



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

PALAZZO GINI-BENASSAI - Piazza Mercatale 31

Titolo: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON SOSTITUZIONE DEGLI  
INFISSI E RESTAURO DELLE FACCIATE

Fase: ESECUTIVO

Servizio Governo del Territorio

**U.O.C. Politiche energetiche e infrastrutture**

Dirigente del Servizio

**Arch. Francesco Caporaso**

Responsabile Unico del Precedimento

**Ing. Giovanni Nerini**

## Gruppo di progettazione

### PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Arch. Francesco Procopio

Geom. Elisabetta Santi

Arch. Monica Guasti

### PROGETTAZIONE ENERGETICA

Ing. Marco Risaliti

Ing. Simone Giraldi

collaboratore

Geom. Giacomo Giovanchelli

### COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN

FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Francesco Sanzo



## ELABORATO L

Diagnosi energetica

Spazio riservato agli uffici:

Comune di Prato- (PO)

# DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:

Riqualificazione energetica del Palazzo Storico Gini - Benassai,  
destinato ad uffici pubblici, posto in Piazza Mercatale a Prato

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>Ing. Simone Giraldi Ing. Marco Risaliti</b>
COMMITTENTE	<b>Comune di Prato</b>
EDIFICIO	<b>Piazza Mercatale 31 - Prato (PO)</b>
DATA	<b>27/09/2021</b>
	Firme: _____

## INDICE DELLA RELAZIONE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO
  - 3.1 DATI GEOGRAFICI
  - 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
  - 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
  - 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 4.1 DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO
  - 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO
  - 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE
  - 4.4 SCAMBI TERMICI
  - 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.6 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI
  - 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE
  - 5.2 INVENTARIO ENERGETICO
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
  - 6.1 DATI CLIMATICI REALI
  - 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 8.1. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Intervento complessivo
    - 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
      - 8.1a ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
      - 8.1b PRESTAZIONE ENERGETICA DELLO STATO DI FATTO
  - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Sostituzione infissi
    - 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Sostituzione delle schermature mobili
    - 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.4. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto domotico

8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

8.4.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

---

### Obiettivi dell'analisi energetica

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di eventuali e possibili interventi di riqualificazione energetica, compatibilmente con la tipologia di edificio storico, da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso.

Come precedentemente riportato trattasi di edificio storico e come tale gli interventi dovranno essere individuati tra quelli compatibili con gli interventi di restauro delle facciate e di alcuni elementi storici, strutturali e di arredo, già previsti e programmati per questo edificio.

Dovendo gli interventi rispettare caratterizzazioni storiche, ad esempio come la tipologia degli infissi, che dovranno essere rispondenti alle indicazioni della Sovrintendenza dei Beni Architettonici, i costi che si andranno a sostenere potranno essere superiori a quelli standard di mercato e come tale il vincolo "storico" impatterà necessariamente sul tempo di ritorno dell'investimento e sul rapporto costi/benefici.

Sulla base di tale premessa è volontà dell'Amministrazione procedere comunque alla realizzazione degli interventi di efficientamento energetico individuati seppur con gli impatti imposti dal vincolo storico.

-

### Oggetto dell'incarico

E' stato analizzato lo stato attuale del sistema edificio-impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dal 2016 al 2019.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

Scenari	Elenco interventi previsti
Sostituzione infissi	[F1] → [F1 (U=1,40)]
	[F10] → [F10 BE]
	[F11] → [F11 BE]
	[F12] → [F12 BE]
	[F13] → [ F13 BE]
	[F14] → [F14 BE]
	[F15] → [F15 BE]
	[F16] → [F16 BE]
	[F19] → [F19 BE]
	[F20] → [F20 BE]
	[F21] → [F21 BE]
	[F22] → [F22 BE]
	[F23] → [F23 BE]
	[F24] → [ F24 BE]
	[F25] → [F25 BE]
	[F25.1] → [F25.1 BE]
	[F26] → [F26 BE]
	[F27] → [F27 BE]
	[F28] → [F28 BE]

## Diagnosi energetica

	[F29] → [F29 BE]
	[F30] → [F30 BE]
	[F31] → [F31 BE]
	[F32] → [F32 BE]
	[F33] → [F33 BE]
	[F34] → [F34 BE]
	[F35] → [F35 BE]
	[F36] → [F36 BE]
	[F36.1] → [F36.1 BE]
	[F37] → [F37 BE]
	[F38] → [F38 BE]
	[F39] → [F39 BE]
	[F40] → [F40 BE]
	[F41] → [F41 BE]
	[F42] → [ F24 BE]
	[F43] → [F43 BE]
	[F43.1] → [F43.1 BE]
	[F44] → [F44 BE]
	[F45] → [F45 BE]
	[F46] → [F46 BE]
	[F47] → [F47 BE]
	[F48] → [F48 BE]
	[F49] → [F49 BE]
	[F50] → [F50 BE]
	[F52] → [F52 BE]
	[F53] → [F53 BE]
	[F54] → [F54 BE]
	[F55] → [F55 BE]
	[F56] → [F56 BE]
	[F57] → [F57 BE]
	[F9] → [F9 BE]
	[P.029] → [P.029 BE]
	[P.041] → [P.041 BE]
	[P.112] → [P.112 BE]
	[P.113] → [P.113 BE]
	[P.116] → [P.116 BE]
	[P.118] → [P.118 BE]
	[P.119] → [P.119 BE]
	[P.125] → [P.125 BE]
	[P.221] → [P.221 BE]
	[P.226] → [P.226 BE]
	[P.237] → [P.237 BE]
	[P.239] → [P.239 BE]

## Diagnosi energetica

Sostituzione delle schermature mobili	Sostituzione delle schermature mobili
Impianto domotico	Installazione sistemi BACS
Intervento complessivo	[F1] → [F1 (U=1,40)]
	[F10] → [F10 BE]
	[F11] → [F11 BE]
	[F12] → [F12 BE]
	[F13] → [ F13 BE]
	[F14] → [F14 BE]
	[F15] → [F15 BE]
	[F16] → [F16 BE]
	[F19] → [F19 BE]
	[F20] → [F20 BE]
	[F21] → [F21 BE]
	[F22] → [F22 BE]
	[F23] → [F23 BE]
	[F24] → [ F24 BE]
	[F25] → [F25 BE]
	[F25.1] → [F25.1 BE]
	[F26] → [F26 BE]
	[F27] → [F27 BE]
	[F28] → [F28 BE]
	[F29] → [F29 BE]
	[F30] → [F30 BE]
	[F31] → [F31 BE]
	[F32] → [F32 BE]
	[F33] → [F33 BE]
	[F34] → [F34 BE]
	[F35] → [F35 BE]
	[F36] → [F36 BE]
	[F36.1] → [F36.1 BE]
	[F37] → [F37 BE]
	[F38] → [F38 BE]
	[F39] → [F39 BE]
	[F40] → [F40 BE]
	[F41] → [F41 BE]
	[F42] → [ F24 BE]
	[F43] → [F43 BE]
	[F43.1] → [F43.1 BE]
	[F44] → [F44 BE]
	[F45] → [F45 BE]
	[F46] → [F46 BE]
	[F47] → [F47 BE]
	[F48] → [F48 BE]

## Diagnosi energetica

	[F49] → [F49 BE]
	[F50] → [F50 BE]
	[F52] → [F52 BE]
	[F53] → [F53 BE]
	[F54] → [F54 BE]
	[F55] → [F55 BE]
	[F56] → [F56 BE]
	[F57] → [F57 BE]
	[F9] → [F9 BE]
	[P.029] → [P.029 BE]
	[P.041] → [P.041 BE]
	[P.112] → [P.112 BE]
	[P.113] → [P.113 BE]
	[P.116] → [P.116 BE]
	[P.118] → [P.118 BE]
	[P.119] → [P.119 BE]
	[P.125] → [P.125 BE]
	[P.221] → [P.221 BE]
	[P.226] → [P.226 BE]
	[P.237] → [P.237 BE]
	[P.239] → [P.239 BE]
	Sostituzione delle schermature mobili
	Installazione sistemi BACS

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

### **Procedura dello studio di fattibilità**

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per l'edificio.

Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

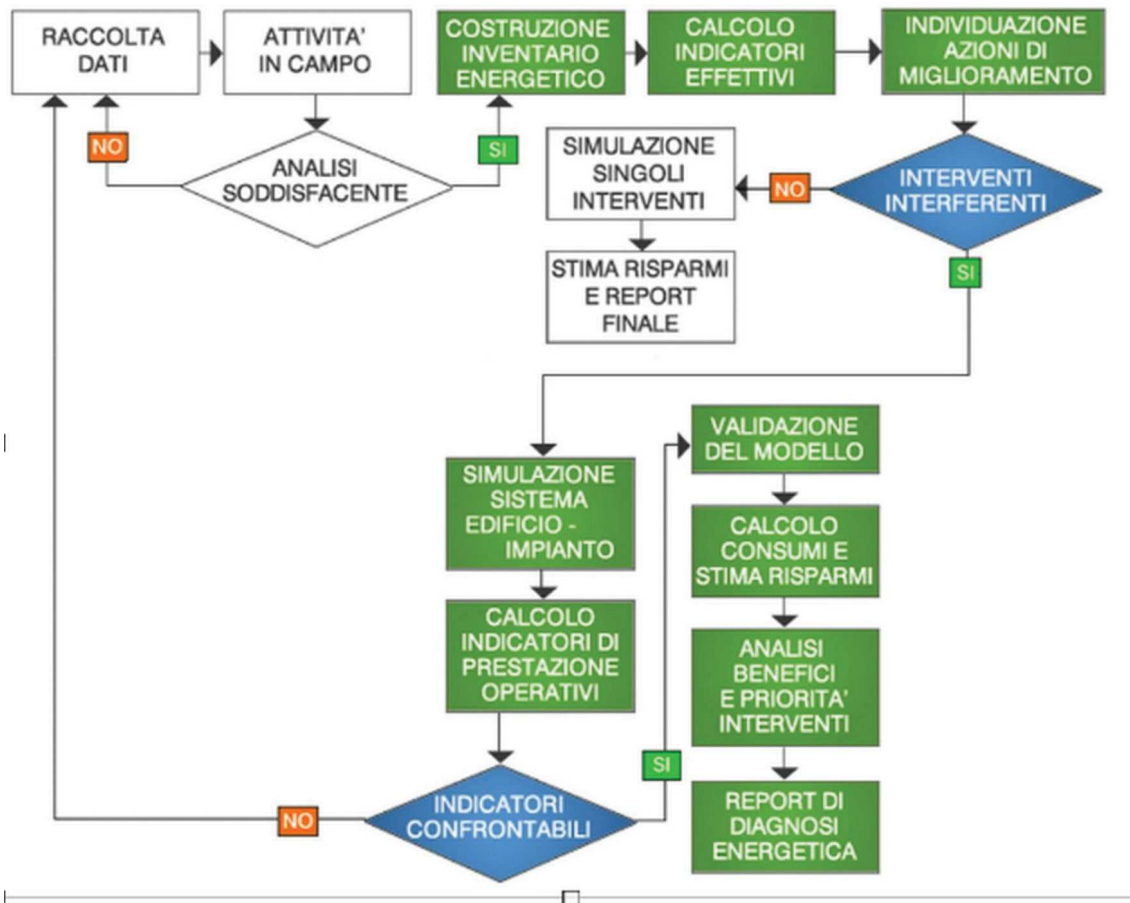
- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi degli anni 2016, 2017 2018 2019 e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard;
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;



- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale.

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

**Schema a blocchi per la Diagnosi Energetica degli edifici**



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la procedura di calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";

D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";

D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";

D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";

D.Lgs 102/2014 e s.m.i., 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

D.I. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

UNI EN ISO 52016 Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

UNI TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

UNI TS 11300-6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

Linee Guida per la Diagnosi Energetica - Attività 1.2.1. Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA.

### 3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

---

#### Inquadramento territoriale

L'immobile isituato in Piazza Mercatale n. 31-33 (Prato).

L'edificazione si è conclusa nel 1718.

#### 3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Prato
Provincia:	PO
Sito in:	Piazza Mercatale 31
Altitudine:	61 m.s.l.m.
Latitudine:	43°52'
Longitudine:	11°5'

#### 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	D
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.) [°C]	0,0
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	1668
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	166

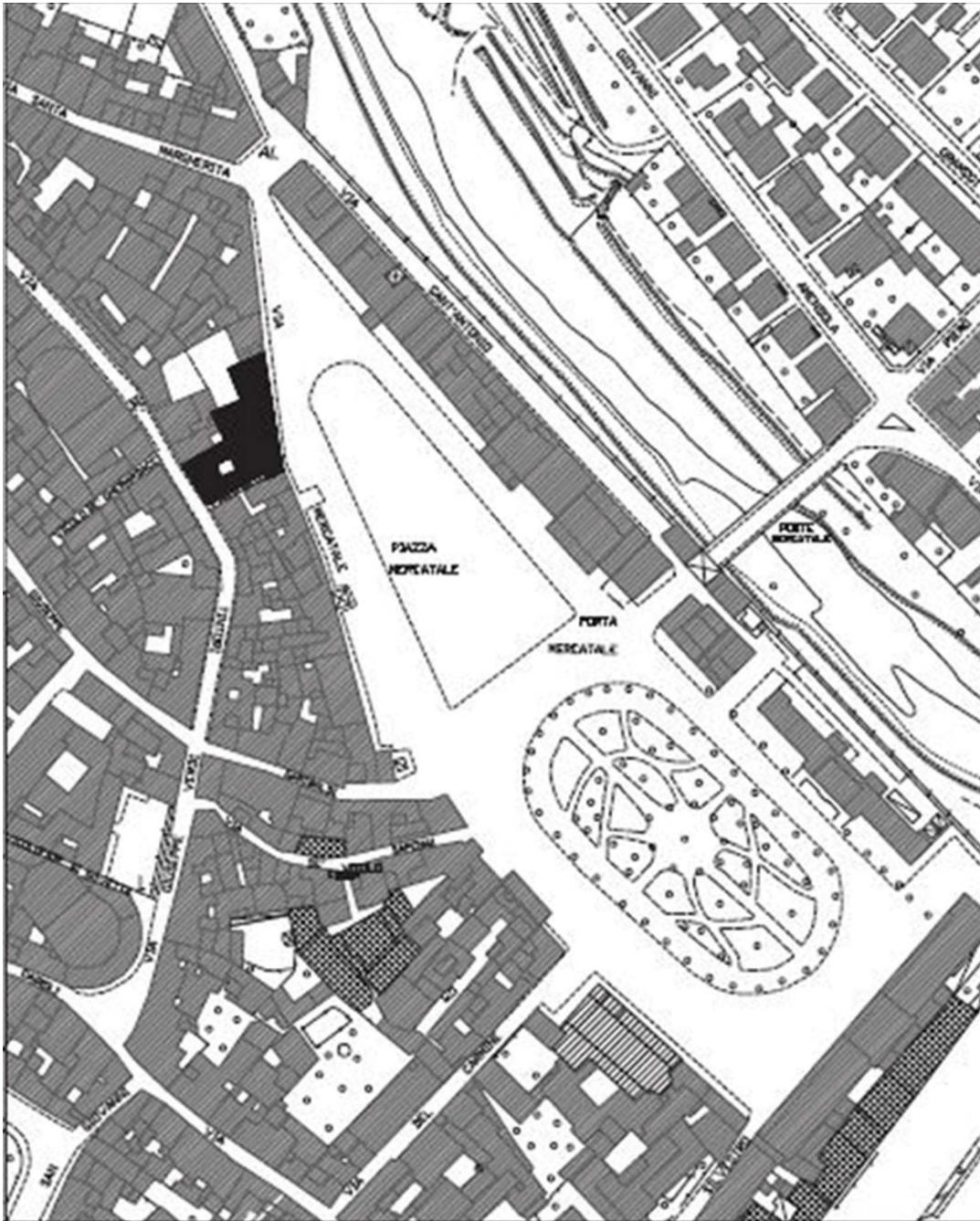
#### 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	54,00 %
17,7	17,7 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna [C°]	39,1 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	283,56 W/m <sup>2</sup>

### 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

Indirizzo: Piazza Mercatale n. 31-33 (Prato).

Esso ha una superficie utile pari a circa 2.800 mq, per un volume complessivo di circa 13.597 mc. Dal punto di vista catastale, l'edificio è individuato al N.C.E.U. al Foglio 50, Particella 65, sub 500.



#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Per la diagnosi viene costruito di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello descrive il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema tiene anche in considerazione il contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta definito il modello è possibile effettuare il calcolo prestazionale in condizioni adattate all'utenza (metodo di calcolo A3- Tailored).

Il presente capitolo riporta una descrizione approfondita del bilancio energetico dell'involucro, seguita dalla descrizione dei componenti tecnici, oltre che la descrizione dei sistemi impiantistici presenti.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Unità immobiliare	S [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su,H [m <sup>2</sup> ]	Su,C [m <sup>2</sup> ]
Palazzo Benassai	4 396,99	13 588,14	0,32	2 758,91	1 425,59
Intero edificio	4 396,99	13 588,14	0,32	2 758,91	1 425,59

*S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato*

*V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano*

*S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordo o fattore di forma dell'edificio*

*Su,H superficie utile riscaldata dell'edificio*

*Su,C superficie utile raffrescata dell'edificio*

#### 4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

L'edificio è stato costruito nei primi decenni del XVIII secolo, il fabbricato presenta una struttura portante verticale in muratura di pietrame e mista e partizioni orizzontali in muratura a volta ed in legno, caratterizzanti l'intero immobile ma in particolare il piano primo in quanto piano "nobile".

