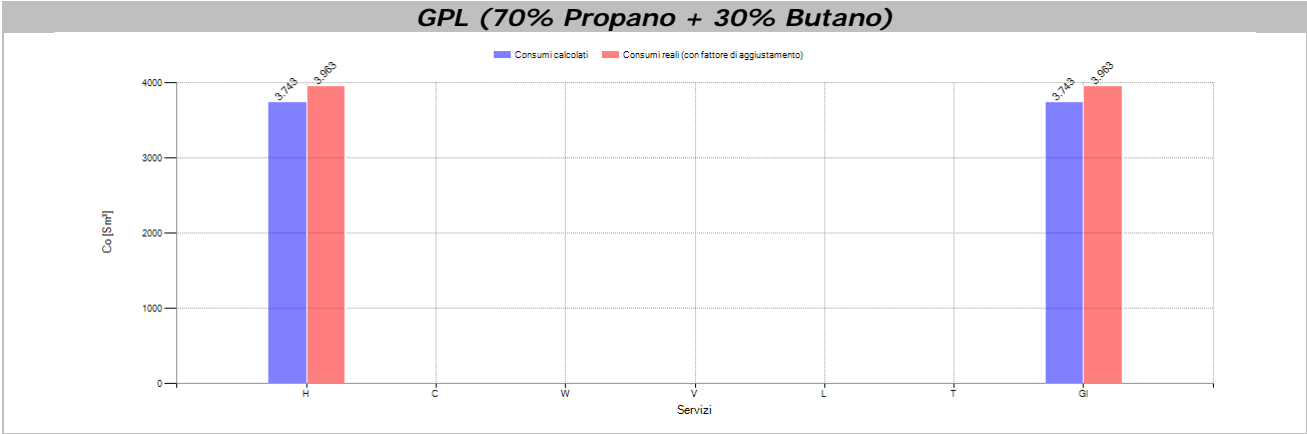
Legenda dei simboli:

Co_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$Co_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio



Confronto



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	<i>Riqualificazione complessiva</i>	0,00	10522,04	0,0	153,90	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 Riqualificazione complessiva

6.1.1 Riqualificazione complessiva

Dati generali

Intervento	1
Descrizione	<i>Riqualificazione complessiva</i>

Caratteristiche intervento

Realizzazione di cappotto interno, isolamento della copertura mediante controsoffitto coibentato e sostituzione degli infissi.
Sostituzione dell'impianto di illuminazione esistente.
Miglioramento del rendimento di regolazione tramite installazione di valvole termostatiche di ultima generazione

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.

6.1.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	GPL (70% Propano + 30% Butano) [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	1448	-61,3
Globale	3743	1448	-61,3

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	230	-76,6
Acqua calda sanitaria (W)	1688	1621	-3,9
Illuminazione (L)	13768	7119	-48,3
Trasporto (T)	1803	1803	0,0
Globale	18242	10773	-40,9

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	14358,60	5515,30	61,6
Acqua calda sanitaria (W)	421,89	405,35	3,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	3442,04	1779,83	48,3
Trasporto (T)	450,63	450,63	0,0
Globale	18673,15	8151,11	56,3

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	92,7	92,7	0,0
Regolazione (η_{reg})	93,0	98,0	5,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	96,0	96,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	98,7	94,3	-4,4
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	92,9	89,2	-4,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	92,7	89,0	-3,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	140,3	129,9	-7,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	139,7	129,6	-7,3
Valore limite (η_{lim})	120,7	-	-

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 ($\eta_{gen,p,nren}$)	38,5	38,5	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	35,6	35,6	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	28,7	28,7	0,0
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	302,23	111,81	-63,0	78,43
Raffrescamento (C)	0,05	1,32	2827,1	2,84