I prospetti presentano elementi architettonici caratterizzanti e tipici dell'epoca di costruzione, come le mostre in pietra delle finestre e dei portoni, i cantonali in pietra a segnare gli spigoli del Palazzo e la cornice a marcare i davanzali delle finestre.

Dal punto di vista energetico le strutture edilizie sono ovviamente (con la sensibilità odierna) di scarse caratteristiche termofisiche. E' altrettanto ovvio che si può intervenire poco o niente per esigenze di tutela architettonica.

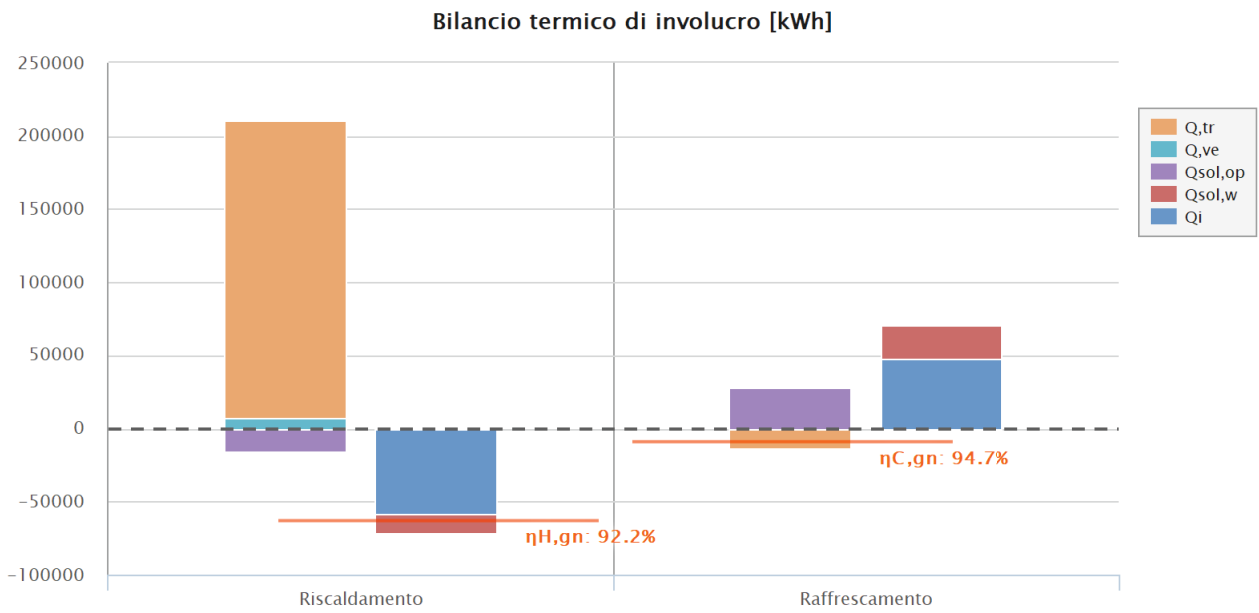
Gli infissi esistenti sono in legno, realizzati prevalentemente negli anni '70, a sezione piena con vetro ad unica lastra, privi di qualsiasi guarnizione per la "tenuta" dell'infisso, oltre all'assenza di gocciolatoio.

Alcuni infissi presentano un apposito telaio, inglobato in quello principale, al quale è stata ancorata la persiana. Tale sistema è posizionato in aderenza alla mazzetta in pietra serena creando una fessura, in alcune parti anche di dimensioni importanti, che permette all'acqua e all'aria di filtrare all'interno.

Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300.

Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nei periodo di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione, apporti solari e apporti interni

# Diagnosi energetica



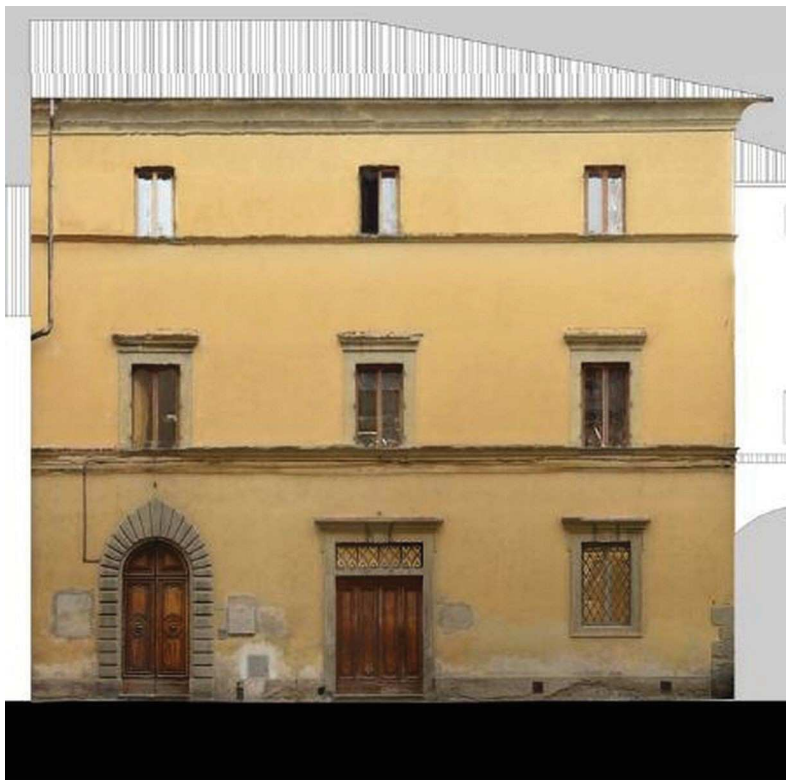
## 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO



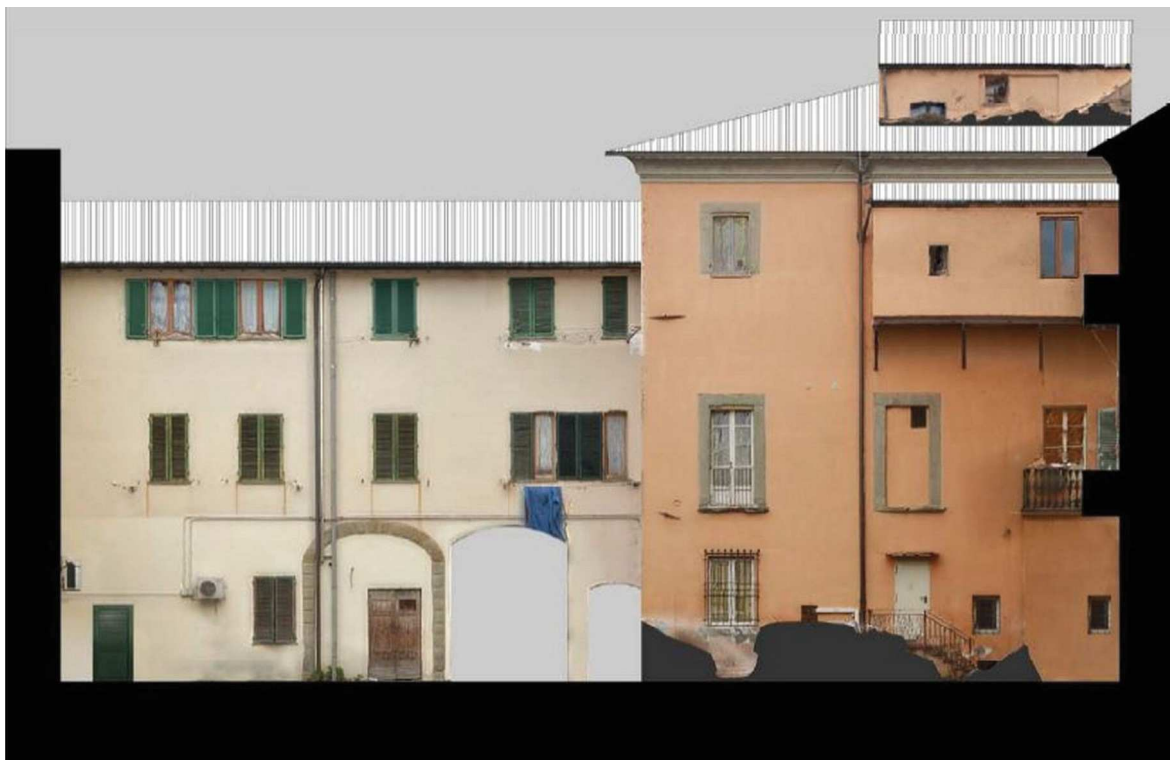
Modello 3D dell'edificio



STATO ATTUALE – Prospetto Piazza Mercatale



STATO ATTUALE – Prospetto Via Tintori



STATO ATTUALE – Prospetto corte Est



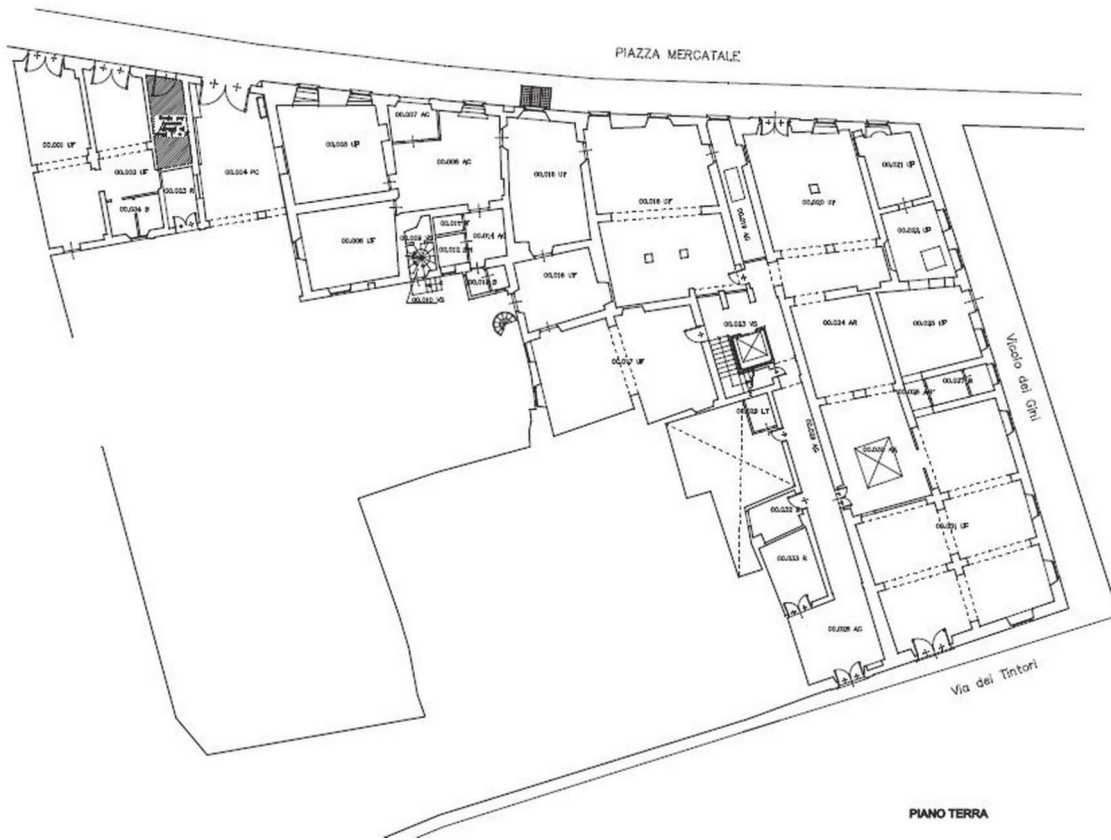
STATO ATTUALE – Prospetto corte Sud



STATO PROPOSTO – Prospetto Vicolo dei Gini



# Diagnosi energetica

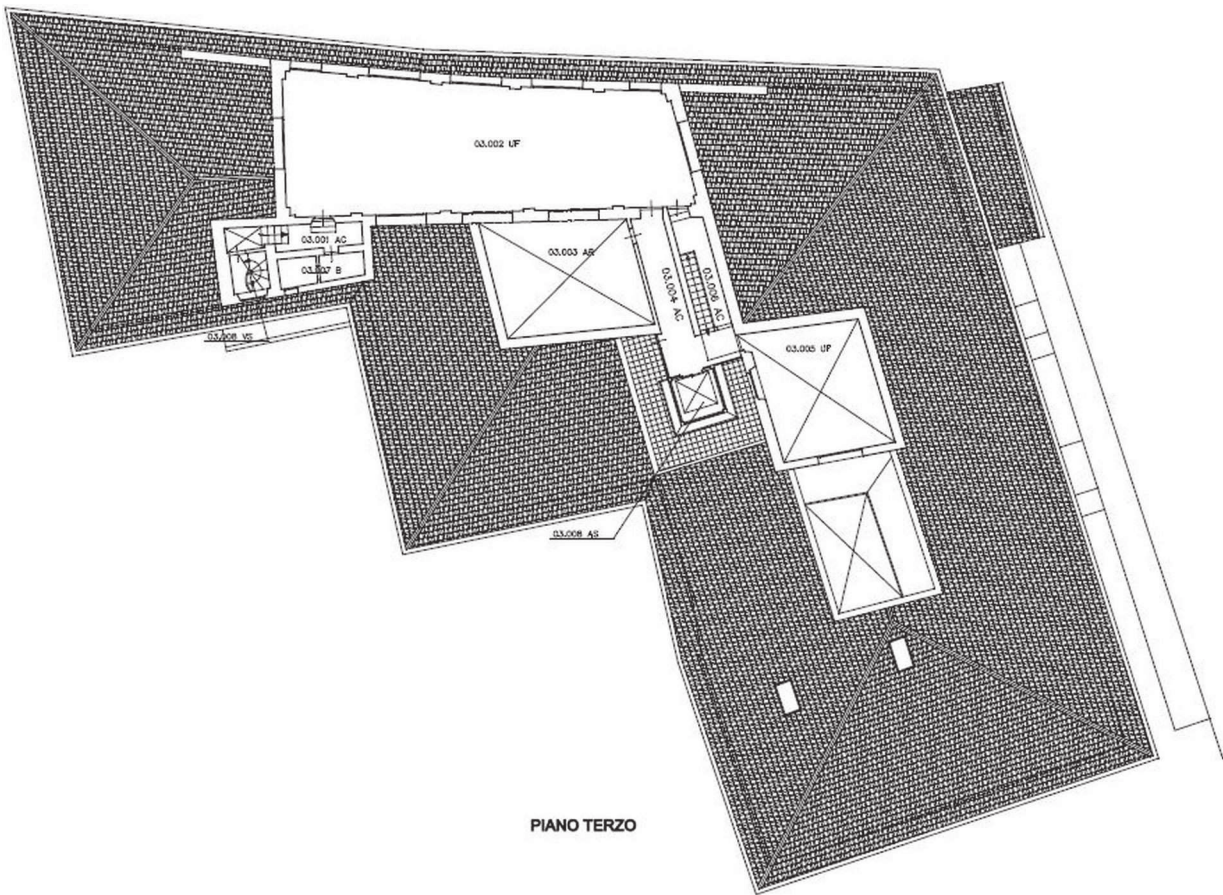
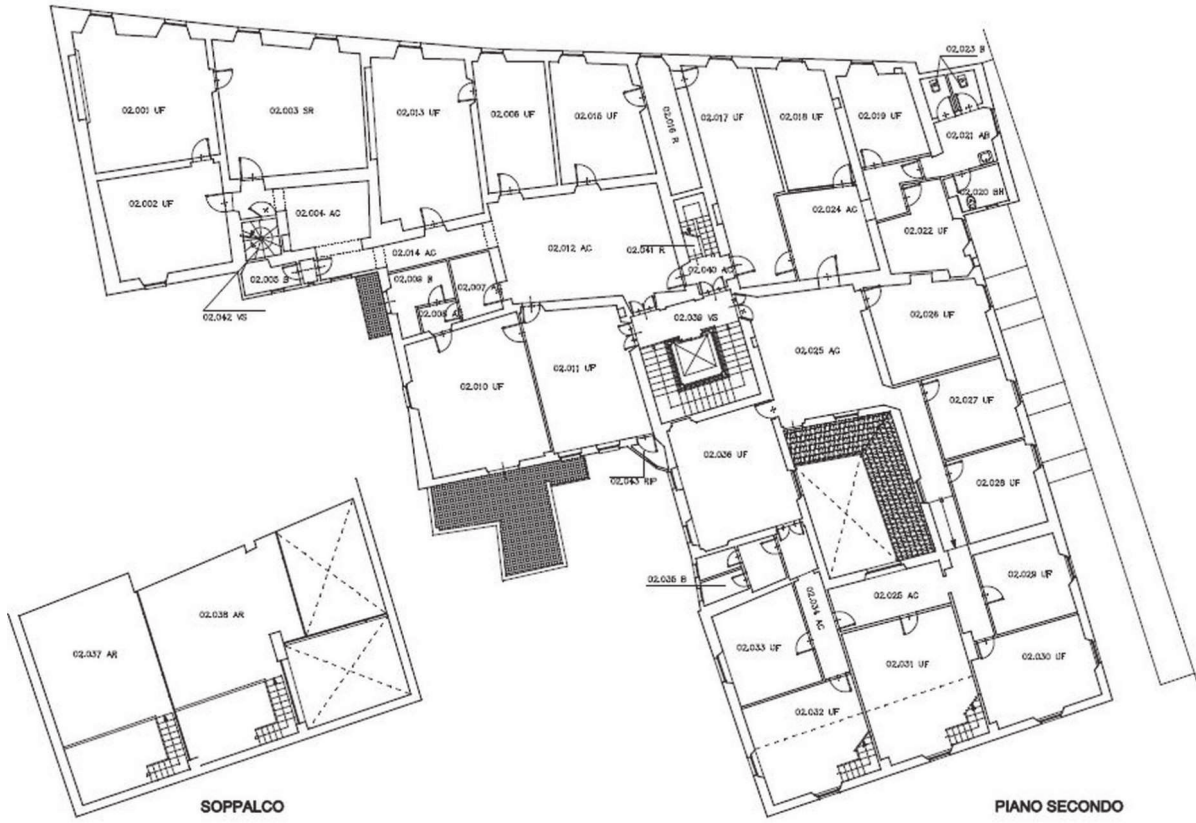