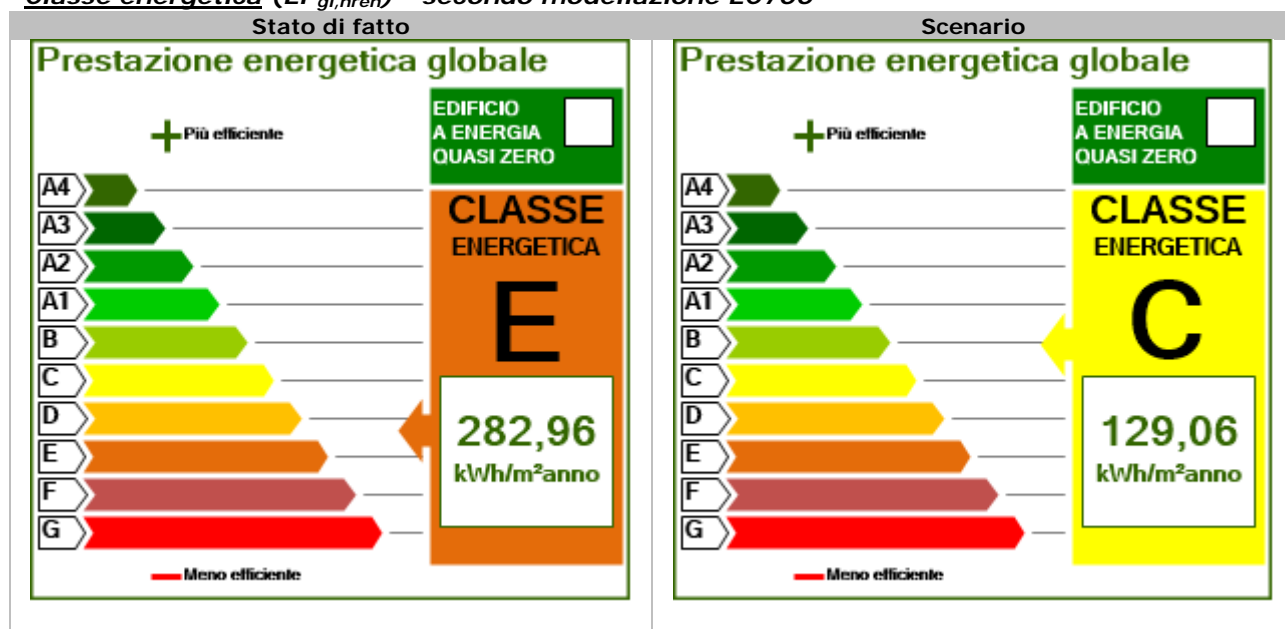
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	215,34	86,06	-60,0
Acqua calda sanitaria (W)	6,61	6,61	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	53,94	29,03	-46,2
Trasporto (T)	7,06	7,35	4,1
Globale (GI)	282,96	129,06	-54,4

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,93	0,23	-75,7
Acqua calda sanitaria (W)	1,59	1,59	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	13,00	7,00	-46,2
Trasporto (T)	1,70	1,77	4,1
Globale (GI)	17,23	10,59	-38,5

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	216,27	86,29	-60,1
Acqua calda sanitaria (W)	8,21	8,21	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	66,94	36,03	-46,2
Trasporto (T)	8,76	9,12	4,1
Globale (GI)	300,19	139,65	-53,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	148,86	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,4	0,3	-46,6	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	19,4	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	1,1	1,9	71,2	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	5,7	7,6	31,4	-

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)	24512,17	9410,41	-61,6
Acqua calda sanitaria (W)	776,28	745,85	-3,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	6333,35	3274,89	-48,3
Trasporto (T)	829,15	829,15	0,0
Globale (GI)	32450,95	14260,30	-56,1

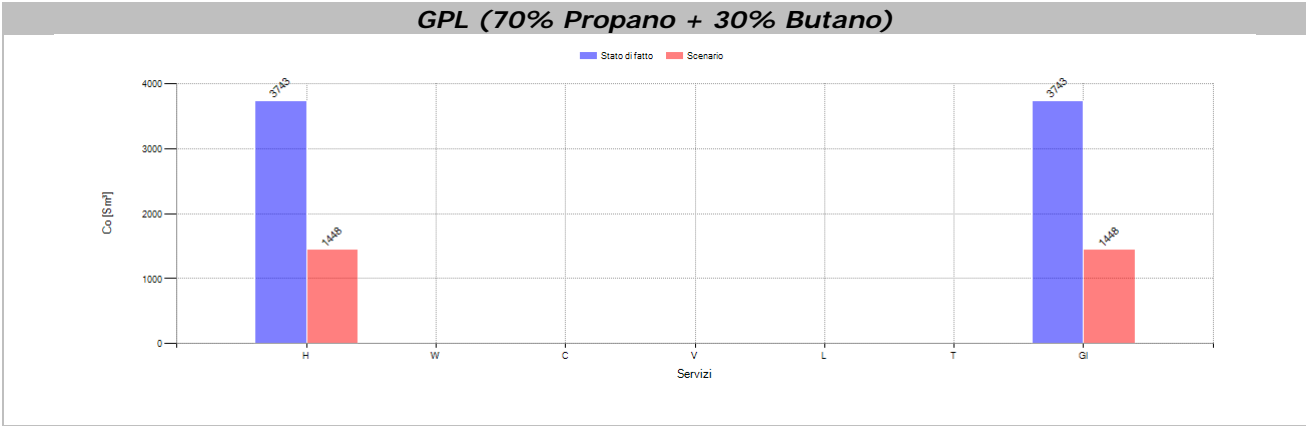
Legenda:

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

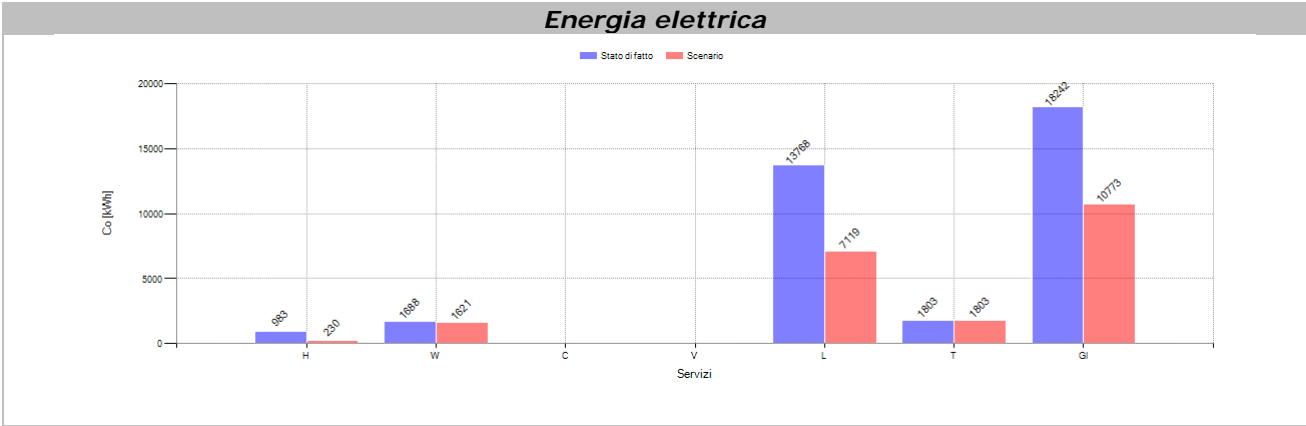
Grafici

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

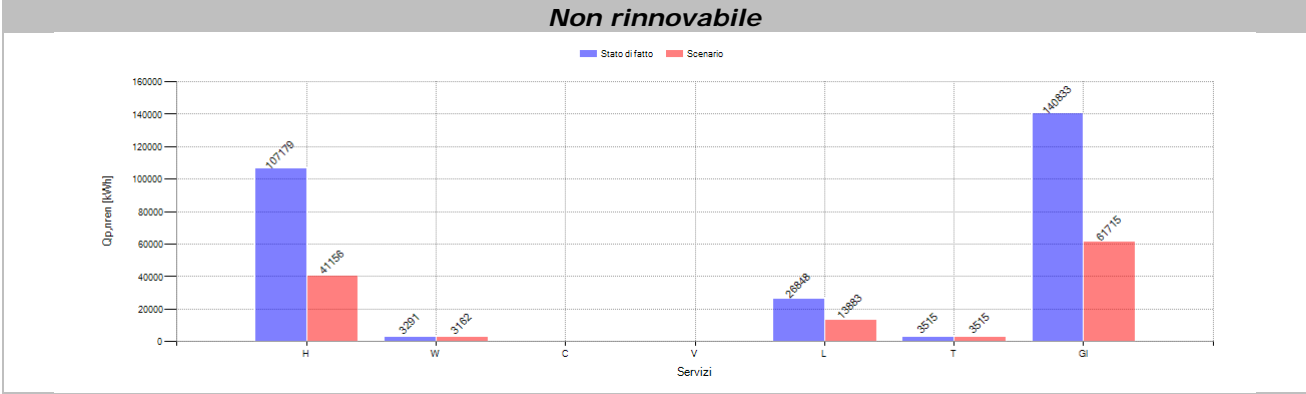


Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3743	1448	-61,3
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	3743	1448	-61,3

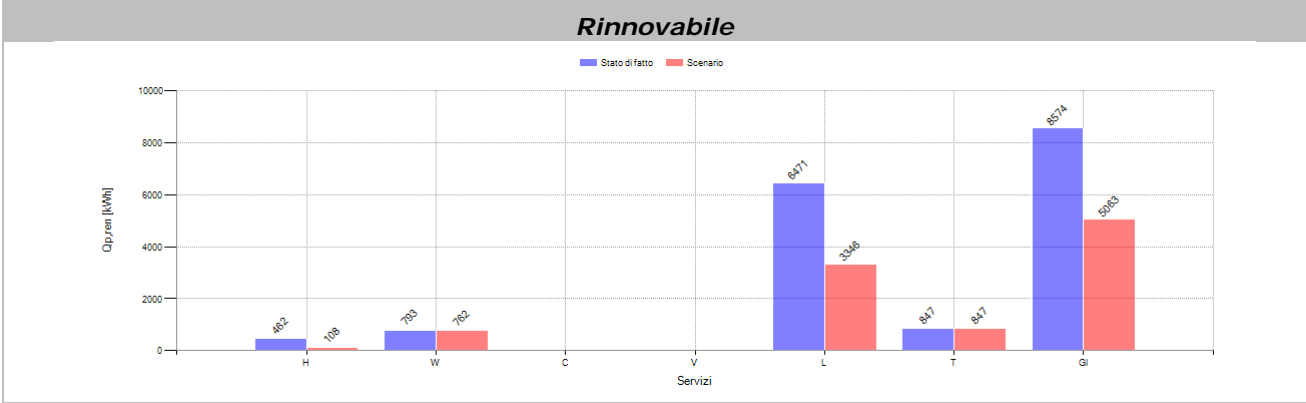


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	983	230	-76,6
Acqua calda sanitaria (W)	1688	1621	-3,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	13768	7119	-48,3
Trasporto (T)	1803	1803	0,0
Globale (GI)	18242	10773	-40,9