PIANO TERRA



PIANO PRIMO

# Diagnosi energetica



### 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

#### Pareti verticali

Tipologia di parete	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]
05 Muratura di pietra	Esterno	530,00	1,85	70,56
05 Muratura di pietra vrs int	Locale interno alla zona	530,00	1,59	69,10

#### Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]
Copertura Benassai	Esterno	290,00	1,69	78,39

#### Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]
Pavimento	Locale interno alla zona	350,00	1,28	56,50
Pavimento a terra	Terreno	300,00	2,59	69,99

#### Serramenti

Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]
F1	Esterno	Serramento singolo	108	175	4,44
F10	Esterno	Serramento singolo	115	174	4,48
F11	Esterno	Serramento singolo	75	98	4,25
F14	Esterno	Serramento singolo	105	206	4,42
F15	Esterno	Serramento singolo	105	182	4,44
F16	Esterno	Serramento singolo	104	184	4,43
F19	Esterno	Serramento singolo	117	189	4,52
F20	Esterno	Serramento singolo	105	157	4,37
F21	Esterno	Serramento singolo	98	115	4,36
F22	Esterno	Serramento singolo	119	210	4,58

## Diagnosi energetica

F23	Esterno	Serramento singolo	105	157	4,37
F24	Esterno	Serramento singolo	90	100	4,39
F25	Esterno	Serramento singolo	117	189	4,52
F25.1	Esterno	Serramento singolo	85	118	4,15
F26	Esterno	Serramento singolo	109	255	4,59
F27	Esterno	Serramento singolo	110	257	4,60
F28	Esterno	Serramento singolo	108	182	4,45
F29	Esterno	Serramento singolo	200	94	4,62
F30	Esterno	Serramento singolo	115	200	4,54
F32	Esterno	Serramento singolo	80	74	4,12
F33	Esterno	Serramento singolo	60	120	4,05
F34	Esterno	Serramento singolo	98	155	4,48
F35	Esterno	Serramento singolo	97	152	4,46
F36	Esterno	Serramento singolo	60	76	3,93
F36.1	Esterno	Serramento singolo	100	262	4,53
F37	Esterno	Serramento singolo	97	168	4,50
F38	Esterno	Serramento singolo	140	227	4,70
F39	Esterno	Serramento singolo	94	152	4,44
F40	Esterno	Serramento singolo	80	129	4,24
F41	Esterno	Serramento singolo	80	117	4,20
F42	Esterno	Serramento singolo	60	100	3,84
F43	Esterno	Serramento singolo	87	170	4,34
F43.1	Esterno	Serramento singolo	116	186	4,59
F48	Esterno	Serramento singolo	230	287	4,94
F49	Esterno	Serramento singolo	140	180	4,60

## Diagnosi energetica

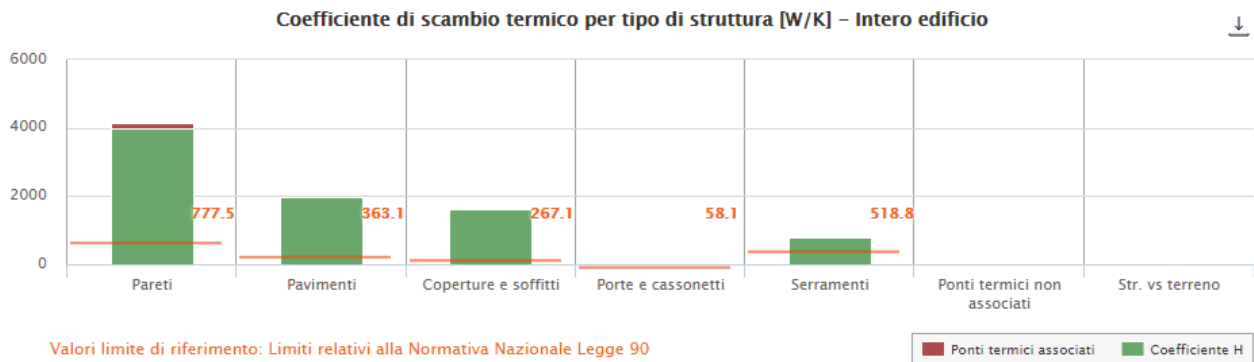
F5	Esterno	Serramento singolo	216	288	3,69
F50	Esterno	Serramento singolo	230	330	4,87
F53	Esterno	Serramento singolo	100	85	4,35
F54	Esterno	Serramento singolo	60	74	3,91
F55	Esterno	Serramento singolo	115	188	4,52
F56	Esterno	Serramento singolo	200	200	4,89
F57	Esterno	Serramento singolo	225	200	4,86
F6 (*)	Esterno	Serramento singolo	217	282	3,65
F7 (*)	Esterno	Serramento singolo	100	193	4,43
F8 (*)	Esterno	Serramento singolo	94	168	4,32
F8.1 (*)	Esterno	Serramento singolo	135	232	3,58
F9	Esterno	Serramento singolo	100	162	4,35
P.029	Esterno	Serramento singolo	67	70	3,96
P.041	Esterno	Serramento singolo	85	205	4,32
P.112	Esterno	Serramento singolo	110	255	4,60
P.113	Esterno	Serramento singolo	38	57	3,28
P.116	Esterno	Serramento singolo	110	252	4,59
P.118	Esterno	Serramento singolo	117	188	4,60
P.125	Esterno	Serramento singolo	108	155	4,46
P.221	Esterno	Serramento singolo	52	60	3,64
P.226	Esterno	Serramento singolo	115	170	4,54
P.237	Esterno	Serramento singolo	50	70	3,71
P.239	Esterno	Serramento singolo	36	56	3,20

(\*) Infisso nel modello dell'involucro ma non sostituito

#### 4.4 SCAMBI TERMICI

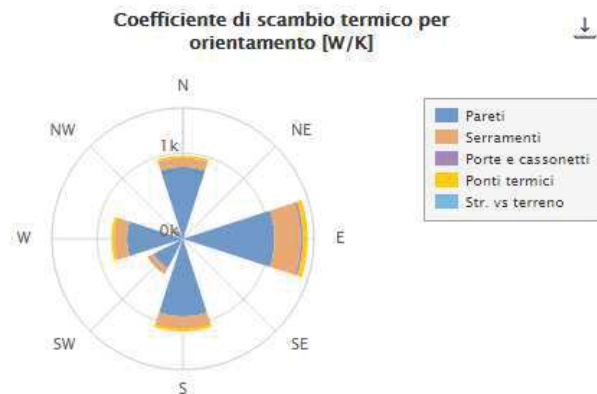
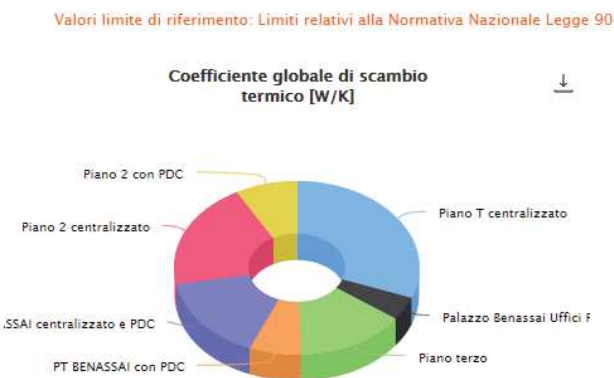
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

Nel grafico si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento sullo scambio termico globale



#### 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

In questa parte della relazione vengono presi in esame i servizi energetici presenti e le caratteristiche dei sistemi impiantistici. Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, viene descritto lo stato di fatto e di conservazione degli impianti come segue.

Il plesso è dotato di impianto di riscaldamento centralizzato basato su una caldaia con bruciatore di gas metano, della potenza nominale utile pari a 390 kW e potenza al focolare pari a 432 kW.

La distribuzione del calore è a tubazioni d'acciaio a vista (colonne montanti che partono dall'interrato, dorsali ecc) o parzialmente incassate, anche a pavimento, specie nei collegamenti orizzontali, di minor diametro, ai terminali.

Questi ultimi sono prevalentemente radiatori ad elementi in acciaio e ghisa (evidentemente installati per lotti nelle ristrutturazioni e rimaneggiamenti che ci sono stati), oltre pochi fancoils.

E' inoltre presente una piccola caldaia murale a servizio esclusivo (con pochi radiatori) della porzione a piano terra di un alto edificio adiacente che si trova nell'angolo nord della grande corte interna (Ufficio lavori pubblici).

In tutto il complesso l'acqua calda per i servizi è prodotta con riscaldatori elettrici istantanei installati nei bagni ai vari piani dell'edificio.

Il piano terzo è servito unicamente da impianto con pompa di calore di calore per il riscaldamento e raffrescamento con terminali a fan coil.

Negli altri piani del palazzo sono presenti pompe di calore per la climatizzazione estiva, utilizzate saltuariamente anche nei mesi invernali per il riscaldamento.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati tutti i generatori considerati per ogni piano, con le relative potenze a servizio degli impianti ACS, riscaldamento e raffrescamento.

#### 4.6 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

Le tabelle che seguono descrivono le caratteristiche tecniche principali dei sistemi impiantistici presenti.

##### IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

##### Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
<b>Generatore a gas o combustibile fossile</b>	<b>Metano</b>	<b>Acqua</b>	<b>390,00</b>	<b>0,90</b>
<b>Generatore a gas o combustibile fossile (Ufficio Lavori Pubblici)</b>	<b>Metano</b>	<b>Acqua</b>	<b>30,00</b>	<b>0,90</b>
<b>DAIKIN H P3</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>31,5</b>	<b>3,13</b>
<b>PDC P2 (2)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>14,82</b>	<b>3,87</b>
<b>PDC P2 (1)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>49,73</b>	<b>4,65</b>
<b>PDC P2</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>22,96</b>	<b>3,81</b>
<b>PDC P1</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>50,40</b>	<b>4,07</b>
<b>PDC 5,3 kW PT Benassai</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>3,70</b>	<b>4,15</b>
<b>PDC 5,3 kW PT staccato</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>3,70</b>	<b>4,15</b>
<b>PDC P1</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>50,40</b>	<b>4,07</b>

**IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE ESTIVA**

## Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
<b>DAIKIN C P3</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>28,00</b>	<b>3,18</b>
<b>Macchina frigorifera P2 (2)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>6,00</b>	<b>2,50</b>
<b>Macchina frigorifera P2 (1)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>33,00</b>	<b>2,65</b>
<b>Macchina frigorifera P2</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>13,30</b>	<b>2,58</b>
<b>Macchina Frigorifera P1</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>50,00</b>	<b>2,50</b>
<b>Macchina Frigorifera PT staccato</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>5,00</b>	<b>2,50</b>
<b>Macchina Frigorifera PT Benassai</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>5,00</b>	<b>2,50</b>
<b>Macchina Frigorifera P1</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Diretto</b>	<b>50,00</b>	<b>2,50</b>



**IMPIANTO di PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA**

## Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
<b>Generatore a gas o combustibile fossile (Ufficio Lavori Pubblici)</b>	<b>Metano</b>	<b>Acqua</b>	<b>30,00</b>	<b>0,90</b>
<b>Scaldabagno elettrico PT</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>0,95</b>
<b>Scaldabagno elettrico PT (1)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico PT (2)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P1</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,50</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P1 (1)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P1 (2)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,60</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P2</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P2 (1)</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>
<b>Scaldabagno elettrico P3</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>Acqua</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>

## 5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un consumo di riferimento, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi.

La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'inventario energetico, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso. Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

### 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE

Affinché l'analisi sia attendibile, sono stati presi in esame i dati delle bollette di quattro anni, nello specifico il 2016, 2017, 2018 e 2019 che attraverso l'andamento mensile, consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi di energia disaggregati per vettore energetico.

Vettore energetico: Energia elettrica -

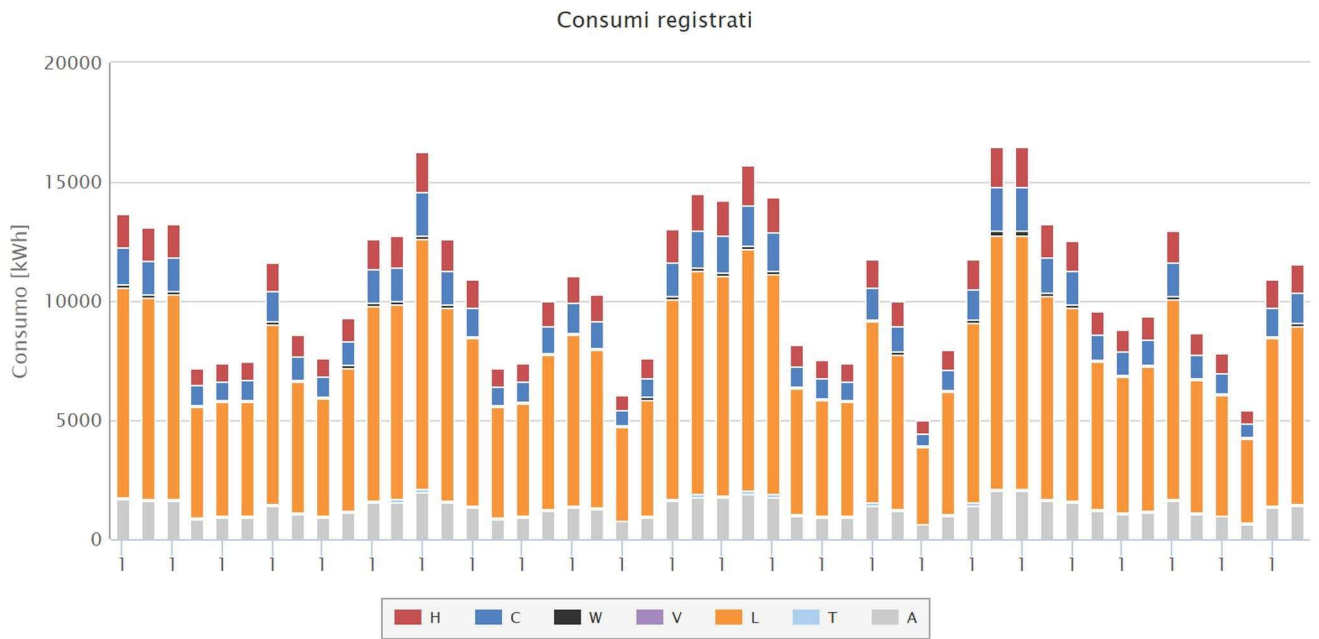
Tabella consumi elettrici

Data inizio	Data fine	Fascia F1 Costo [€]	Fascia F1 Consumo kWh	Fascia F2+F3 Costo [€]	Fascia F2+F3 Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2016	31/01/2016	2.730,80	13.654,00	1.135,60	5.678,00	0,20
02/01/2016	28/02/2016	2.620,00	13.100,00	899,00	4.495,00	0,20
03/01/2016	31/03/2016	2.651,20	13.256,00	933,20	4.666,00	0,20
04/01/2016	30/04/2016	1.442,20	7.211,00	435,80	2.179,00	0,20
05/01/2016	31/05/2016	1.483,40	7.417,00	427,20	2.136,00	0,20
06/01/2016	30/06/2016	1.489,40	7.447,00	430,20	2.151,00	0,20
07/01/2016	31/07/2016	2.324,60	11.623,00	673,60	3.368,00	0,20
08/01/2016	31/08/2016	1.712,80	8.564,00	557,20	2.786,00	0,20
09/01/2016	30/09/2016	1.525,60	7.628,00	408,20	2.041,00	0,20
10/01/2016	31/10/2016	1.859,40	9.297,00	647,40	3.237,00	0,20
11/01/2016	30/11/2016	2.528,00	12.640,00	952,40	4.762,00	0,20
12/01/2016	31/12/2016	2.547,80	12.739,00	1.032,40	5.162,00	0,20
01/01/2017	31/01/2017	3.252,80	16.264,00	1.439,80	7.199,00	0,20
02/01/2017	28/02/2017	2.515,80	12.579,00	971,20	4.856,00	0,20
03/01/2017	31/03/2017	2.177,60	10.888,00	779,00	3.895,00	0,20
04/01/2017	30/04/2017	1.432,60	7.163,00	532,80	2.664,00	0,20
05/01/2017	31/05/2017	1.475,00	7.375,00	468,20	2.341,00	0,20
06/01/2017	30/06/2017	1.994,80	9.974,00	601,80	3.009,00	0,20
07/01/2017	31/07/2017	2.215,20	11.076,00	665,20	3.326,00	0,20
08/01/2017	31/08/2017	2.050,80	10.254,00	651,80	3.259,00	0,20
09/01/2017	30/09/2017	1.216,80	6.084,00	364,00	1.820,00	0,20