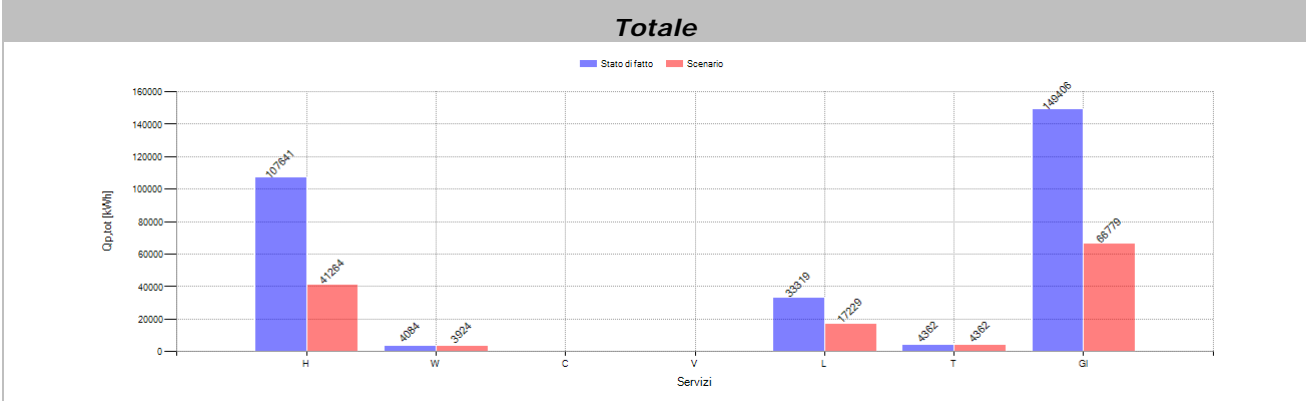
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	107179	41156	-61,6
Acqua calda sanitaria (W)	3291	3162	-3,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	26848	13883	-48,3
Trasporto (T)	3515	3515	0,0
Globale (GI)	140833	61715	-56,2

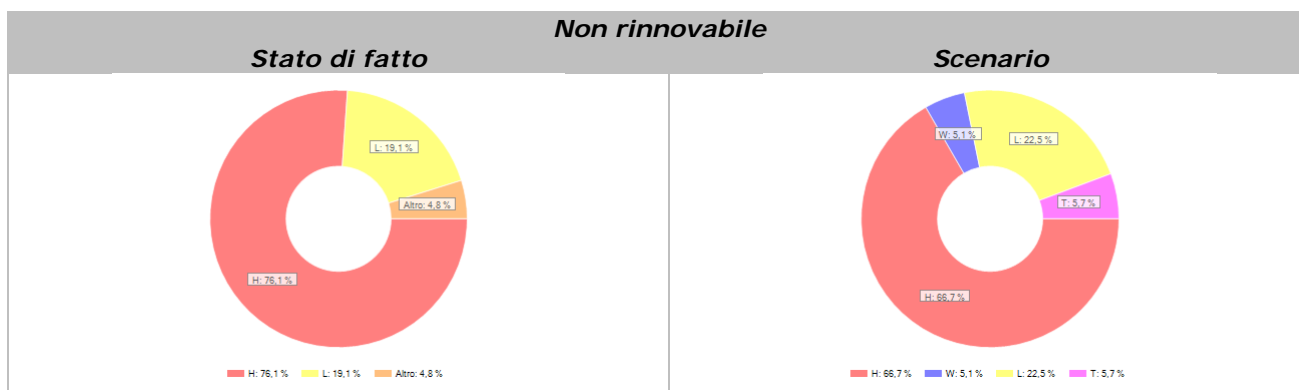


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	462	108	-76,6
Acqua calda sanitaria (W)	793	762	-3,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	6471	3346	-48,3
Trasporto (T)	847	847	0,0
Globale (GI)	8574	5063	-40,9