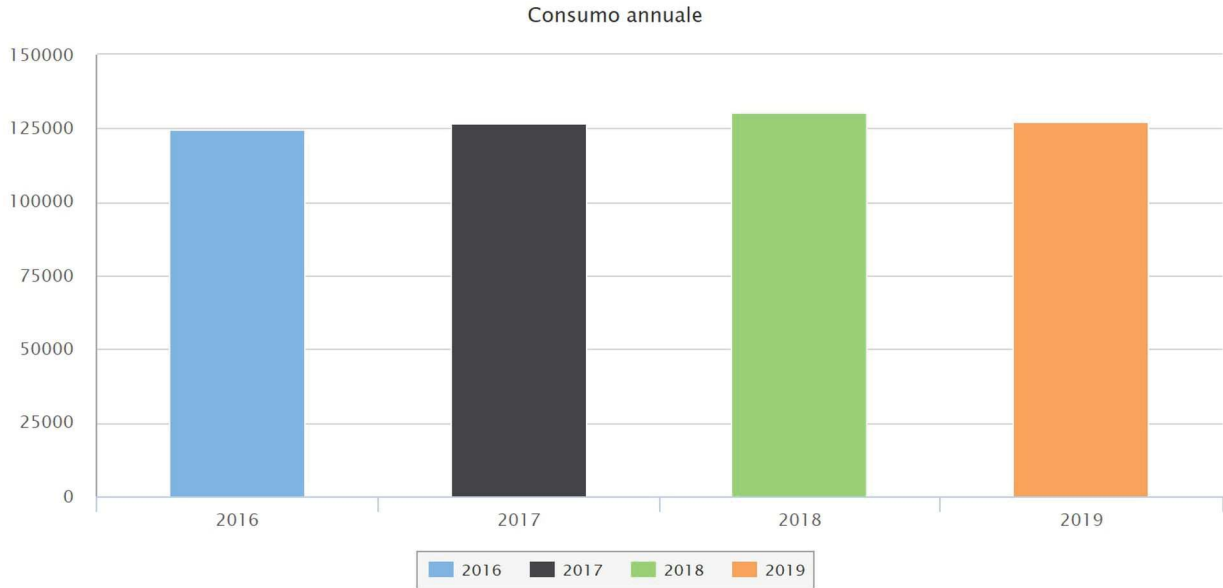
## Diagnosi energetica

10/01/2017	31/10/2017	1.517,40	7.587,00	437,40	2.187,00	0,20
11/01/2017	30/11/2017	2.603,20	13.016,00	871,40	4.357,00	0,20
12/01/2017	31/12/2017	2.901,40	14.507,00	1.306,80	6.534,00	0,20
01/01/2018	31/01/2018	2.847,20	14.236,00	1.040,40	5.202,00	0,20
02/01/2018	28/02/2018	3.138,80	15.694,00	1.251,40	6.257,00	0,20
03/01/2018	31/03/2018	2.875,40	14.377,00	1.141,80	5.709,00	0,20
04/01/2018	30/04/2018	1.628,20	8.141,00	565,60	2.828,00	0,20
05/01/2018	31/05/2018	1.505,00	7.525,00	421,40	2.107,00	0,20
06/01/2018	30/06/2018	1.483,40	7.417,00	402,00	2.010,00	0,20
07/01/2018	31/07/2018	2.357,00	11.789,00	625,00	3.129,00	0,20
08/01/2018	31/08/2018	2.003,60	10.018,00	620,20	3.101,00	0,20
09/01/2018	30/09/2018	1.426,60	4.990,11	428,60	0,11	0,37
10/01/2018	31/10/2018	1.596,60	7.983,00	419,80	2.099,00	0,20
11/01/2018	30/11/2018	2.351,40	11.757,00	713,20	3.566,00	0,20
12/01/2018	31/12/2018	3.298,20	16.491,00	1.278,80	6.394,00	0,20
01/01/2019	31/01/2019	3.297,60	16.491,00	1.278,20	6.394,00	0,20
02/01/2019	28/02/2019	2.643,20	13.216,00	995,80	4.979,00	0,20
03/01/2019	31/03/2019	2.511,00	12.555,00	943,40	4.717,00	0,20
04/01/2019	30/04/2019	1.920,60	9.603,00	672,40	3.362,00	0,20
05/01/2019	31/05/2019	1.758,80	8.794,00	441,20	2.206,00	0,20
06/01/2019	30/06/2019	1.872,20	9.361,00	524,80	2.624,00	0,20
07/01/2019	31/07/2019	2.597,80	12.989,00	513,40	2.567,00	0,20
08/01/2019	31/08/2019	1.729,80	8.649,00	478,80	2.394,00	0,20
09/01/2019	30/09/2019	1.562,60	7.813,00	427,20	2.136,00	0,20
10/01/2019	31/10/2019	1.532,20	5.410,11	450,20	0,11	0,37
11/01/2019	30/11/2019	2.176,40	10.882,00	641,00	3.205,00	0,20
12/01/2019	31/12/2019	2.306,00	11.530,00	721,20	3.606,00	0,20

**Dettaglio dei consumi registrati per servizio.**



**Dettaglio dei consumi annuali**



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2016	kWh	124.576,00
2017	kWh	126.767,00
2018	kWh	130.418,11
2019	kWh	127.293,11

## Diagnosi energetica

Vettore energetico: Metano

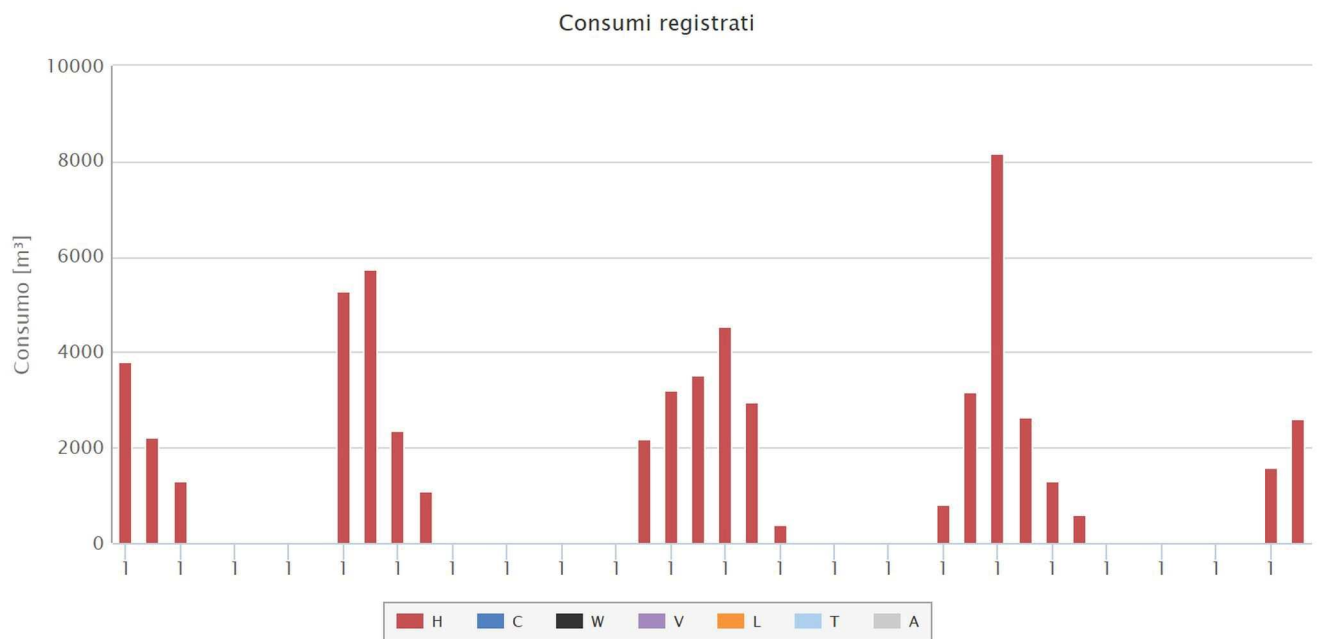
Potere calorifico: 9,45 kWh/m<sup>3</sup>

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo m <sup>3</sup>	Unitario €/m <sup>3</sup>
01/01/2016	31/01/2016	3.398,02	3.818,00	0,89
01/02/2016	28/02/2016	1.973,13	2.217,00	0,89
01/03/2016	31/03/2016	1.161,45	1.305,00	0,89
01/04/2016	30/04/2016	5,34	6,00	0,89
01/05/2016	31/05/2016	0,89	1,00	0,89
01/06/2016	30/06/2016	0,00	0,00	0,00
01/07/2016	31/07/2016	9,79	11,00	0,89
01/08/2016	31/08/2016	0,00	0,00	0,00
01/09/2016	30/09/2016	0,00	0,00	0,00
01/10/2016	31/10/2016	0,89	1,00	0,89
01/11/2016	30/11/2016	8,01	9,00	0,89
01/12/2016	31/12/2016	4.707,21	5.289,00	0,89
01/01/2017	31/01/2017	5.108,00	5.740,00	0,89
01/02/2017	28/02/2017	2.112,86	2.374,00	0,89
01/03/2017	31/03/2017	965,65	1.085,00	0,89
01/04/2017	30/04/2017	32,04	36,00	0,89
01/05/2017	31/05/2017	4,45	5,00	0,89
01/06/2017	30/06/2017	19,58	22,00	0,89
01/07/2017	31/07/2017	10,68	12,00	0,89
01/08/2017	31/08/2017	11,57	13,00	0,89
01/09/2017	30/09/2017	10,68	12,00	0,89
01/10/2017	31/10/2017	12,46	14,00	0,89
01/11/2017	30/11/2017	1.939,31	2.179,00	0,89
01/12/2017	31/12/2017	2.856,90	3.210,00	0,89
01/01/2018	31/01/2018	3.118,56	3.504,00	0,89
01/02/2018	28/02/2018	4.055,74	4.557,00	0,89
01/03/2018	31/03/2018	2.647,75	2.975,00	0,89
01/04/2018	30/04/2018	343,54	386,00	0,89
01/05/2018	31/05/2018	10,68	12,00	0,89
01/06/2018	30/06/2018	8,90	10,00	0,89
01/07/2018	31/07/2018	8,90	10,00	0,89
01/08/2018	31/08/2018	3,56	4,00	0,89
01/09/2018	30/09/2018	0,00	0,00	0,00
01/10/2018	31/10/2018	16,91	19,00	0,89
01/11/2018	30/11/2018	720,01	809,00	0,89
01/12/2018	31/12/2018	2.818,63	3.167,00	0,89
01/01/2019	31/01/2019	7.274,86	8.174,00	0,89
01/02/2019	28/02/2019	2.346,93	2.637,00	0,89
01/03/2019	31/03/2019	1.165,01	1.309,00	0,89

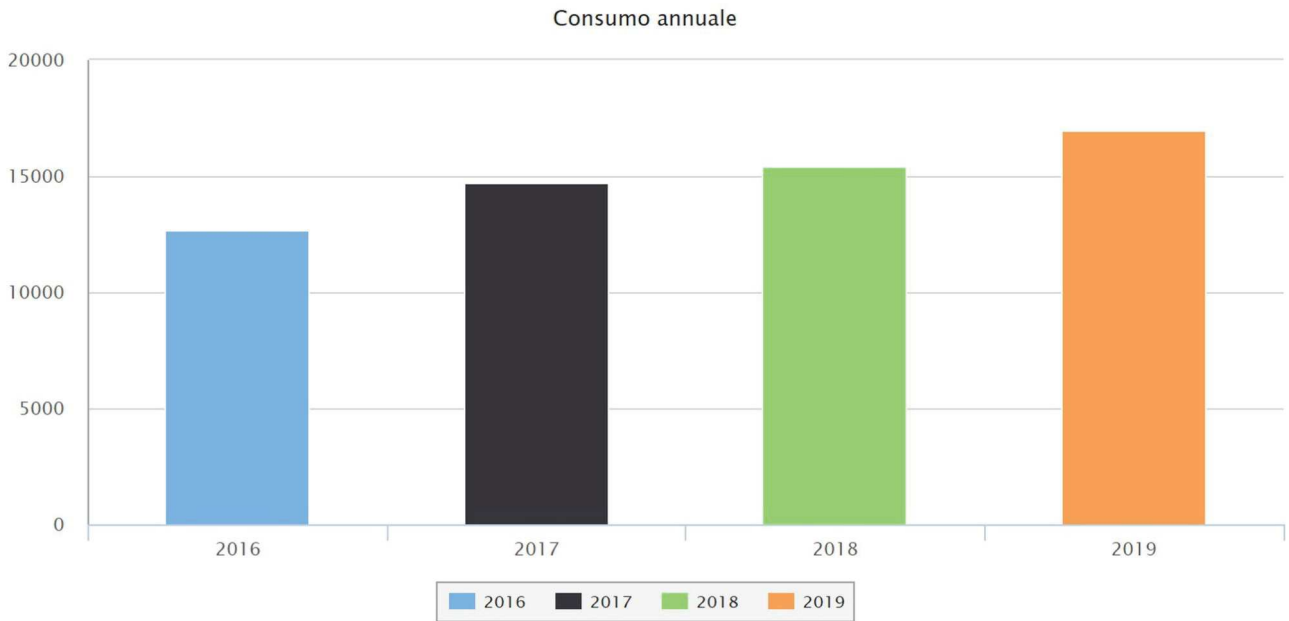
## Diagnosi energetica

01/04/2019	30/04/2019	544,68	612,00	0,89
01/05/2019	31/05/2019	12,46	14,00	0,89
01/06/2019	30/06/2019	8,01	9,00	0,89
01/07/2019	31/07/2019	2,67	3,00	0,89
01/08/2019	31/08/2019	3,56	4,00	0,89
01/09/2019	30/09/2019	0,89	1,00	0,89
01/10/2019	31/10/2019	8,01	9,00	0,89
01/11/2019	30/11/2019	1.396,41	1.569,00	0,89
01/12/2019	31/12/2019	2.332,69	2.621,00	0,89

### Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



**Dettaglio dei consumi annuali**



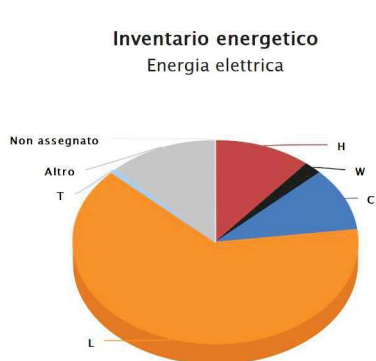
Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2016	m³	12.657,00
2017	m³	14.702,00
2018	m³	15.453,00
2019	m³	16.962,00

**5.2 INVENTARIO ENERGETICO**

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), sono ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), sono:

- climatizzazione invernale,
- climatizzazione estiva,
- produzione di ACS,
- illuminazione,
- ascensori

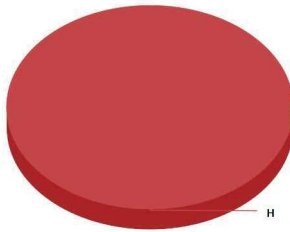
Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



## Diagnosi energetica

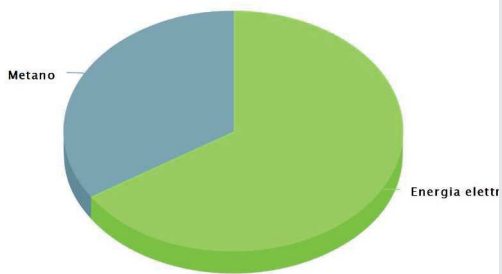
Energia elettrica	U.M.	Consumo
<b>H</b>	<b>kWh</b>	<b>55.995,96</b>
<b>W</b>	<b>kWh</b>	<b>10.181,08</b>
<b>C</b>	<b>kWh</b>	<b>50.905,42</b>
<b>L</b>	<b>kWh</b>	<b>325.794,70</b>
<b>T</b>	<b>kWh</b>	<b>4.072,43</b>
<b>Altro</b>	<b>kWh</b>	<b>62.104,61</b>

Inventario energetico  
Metano



Metano	U.M.	Consumo
<b>H</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>59.774,00</b>

Costi



Vettore	U.M.	Costo
<b>Energia elettrica</b>	<b>€</b>	<b>102.688,20</b>
<b>Metano</b>	<b>€</b>	<b>53.198,27</b>



## 6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

I dati climatici sono calcolati tenendo conto della località in esame (Prato).

La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi.

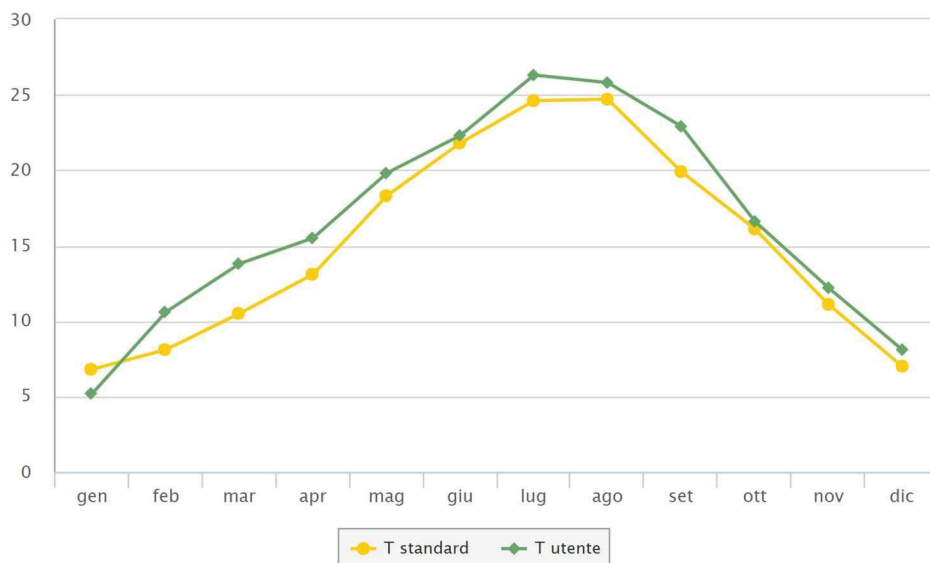
Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, si tiene conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento.