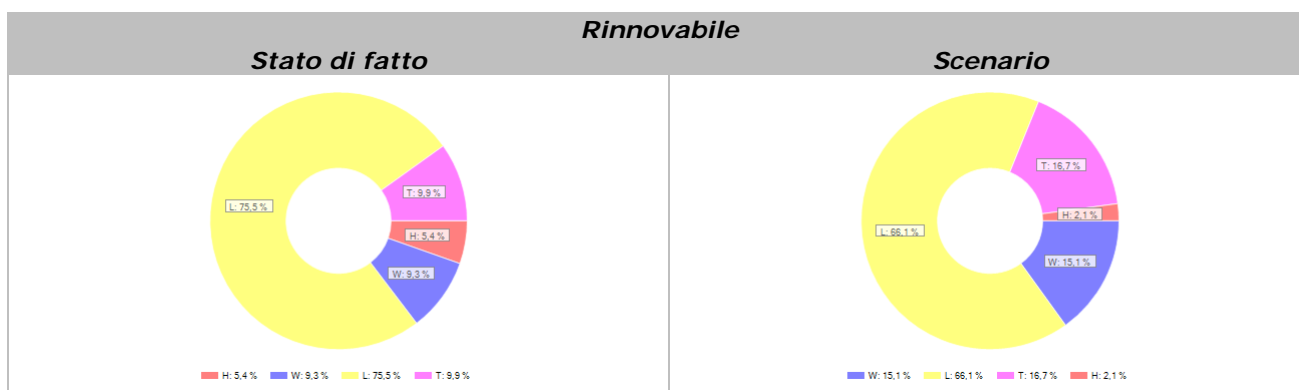


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	107641	41264	-61,7
Acqua calda sanitaria (W)	4084	3924	-3,9
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	33319	17229	-48,3
Trasporto (T)	4362	4362	0,0
Globale (GI)	149406	66779	-55,3

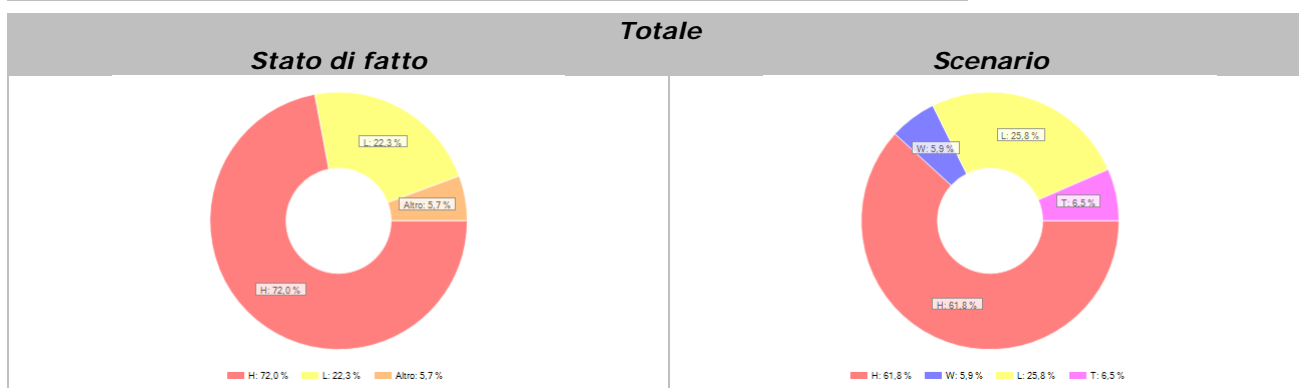
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	107179	76,1	41156	66,7
Acqua calda sanitaria (W)	3291	2,3	3162	5,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	26848	19,1	13883	22,5
Trasporto (T)	3515	2,5	3515	5,7
Globale (GI)	140833	100,0	61715	100,0