### 6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	6,80	5,20
Febbraio	8,10	10,60
Marzo	10,50	13,80
Aprile	13,10	15,50
Maggio	18,30	19,80
Giugno	21,80	22,30
Luglio	24,60	26,30
Agosto	24,70	25,80
Settembre	19,90	22,90
Ottobre	16,10	16,60
Novembre	11,10	12,20
Dicembre	7,00	8,10

Temperatura esterna media mensile [°C]



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

## 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nella tabella è indicato per ogni mese, il numero di giorni effettivo di funzionamento della centrale termica e sugli impianti di raffrescamento. Il numero di giorni incide sui consumi del gas metano e elettrici. Per ogni mese si è inoltre specificato le ore di attivazione degli impianti.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	24	20	24	10	0	0	0	0	0	0	24	21
Ore/giorno	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	8	8

## 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Q<sub>hve</sub>) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo in condizioni Tailored dei viene implementato il profilo d'uso reale calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

### Piano T centralizzato

Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

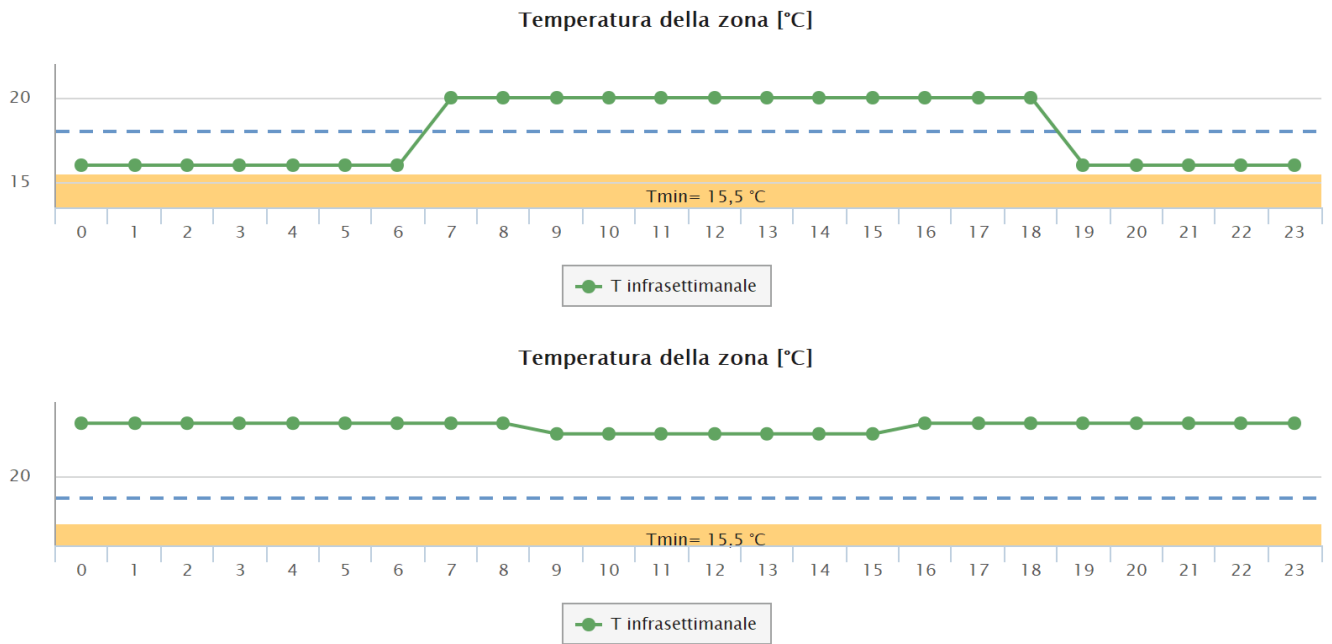
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Q <sub>h</sub> ,W [kWh]
0,10	6.175,76	537,60

## Diagnosi energetica

### Grafico della temperatura interna



## Palazzo Benassai Uffici PT staccati

### Temperatura interna della zona riscaldata

#### Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

#### Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

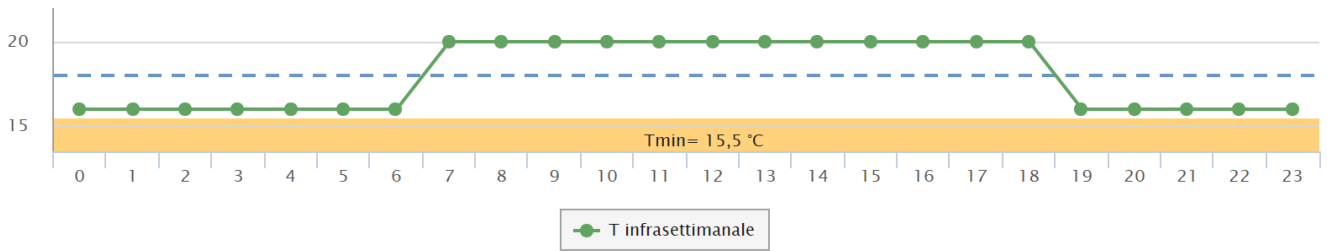
#### Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
<b>0,10</b>	<b>895,59</b>	<b>134,40</b>

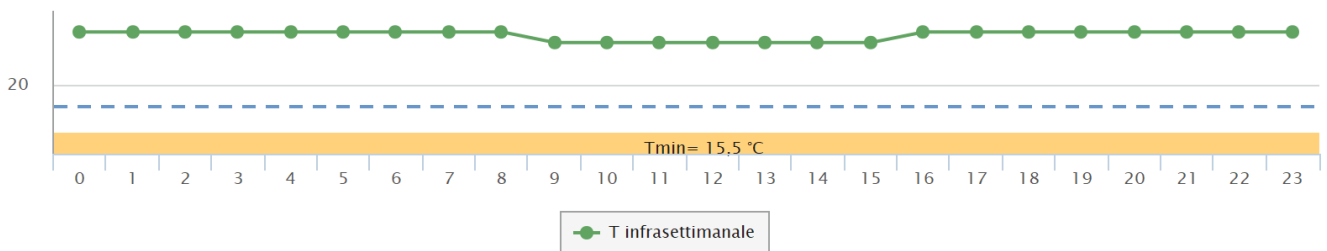
### Grafico della temperatura interna

## Diagnosi energetica

Temperatura della zona [°C]



Temperatura della zona [°C]



## Piano terzo

Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
T	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

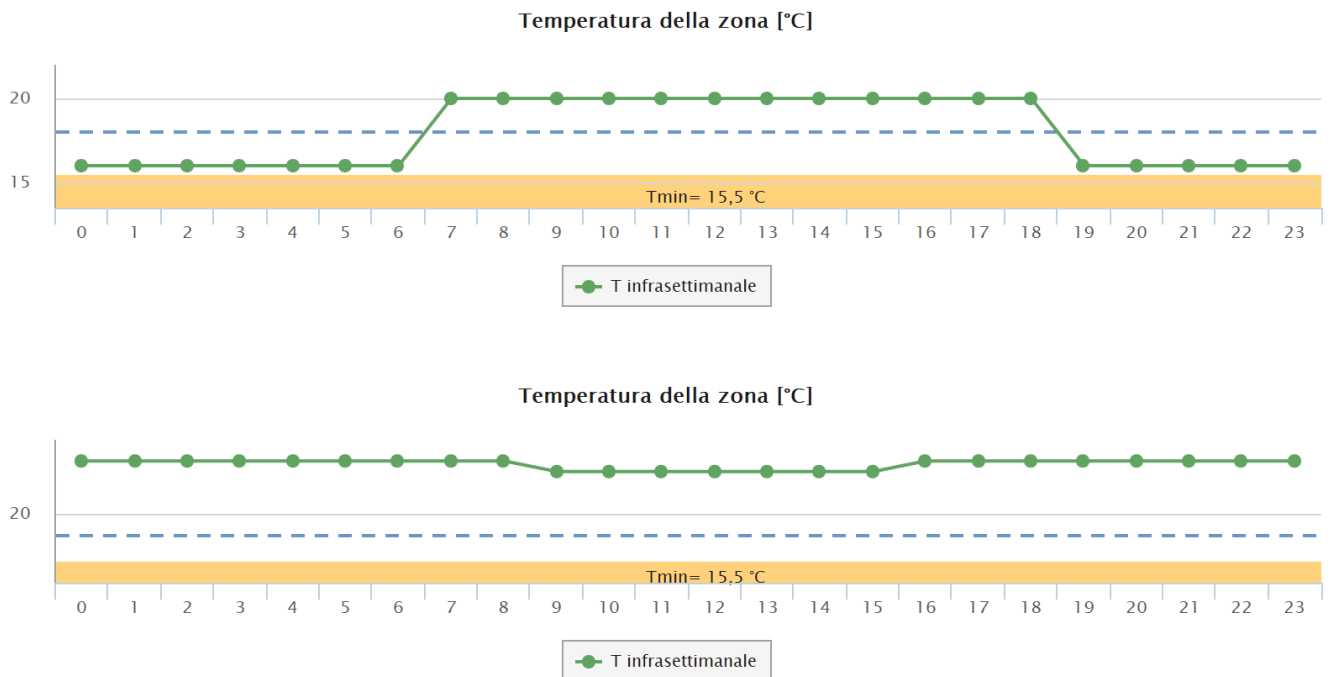
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
0,10	1.532,54	100,00

## Diagnosi energetica

### Grafico della temperatura interna



## PT BENASSAI con PDC

### Temperatura interna della zona riscaldata

#### Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

#### Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

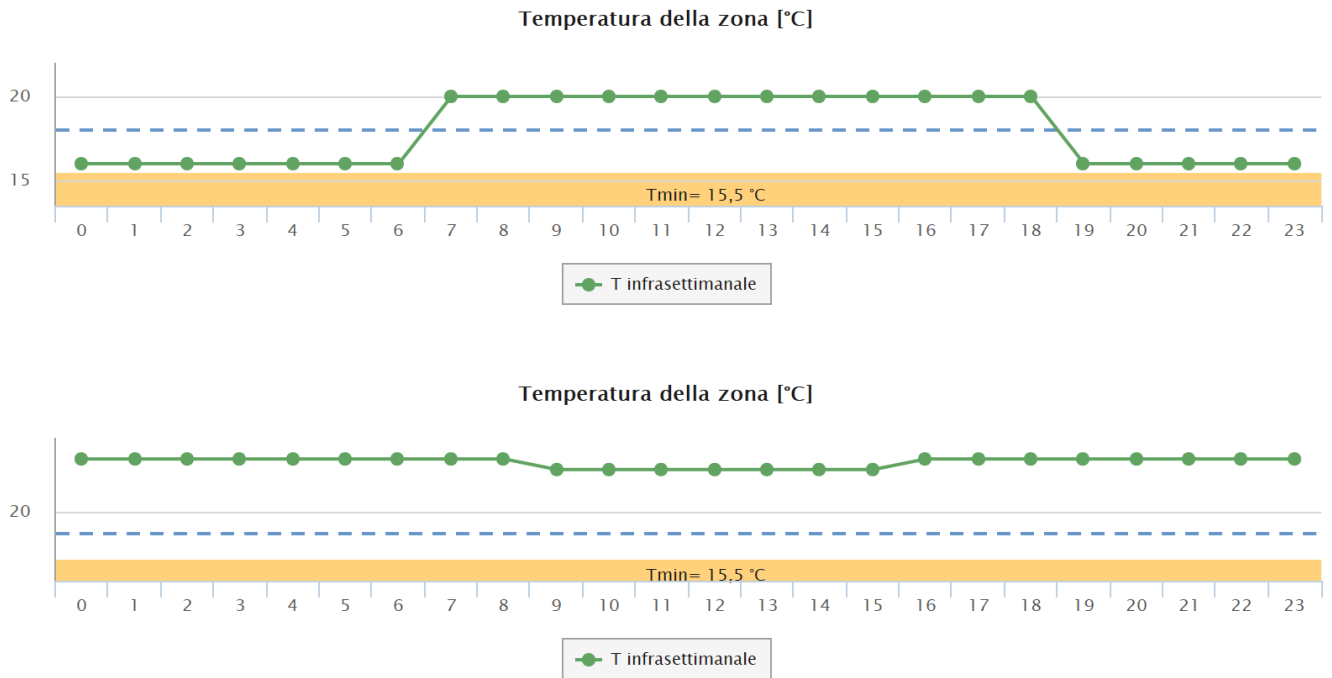
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

#### Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
<b>0,10</b>	<b>981,00</b>	<b>300,00</b>

## Diagnosi energetica

### Grafico della temperatura interna



## P1 BENASSAI centralizzato e PDC

### Temperatura interna della zona riscaldata

#### Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

#### Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

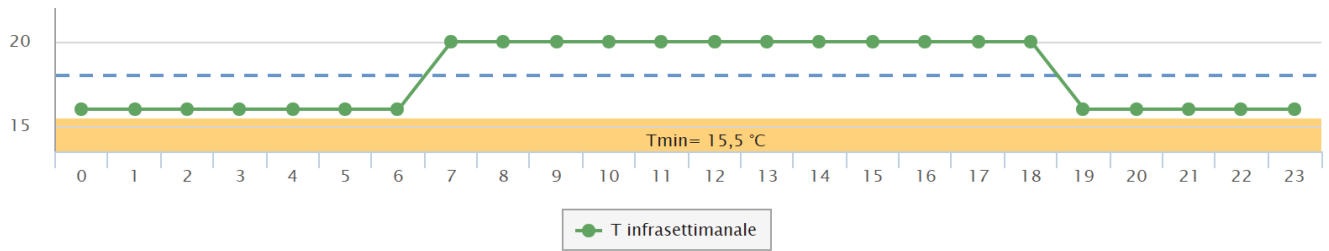
#### Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
<b>0,10</b>	<b>2.901,41</b>	<b>400,00</b>

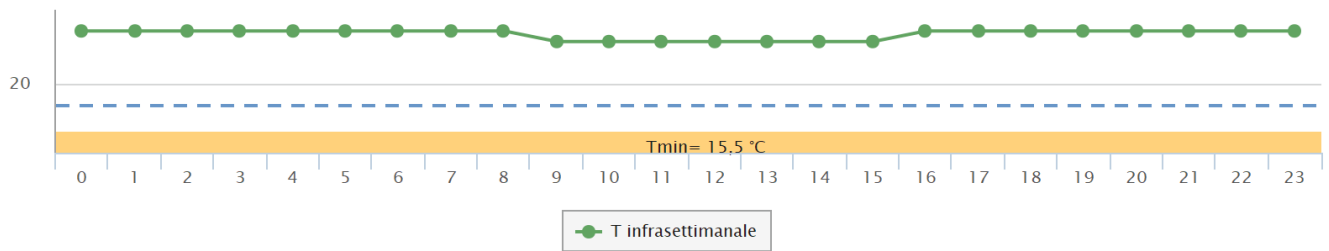
### Grafico della temperatura interna

## Diagnosi energetica

Temperatura della zona [°C]



Temperatura della zona [°C]



## Piano 2 centralizzato

Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

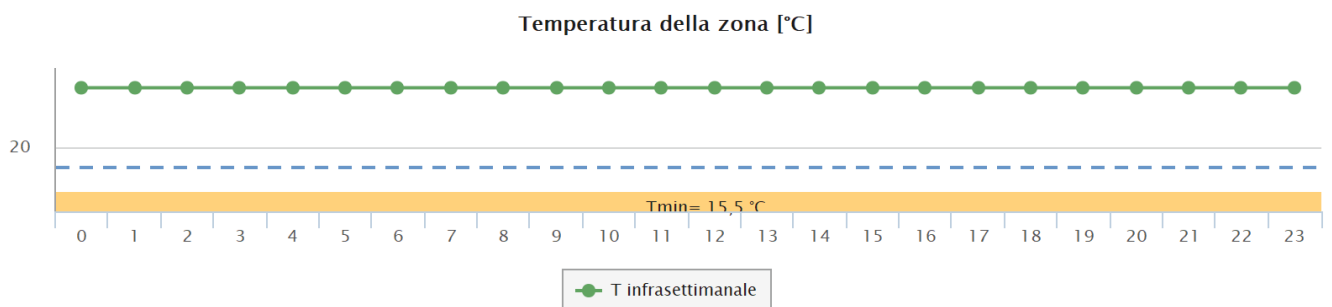
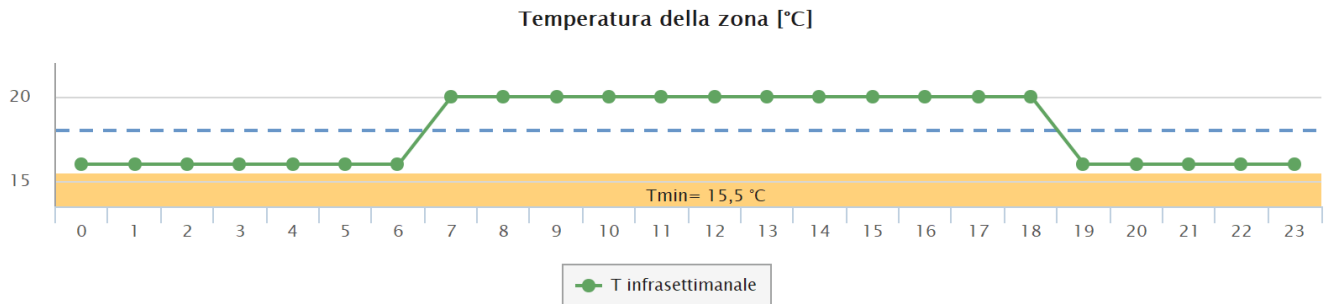
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
<b>0,30</b>	<b>5.815,76</b>	<b>268,80</b>

## Diagnosi energetica

### Grafico della temperatura interna



## Piano 2 con PDC

### Temperatura interna della zona riscaldata

#### Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

#### Profilo principale raff

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
T	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

Temperatura media pesata: 18,0°C

Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata da profilo di temperature giornaliero

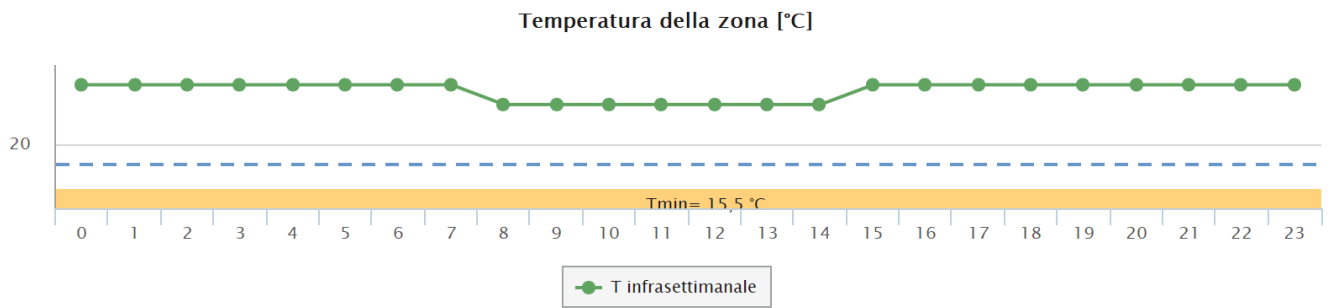
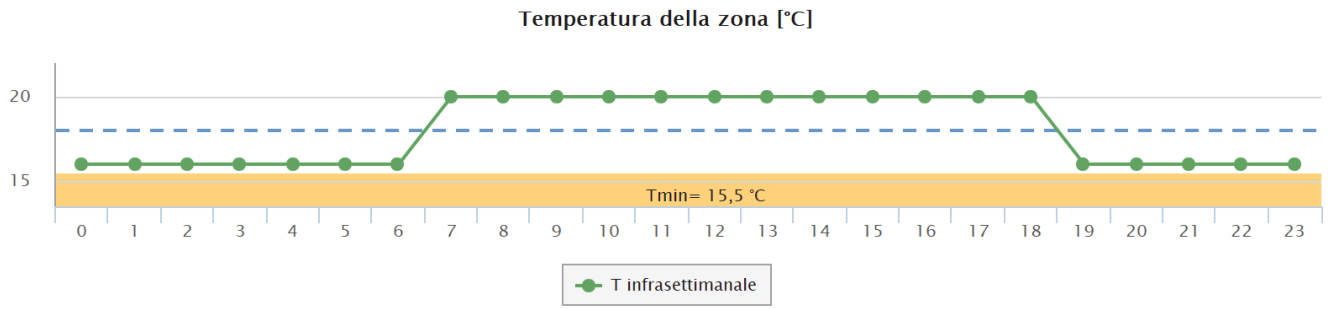
#### Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
<b>0,30</b>	<b>1.555,47</b>	<b>268,80</b>



# Diagnosi energetica

## Grafico della temperatura interna



## 7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

---

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi si conoscono:

- le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, si riferisce alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Consideriamo lo scostamento tra i consumi operativi  $C_o$  e i consumi effettivi  $C_e$  al massimo del +/- 5%.

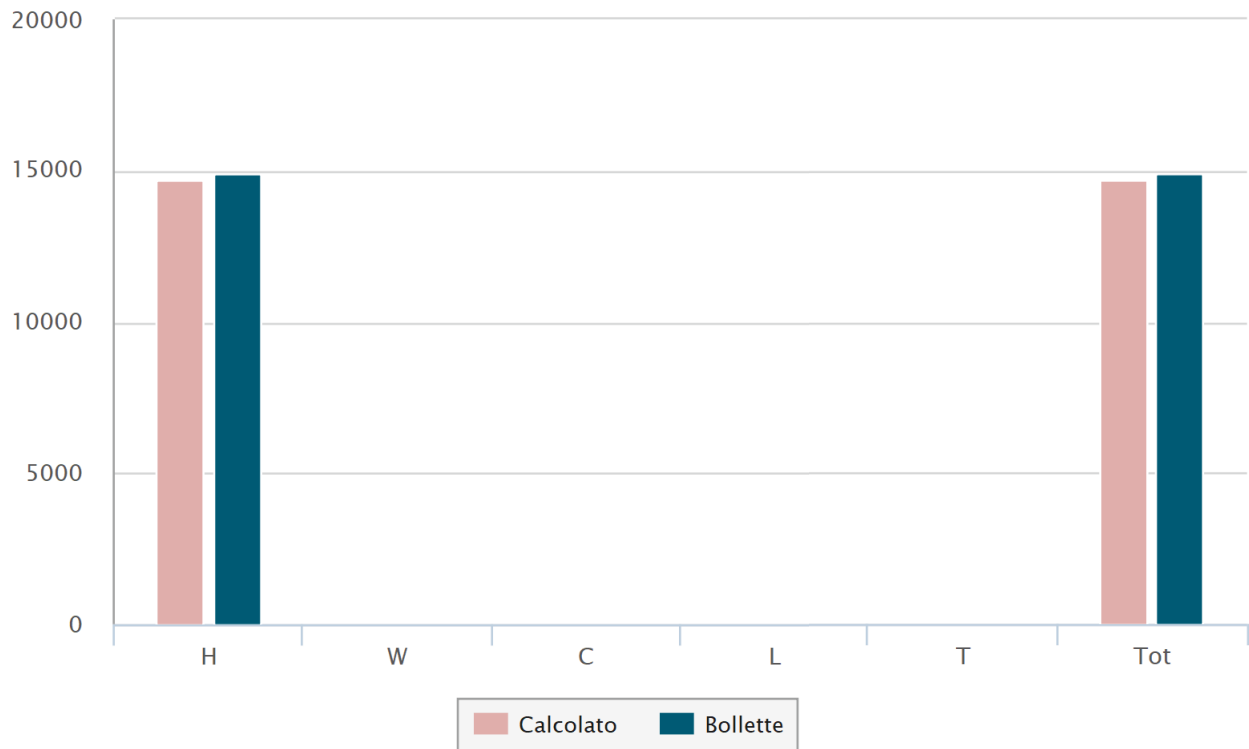
$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Si è potuto verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto con i fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta che rientrano nel +/- 5%.; pertanto il modello risulta validato e costituisce la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

## Diagnosi energetica

Gas naturale	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
<b>Consumo H</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>14 702,94</b>	<b>14 943,50</b>	<b>-1,61 %</b>
<b>Consumo W</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>18,42</b>	<b>0,00</b>	<b>-</b>
<b>Consumo</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>14 721,36</b>	<b>14 943,50</b>	<b>-1,49 %</b>
<b>Costo</b>	<b>€</b>	<b>13 102,01</b>	<b>13 299,57</b>	<b>-</b>

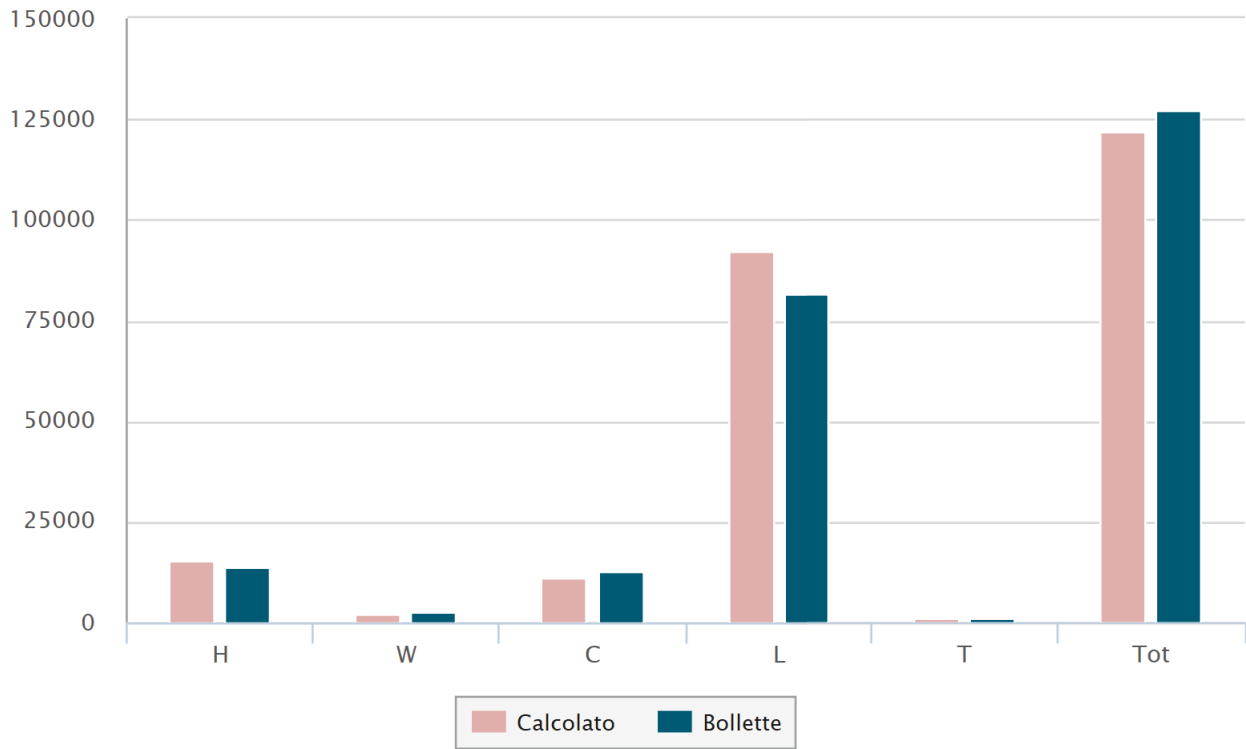
### Gas naturale



## Diagnosi energetica

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
<b>Consumo H</b>	<b>kWh</b>	<b>15 145,99</b>	<b>13 998,99</b>	<b>8,19 %</b>
<b>Consumo W</b>	<b>kWh</b>	<b>2 139,81</b>	<b>2 545,27</b>	<b>-15,93 %</b>
<b>Consumo C</b>	<b>kWh</b>	<b>11 334,82</b>	<b>12 726,36</b>	<b>-10,93 %</b>
<b>Consumo L</b>	<b>kWh</b>	<b>92 322,34</b>	<b>81 448,68</b>	<b>13,35 %</b>
<b>Consumo T</b>	<b>kWh</b>	<b>1 074,64</b>	<b>1 018,11</b>	<b>5,55 %</b>
<b>Consumo</b>	<b>kWh</b>	<b>122 017,59</b>	<b>127 263,56</b>	<b>-4,12 %</b>
<b>Costo</b>	<b>€</b>	<b>24 403,52</b>	<b>25 672,05</b>	<b>-</b>

## Energia elettrica



## 8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Intervento complessivo

### 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

### 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO COMPLESSIVO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario dell'intervento complessivo tenendo conto delle influenze reciproche dei seguenti interventi parziali:

- sostituzione infissi;
- impianto domotico;
- sostituzione tende altopan e persiane

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Intervento complessivo	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [kWh]</b>	<b>122 017,6</b>	<b>117 792,4</b>	<b>4 225,2</b>	<b>3,5</b>
<b>Gas naturale [m<sup>3</sup>]</b>	<b>14 721,4</b>	<b>11 063,4</b>	<b>3 658,0</b>	<b>24,8</b>

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Intervento complessivo	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [€]</b>	<b>24 403,5</b>	<b>23 558,5</b>	<b>845,0</b>	<b>3,5</b>
<b>Gas naturale [€]</b>	<b>13 102,0</b>	<b>9 846,4</b>	<b>3 255,6</b>	<b>24,8</b>
<b>Costo complessivo [€]</b>	<b>37 505,5</b>	<b>33 404,9</b>	<b>4 100,6</b>	<b>10,9</b>

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	609 766,3
Risparmio economico	€/Anno	4 100,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	148,7
Risparmio CO2	kg/m <sup>2</sup>	3,3

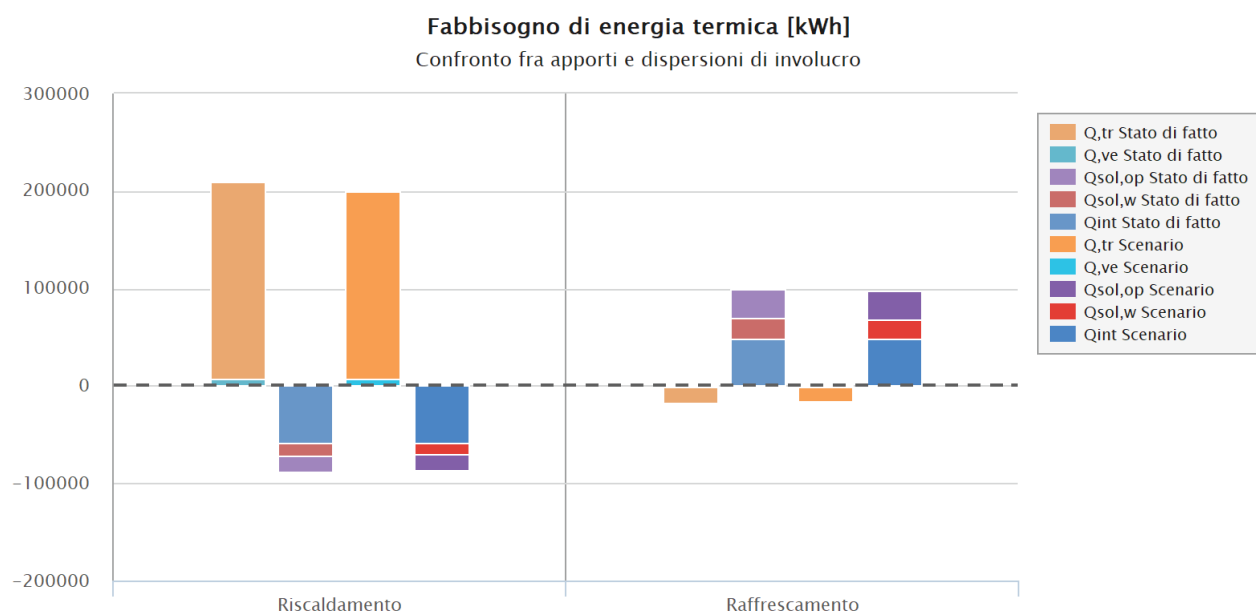
Tempo di ritorno - da 0 a più di 30 anni



### 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

#### Fabbisogno di energia termica

#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento



#### Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	202 810,5	191 740,8	11 069,7	5,5	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	7 185,9	7 192,9	-7,0	-0,1	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	15 848,1	15 848,1	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	13 376,6	11 521,4	1 855,2	13,9	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	58 619,4	58 619,4	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	143 660,7	134 336,9	9 323,8	6,5	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

#### Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 083,5	15 631,0	1 452,5	8,5	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	746,5	806,8	-60,3	-8,1	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	28 333,9	28 780,3	-446,4	-1,6	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	22 327,8	19 457,1	2 870,7	12,9	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	47 945,1	48 737,7	-792,6	-1,7	Apporti interni in raffrescamento

## Diagnosi energetica

QC,nd	kWh	<b>55 335,7</b>	<b>54 632,5</b>	<b>703,2</b>	<b>1,3</b>	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento
-------	-----	-----------------	-----------------	--------------	------------	---