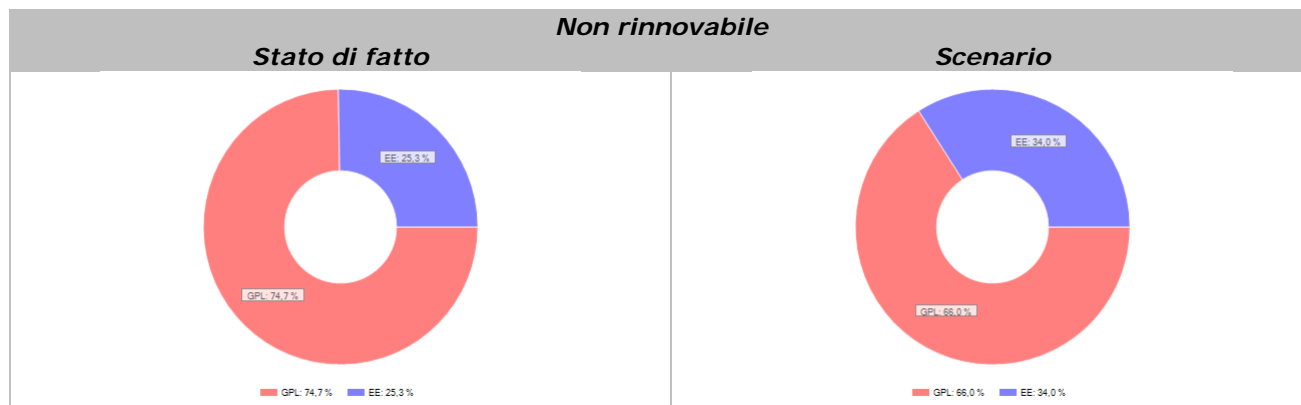


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	462	5,4	108	2,1
Acqua calda sanitaria (W)	793	9,3	762	15,1
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	6471	75,5	3346	66,1
Trasporto (T)	847	9,9	847	16,7
Globale (GI)	8574	100,0	5063	100,0

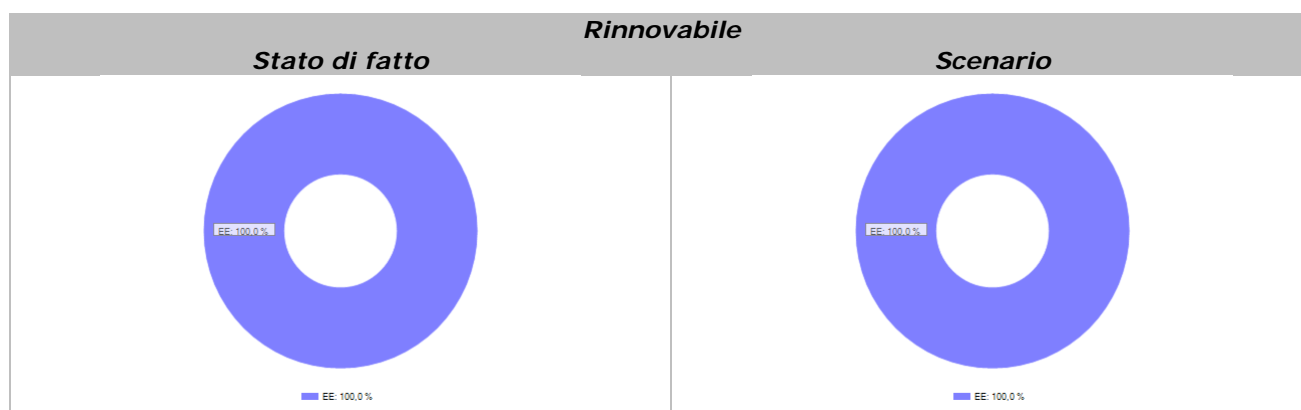


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	107641	72,0	41264	61,8
Acqua calda sanitaria (W)	4084	2,7	3924	5,9
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	33319	22,3	17229	25,8
Trasporto (T)	4362	2,9	4362	6,5
Globale (GI)	149406	100,0	66779	100,0

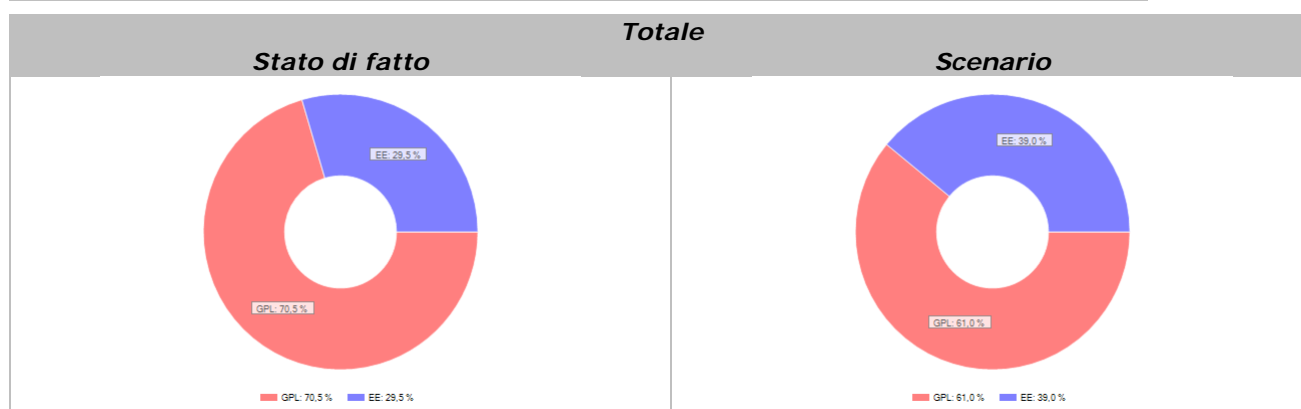
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
GPL (70% Propano + 30% Butano) (GPL)	105262	74,7	40708	66,0
Energia elettrica (EE)	35571	25,3	21007	34,0
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	140833	100,0	61715	100,0