### Fabbisogni di energia termica per ACS

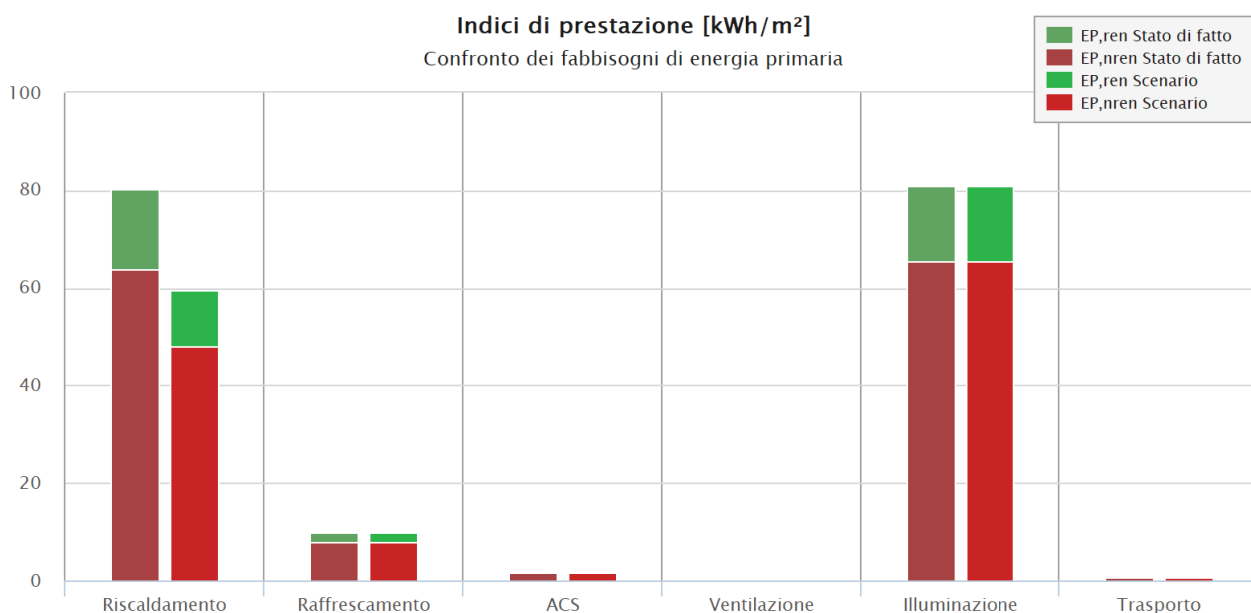
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>2 009,6</b>	<b>2 009,6</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>52,1</b>	<b>48,7</b>	<b>3,4</b>	<b>6,5</b>	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>20,1</b>	<b>19,8</b>	<b>0,3</b>	<b>1,5</b>	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>16,5</b>	<b>11,8</b>	<b>-4,7</b>	<b>-28,5</b>	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,6</b>	<b>47,4</b>	<b>16,2</b>	<b>25,5</b>	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>80,1</b>	<b>59,2</b>	<b>20,9</b>	<b>26,1</b>	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	<b>0,819</b>	<b>1,027</b>	<b>0,208</b>	<b>25,4</b>	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	<b>20,6</b>	<b>19,9</b>	<b>-0,7</b>	<b>-3,4</b>	Quota rinnovabile per riscaldamento

## Diagnosi energetica

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	10,0	-0,1	-1,0	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	1,499	1,461	-0,038	-2,5	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,4	0,4	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,6	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,461	0,461	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	18,8	18,8	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	15,7	15,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	65,3	65,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	81,0	81,0	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	0,8	0,8	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	34,7	30,0	-4,7	-13,5	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	139,2	123,0	16,2	11,6	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	173,9	153,0	20,9	12,0	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	20,4	19,8	-0,6	-2,9	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	85,3	85,6	-0,3	-0,4	Indice di prestazione non rinnovabile



### 8.1b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_i + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f\tau}(j) \right] (\text{€})$$

$\tau$  è periodo di calcolo

CI è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$  è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f\tau}(j)$  è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[ \frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$  è il costo iniziale del componente

RP è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$  è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$  è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e RR il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e Ri è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

potesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% Ri
Durata del calcolo	30	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
<b>Costo dell'intervento</b>	609 766,34	1	No	609 766,34	-
<b>Incentivo Regione Toscana + Conto Termico</b>	-609 766,34	1	No	-609 766,34	-
<b>Totale</b>				<b>0,00</b>	-

## Diagnosi energetica

Si porta in evidenza la stima dei seguenti costi:

- smaltimento infissi a fine vita (30 anni);
- smaltimento tende fine vita (15 anni);
- smaltimento impianto domotico fine vita (15 anni);
- sostituzione tende fine vita (15 anni);
- sostituzione impianto domotico fine vita (15 anni);
- manutenzione complessiva sugli infissi, componenti impianto domotico e tende (ogni anno);

In seguito le tabelle riepilogative:

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Smaltimento infissi	0.00	0.00	9 000,00	9 000,00
Totale				9 000,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Smaltimento infissi		30	9 000,00	0,416	3 740,10
Totale					3 740,10

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Manutenzione infissi	1 000,00	30	19,676	26 520,16
Manutenzione tende	77,00	30	19,676	2 042,05
Manutenzione domotica	100,00	30	19,676	2 652,02
Totale				31 214,22

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	-3 255,63	30	19,676	-155 484,34
Risparmio Energia elettrica	-845,04	30	19,676	-40 357,93
Totale				-195 842,27

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Smaltimento tende	600,00	15	0,645	449,05
Sostituzione tende	1.900,00	15	0,645	1.421,98
Smaltimento componenti impianto domotico	975,00	15	0,645	729,70
Sostituzione componenti impianto domotico	4.500,00	15	0,645	3.367,86
Smaltimento tende	600,00	30	0,416	336,07
Sostituzione tende	1.900,00	30	0,416	1.064,23
Smaltimento componenti impianto domotico	975,00	30	0,416	546,12
Sostituzione componenti impianto domotico	4.500,00	30	0,416	2.520,55
Totale				10.435,56

## Principali risultati

### Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

La simulazione tiene conto di poter disporre inizialmente di tutto l'incentivo erogato dalla Regione Toscana e dal Conto Termico

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	30	609 766,34	0,00	0,00	0,00
Incentivo Regione Toscana + Conto Termico	30	-609 766,34	0,00	0,00	0,00
Totale					0,00

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-150 452,38
--	-------------

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-150 452,38
-------------------------------	-------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	30	0,051	-7 646,53

### Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	0,00
Indice di Profitto	-	1,127
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	0,0
Costo globale	€	-150 452,38
Incentivo	€	0,00



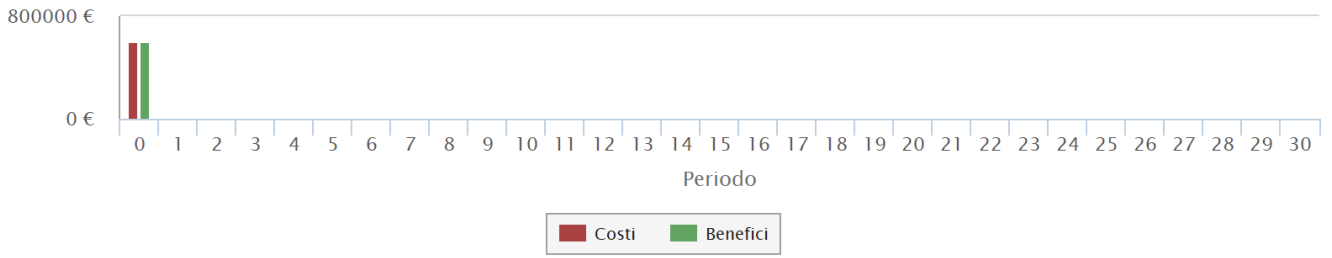
## Diagnosi energetica

### Andamento annuale

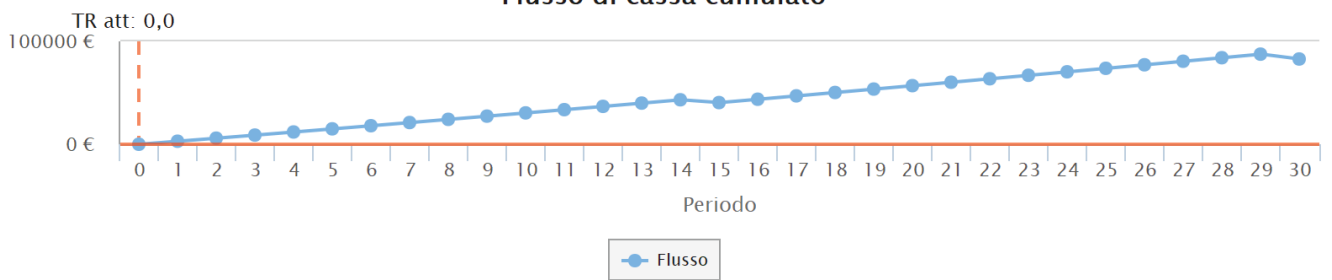
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	609 766,34	1 154,48	1 132,39	1 110,72	1 089,47
Benefici	609 766,34	4 101,85	4 103,04	4 104,22	4 105,40
Flussi di cassa	0,01	2 947,37	2 970,65	2 993,50	3 015,94
Flusso di cassa cumulato	0,01	2 947,38	5 918,03	8 911,53	11 927,46
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	1 068,62	1 048,17	1 028,12	1 008,44	989,15
Benefici	4 106,59	4 107,77	4 108,96	4 110,14	4 111,33
Flussi di cassa	3 037,97	3 059,60	3 080,84	3 101,70	3 122,18
Flusso di cassa cumulato	14 965,43	18 025,03	21 105,87	24 207,57	27 329,75
	Anno 10	Anno 11	Anno 12	Anno 13	Anno 14
Costi	970,22	951,66	933,45	915,59	898,07
Benefici	4 112,51	4 113,70	4 114,89	4 116,07	4 117,26
Flussi di cassa	3 142,29	3 162,04	3 181,44	3 200,49	3 219,20
Flusso di cassa cumulato	30 472,04	33 634,09	36 815,53	40 016,02	43 235,21
	Anno 15	Anno 16	Anno 17	Anno 18	Anno 19
Costi	6 849,47	864,03	847,49	831,28	815,37
Benefici	4 118,45	4 119,64	4 120,83	4 122,01	4 123,20
Flussi di cassa	-2 731,02	3 255,61	3 273,33	3 290,74	3 307,83
Flusso di cassa cumulato	40 504,19	43 759,80	47 033,13	50 323,87	53 631,70
	Anno 20	Anno 21	Anno 22	Anno 23	Anno 24
Costi	799,77	784,47	769,46	754,73	740,29
Benefici	4 124,39	4 125,58	4 126,77	4 127,96	4 129,15
Flussi di cassa	3 324,62	3 341,12	3 357,32	3 373,23	3 388,86
Flusso di cassa cumulato	56 956,33	60 297,44	63 654,76	67 027,99	70 416,85
	Anno 25	Anno 26	Anno 27	Anno 28	Anno 29
Costi	726,13	712,23	698,60	685,24	672,12
Benefici	4 130,34	4 131,54	4 132,73	4 133,92	4 135,11
Flussi di cassa	3 404,22	3 419,30	3 434,12	3 448,68	3 462,99
Flusso di cassa cumulato	73 821,07	77 240,38	80 674,50	84 123,19	87 586,18
	Anno 30	-	-	-	-
Costi	8 866,33	-	-	-	-
Benefici	4 136,31	-	-	-	-
Flussi di cassa	-4 730,03	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	82 856,15	-	-	-	-

## Rapporto costi/benefici

### Rapporto costi / benefici



### Flusso di cassa cumulato



## 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Sostituzione infissi

Sostituzione infissi in legno e vetro singolo con infissi in legno a vetro doppio con trasmittanze termiche nel rispetto dei limiti forniti dal conto termico.

### 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLO INTERVENTO

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

Rif.	Intervento
REN.2	Sostituzione degli infissi

### 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tendendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

##### Valutazione del Risparmio Energetico

Sostituzione infissi	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [kWh]</b>	<b>122 017,6</b>	<b>120 671,0</b>	<b>1 346,6</b>	<b>1,1</b>
<b>Gas naturale [m<sup>3</sup>]</b>	<b>14 721,4</b>	<b>13 999,3</b>	<b>722,1</b>	<b>4,9</b>

##### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Sostituzione infissi	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [€]</b>	<b>24 403,5</b>	<b>24 134,2</b>	<b>269,3</b>	<b>1,1</b>
<b>Gas naturale [€]</b>	<b>13 102,0</b>	<b>12 459,4</b>	<b>642,6</b>	<b>4,9</b>
<b>Costo complessivo [€]</b>	<b>37 505,5</b>	<b>36 593,6</b>	<b>911,9</b>	<b>2,4</b>

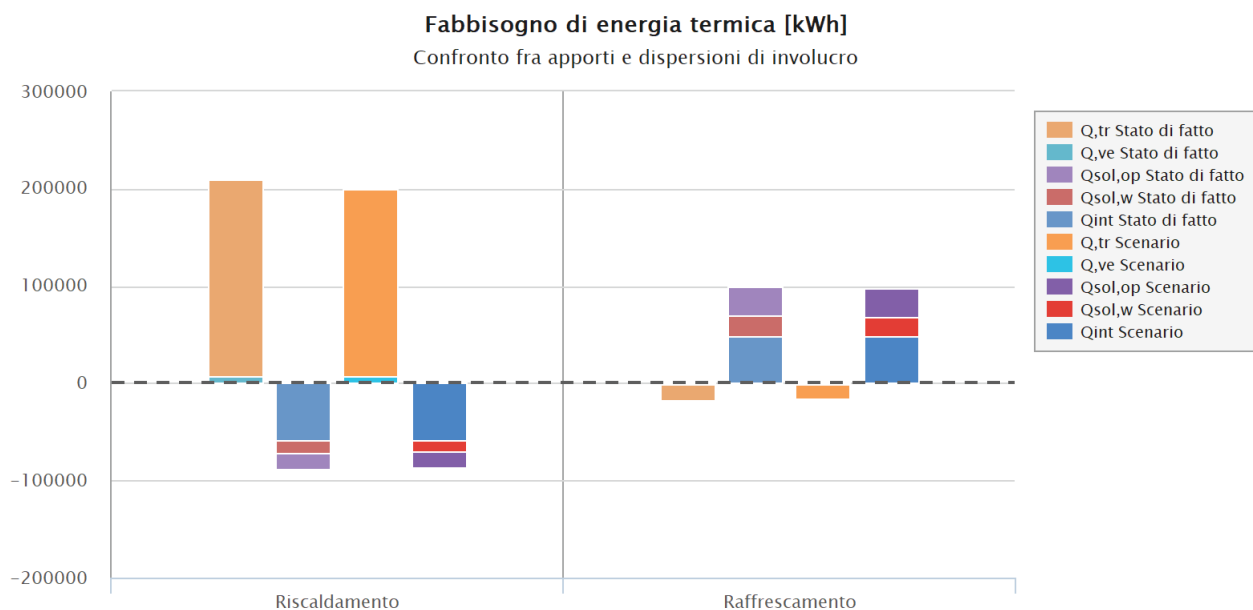
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	444 600,0
Risparmio economico	€/Anno	911,9
Tempo di ritorno semplice	Anni	487,5
Risparmio CO2	kg/m <sup>2</sup>	0,7

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



**DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA**

**Fabbisogno di energia termica**



**Fabbisogni di energia termica per riscaldamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	202 810,5	191 740,8	11 069,7	5,5	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	7 185,9	7 192,9	-7,0	-0,1	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	15 848,1	15 848,1	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	13 376,7	11 521,4	1 855,3	13,9	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	58 619,4	58 619,4	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	143 660,7	134 336,8	9 323,9	6,5	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

**Fabbisogni di energia termica per raffrescamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 083,5	15 631,0	1 452,5	8,5	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	746,5	806,8	-60,3	-8,1	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	28 333,9	28 780,3	-446,4	-1,6	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	22 327,8	19 457,1	2 870,7	12,9	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	47 945,1	48 737,7	-792,6	-1,7	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	55 335,7	54 632,5	703,2	1,3	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

## Diagnosi energetica

### Fabbisogni di energia termica per ACS

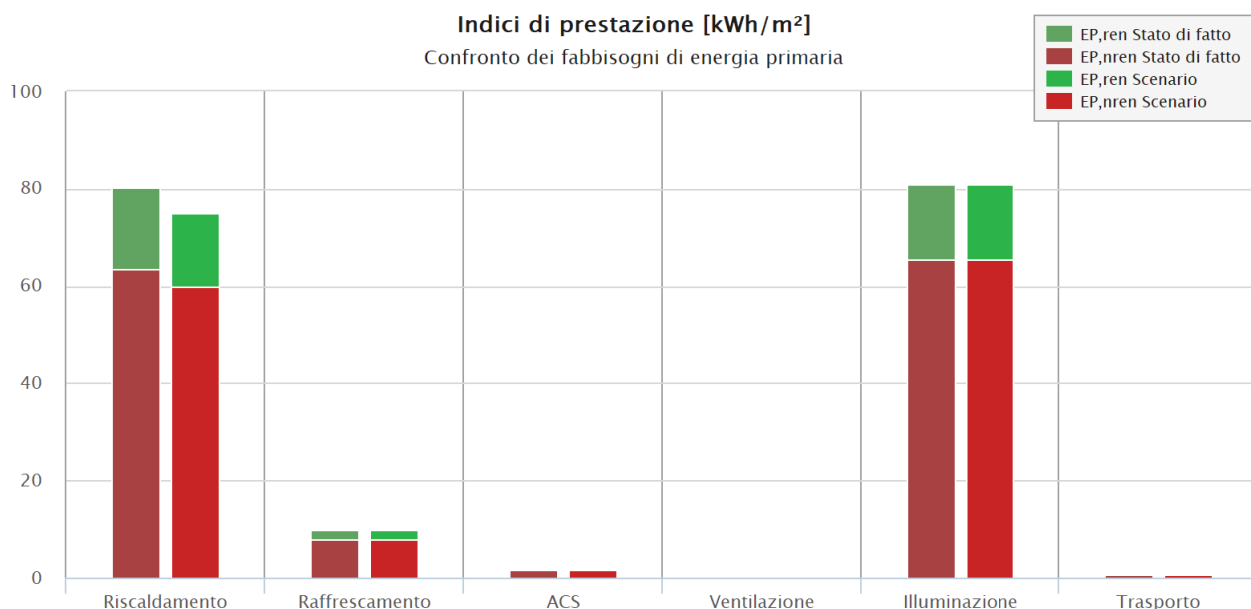
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>2 009,6</b>	<b>2 009,6</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>52,1</b>	<b>48,7</b>	<b>3,4</b>	<b>6,5</b>	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>20,1</b>	<b>19,8</b>	<b>0,3</b>	<b>1,5</b>	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>16,5</b>	<b>14,9</b>	<b>-1,6</b>	<b>-9,7</b>	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,6</b>	<b>60,0</b>	<b>3,6</b>	<b>5,7</b>	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>80,1</b>	<b>74,9</b>	<b>5,2</b>	<b>6,5</b>	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	<b>0,819</b>	<b>0,811</b>	<b>-0,008</b>	<b>-1,0</b>	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	<b>20,6</b>	<b>19,9</b>	<b>-0,7</b>	<b>-3,4</b>	Quota rinnovabile per riscaldamento



## Diagnosi energetica

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	10,0	-0,1	-1,0	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	1,499	1,461	-0,038	-2,5	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,4	0,4	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,6	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,461	0,461	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	18,8	18,8	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	15,7	15,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	65,3	65,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	81,0	81,0	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	0,8	0,8	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	34,7	33,1	-1,6	-4,6	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	139,2	135,6	3,6	2,6	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	173,9	168,8	5,1	2,9	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	20,4	19,8	-0,6	-2,9	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	85,3	85,6	-0,3	-0,4	Indice di prestazione non rinnovabile

### 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO – Sostituzione delle schermature mobili

Installazione di tende oscuranti esterne nell'altana dell'edificio al piano terzo e di persiane al piano primo e secondo.