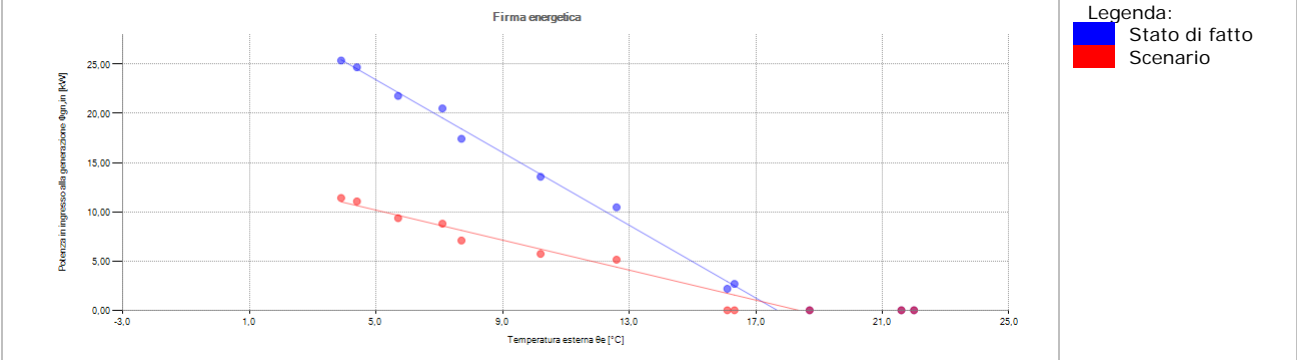


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
GPL (70% Propano + 30% Butano) (GPL)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	8574	100,0	5063	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	8574	100,0	5063	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
GPL (70% Propano + 30% Butano) (GPL)	105262	70,5	40708	61,0
Energia elettrica (EE)	44145	29,5	26071	39,0
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	149406	100,0	66779	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _t /el]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _t /el]	g_{risc} [g]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh _t /el]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _t /el]
gennaio	3,9	31	18879	25,38	31	8489	11,41
febbraio	5,7	28	14631	21,77	28	6289	9,36
marzo	7,7	31	12959	17,42	31	5270	7,08
aprile	10,2	30	9763	13,56	15	2063	5,73
maggio	16,1	31	1622	2,18	0	0	0,00
giugno	18,7	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	21,6	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	22,0	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	16,3	23	1479	2,68	0	0	0,00
ottobre	12,6	31	7782	10,46	17	2097	5,14
novembre	7,1	30	14768	20,51	30	6334	8,80
dicembre	4,4	31	18365	24,68	31	8228	11,06
TOTALE		266	100249	-	183	38770	-

Legenda:

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

Appendice A Profili di intermittenza

Profilo 1 - feriale

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento	X	X	X	X	X	X	X													X	X	X	X	X
Attenuazione																								
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]																								

Profilo 2 - prefestivo

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento	X	X	X	X	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X
Attenuazione																								
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]																								

Profilo 3 - festivo

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Attenuazione																								
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]																								