#### 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLO INTERVENTO

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

Rif.	Intervento
REN.2	Sostituzione delle schermature mobili

#### 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

##### Valutazione del Risparmio Energetico

##### Valutazione del Risparmio Energetico

Sostituzione delle schermature mobili	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [kWh]</b>	<b>122 017,6</b>	<b>121 952,4</b>	<b>65,2</b>	<b>0,1</b>
<b>Gas naturale [m<sup>3</sup>]</b>	<b>14 721,4</b>	<b>14 721,4</b>	<b>0</b>	<b>-</b>

##### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Sostituzione delle schermature mobili	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [€]</b>	<b>24 403,5</b>	<b>24 390,5</b>	<b>13,0</b>	<b>0,1</b>
<b>Gas naturale [€]</b>	<b>13 102,0</b>	<b>13 102,0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
<b>Costo complessivo [€]</b>	<b>37 505,5</b>	<b>37 492,5</b>	<b>13,0</b>	<b>0,0</b>

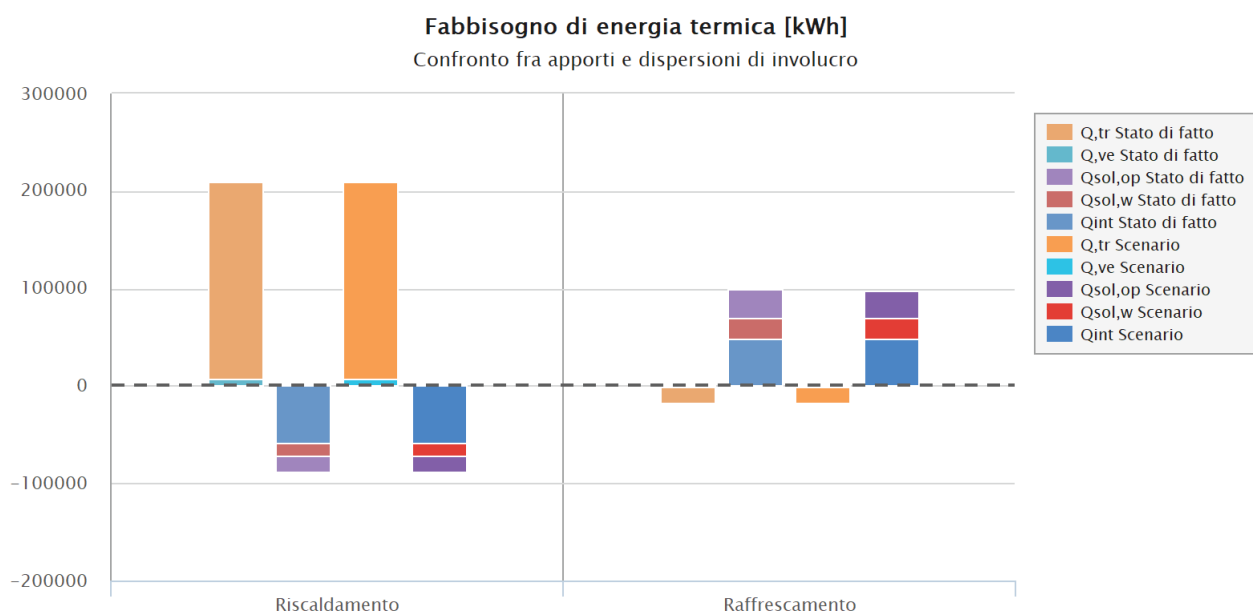
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	85 300,0
Risparmio economico	€/Anno	13,0
Tempo di ritorno semplice	Anni	6 542,9
Risparmio CO2	kg/m <sup>2</sup>	0,0

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



**DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA**

**Fabbisogno di energia termica**



**Fabbisogni di energia termica per riscaldamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	202 810,5	202 810,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	7 185,9	7 185,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	15 848,1	15 848,1	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	13 376,6	12 973,1	403,5	3,0	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	58 619,4	58 619,4	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	143 660,7	143 984,9	-324,2	-0,2	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

**Fabbisogni di energia termica per raffrescamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 083,5	17 519,9	-436,4	-2,6	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	746,5	751,3	-4,8	-0,6	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	28 333,9	28 155,8	178,1	0,6	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	22 327,8	21 241,9	1 085,9	4,9	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	47 945,1	47 798,0	147,1	0,3	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	55 335,7	53 986,3	1 349,4	2,4	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

## Diagnosi energetica

### Fabbisogni di energia termica per ACS

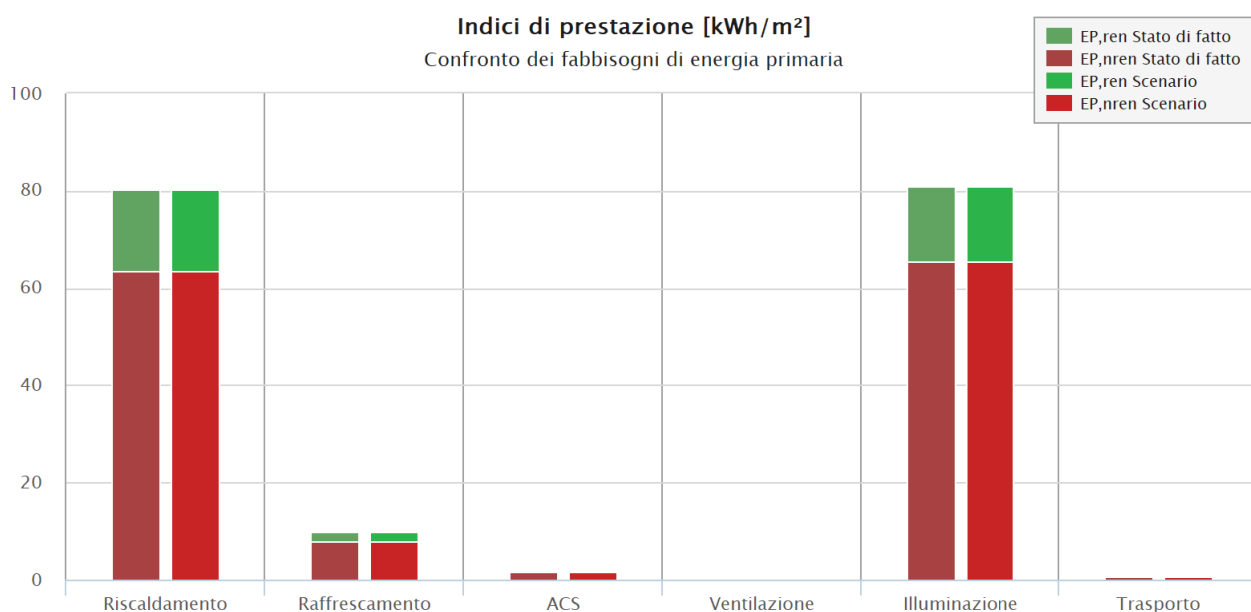
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>2 009,6</b>	<b>2 009,6</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>52,1</b>	<b>52,2</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>20,1</b>	<b>19,6</b>	<b>0,5</b>	<b>2,5</b>	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

### DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

#### Indici di prestazione



#### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>16,5</b>	<b>16,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,6</b>	<b>63,7</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>80,1</b>	<b>80,2</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	<b>0,819</b>	<b>0,820</b>	<b>0,001</b>	<b>0,1</b>	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	<b>20,6</b>	<b>20,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	Quota rinnovabile per riscaldamento

## Diagnosi energetica

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	8,0	7,9	0,1	1,2	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	9,9	9,8	0,1	1,0	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	1,499	1,458	-0,041	-2,7	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	19,4	19,4	0	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,4	0,4	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	1,6	1,6	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	1,9	1,9	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,461	0,461	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	18,8	18,8	0	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	15,7	15,7	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	65,3	65,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	81,0	81,0	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,2	0,2	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	0,8	0,8	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	34,7	34,8	0,1	0,3	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	139,2	139,1	0,1	0,1	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	173,9	173,9	0	-	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	20,4	20,5	0,1	0,5	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	85,3	85,3	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

## 8.4. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto domotico

Integrazione del sistema di automazione e controllo della climatizzazione invernale che controlla la centrale termica in remoto con l'installazione di sistema intelligente domotico per il controllo della temperatura di ogni singolo ambiente.

### 8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

#### ALTRI IMPIANTI

##### Tipologia di intervento:

Rif.	Intervento
REN.5	Installazione sistemi BACS

#### Caratteristiche dei sistemi di automazione

Impianto di riscaldamento		CLASSE
Controllo di emissione	Controllo automatico per singolo ambiente con sistema di comunicazione	B
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Regolazione della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)	Controllo in base alla richiesta	A
Controllo delle pompe di circolazione della rete	Controllo con pompa a velocità variabile	A
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione	Controllo automatico con sistema start/stop ottimizzato	B
Controllo del generatore a combustione e teleriscaldamento	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico	A
Controllo di generazione per pompe di calore	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico	A
Controllo di generazione per unità esterne	Controllo a più stadi della capacità del generatore di calore in base al carico o su richiesta	B
Sequenza di diversi generatori	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Controllo dell'accumulatore termico (TES)	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE

Impianto per acqua calda sanitaria		CLASSE
Controllo della temperatura di accumulo mediante riscaldatore elettrico integrato o pompa di calore elettrica	Controllo automatico on/off e innesco del tempo di ricarica	C
Controllo della temperatura di accumulo dell'acs mediante generatore di calore	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Controllo della temperatura di accumulo mediante collettore solare o generatore di calore	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Controllo della pompa di circolazione dell'ACS	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE

## Diagnosi energetica

Impianto di raffrescamento		CLASSE
Controllo di emissione	Nessun controllo automatico	D
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Regolazione della temperatura dell'acqua fredda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)	Nessun controllo automatico	D
Controllo delle pompe di distribuzione della rete	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione	Nessun controllo automatico	D
Interconnessione (interlock) tra i sistemi di controllo di emissione e distribuzione degli impianti di risc. e raffr.	Nessun controllo automatico	D
Controllo di diversi generatori per raffrescamento	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE
Gestione sequenziale di più generatori	Tipologia di impianto non presente	NON APPLICABILE

Sistema di illuminazione		CLASSE
Controllo da parte degli occupanti	Interruttore manuale	C
Controllo in funzione dell'illuminazione naturale	Manuale	D

Schermature esterne		CLASSE
Tipologia di controllo delle aperture (porte, finestre, schermature, ecc.)	Motorizzato con controllo manuale	C

TBM sistemi di gestione tecnica degli edifici		CLASSE
Gestione del setpoint	Impostazione da sala di monitoraggio centrale con frequenti modifiche degli input utente	A
Gestione del tempo di esecuzione	Impostazione individuale secondo un programma orario predefinito con adattamento da sala centrale	A
Rilevamento dei guasti di sistemi tecnici di costruzione e supporto alla diagnosi dei guasti	Con indicazione centrale di guasti e allarmi rilevati	B
Report dei consumi energetici e delle condizioni interne	Indicazione solo dei valori effettivi (ad es. temperature, valori del misuratore)	C
Produzione locale di energia e energie rinnovabili	Generazione incontrollata sulla base della disponibilità di FER e/o della produzione da cogenerazione; la sovrapproduzione verrà immessa in rete	D
Recupero del calore residuo e trasferimento del calore	Uso istantaneo di calore di scarto o trasferimento del calore	D
Integrazione Smart Grid	Nessuna armonizzazione tra rete e sistemi energetici degli edifici	C

## Diagnosi energetica

Il Controllo automatico per singolo ambiente con sistema di comunicazione fatto con l'impianto domotico permette di passare dalla classe C alla classe B per l'impianto di riscaldamento (H).

### Costo dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
0,00	79 866,34	79 866,34

### 8.4.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

#### Valutazione del Risparmio Energetico

Impianto domotico	Consumi		Risparmio energetico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [kWh]</b>	<b>122 017,6</b>	<b>118 856,2</b>	<b>3 161,4</b>	<b>2,6</b>
<b>Gas naturale [m<sup>3</sup>]</b>	<b>14 721,4</b>	<b>11 633,8</b>	<b>3 087,7</b>	<b>21,0</b>

#### Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Impianto domotico	Costi		Risparmio economico	
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
<b>Energia elettrica [€]</b>	<b>24 403,5</b>	<b>23 771,2</b>	<b>632,3</b>	<b>2,6</b>
<b>Gas naturale [€]</b>	<b>13 102,0</b>	<b>10 354,0</b>	<b>2 748,0</b>	<b>21,0</b>
<b>Costo complessivo [€]</b>	<b>37 505,5</b>	<b>34 125,3</b>	<b>3 380,2</b>	<b>9,0</b>

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	79 866,3
Risparmio economico	€/Anno	3 380,3
Tempo di ritorno semplice	Anni	23,6
Risparmio CO2	kg/m <sup>2</sup>	2,7

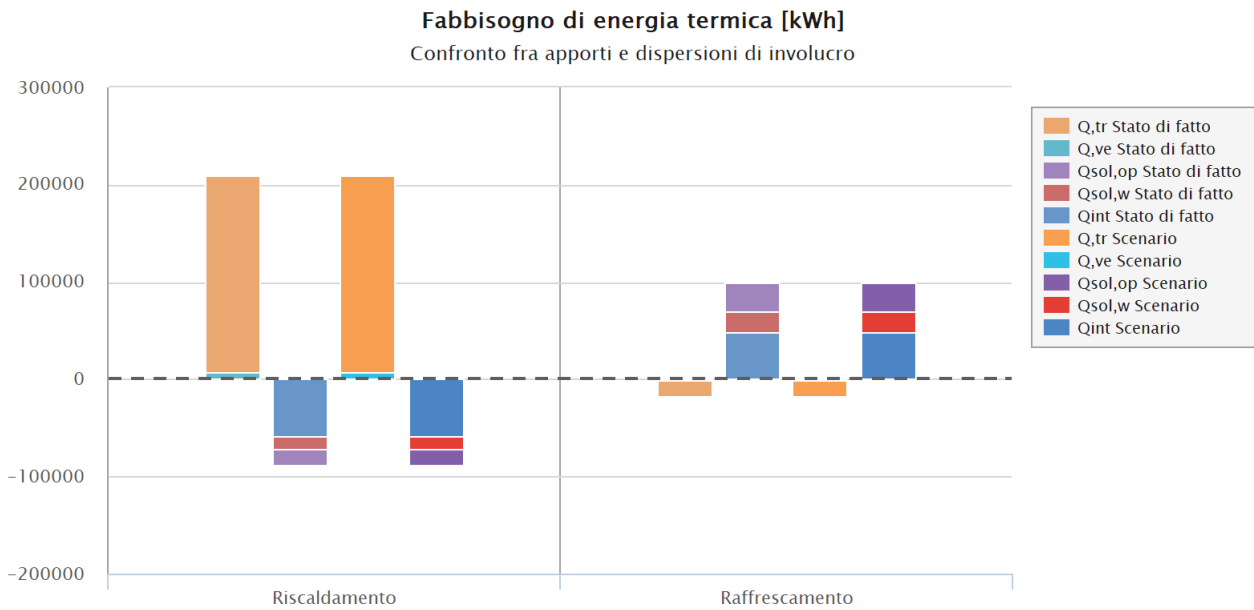
Tempo di ritorno - da 0 a più di 30 anni





**DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA**

**Fabbisogno di energia termica**



**Fabbisogni di energia termica per riscaldamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	202 810,5	202 810,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	7 185,9	7 185,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	15 848,1	15 848,1	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	13 376,7	13 376,7	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	58 619,4	58 619,4	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	143 660,7	143 660,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

**Fabbisogni di energia termica per raffrescamento**

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	17 083,5	17 083,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	746,5	746,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	28 333,9	28 333,9	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	22 327,8	22 327,8	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	47 945,1	47 945,1	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	55 335,7	55 335,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

## Diagnosi energetica

### Fabbisogni di energia termica per ACS

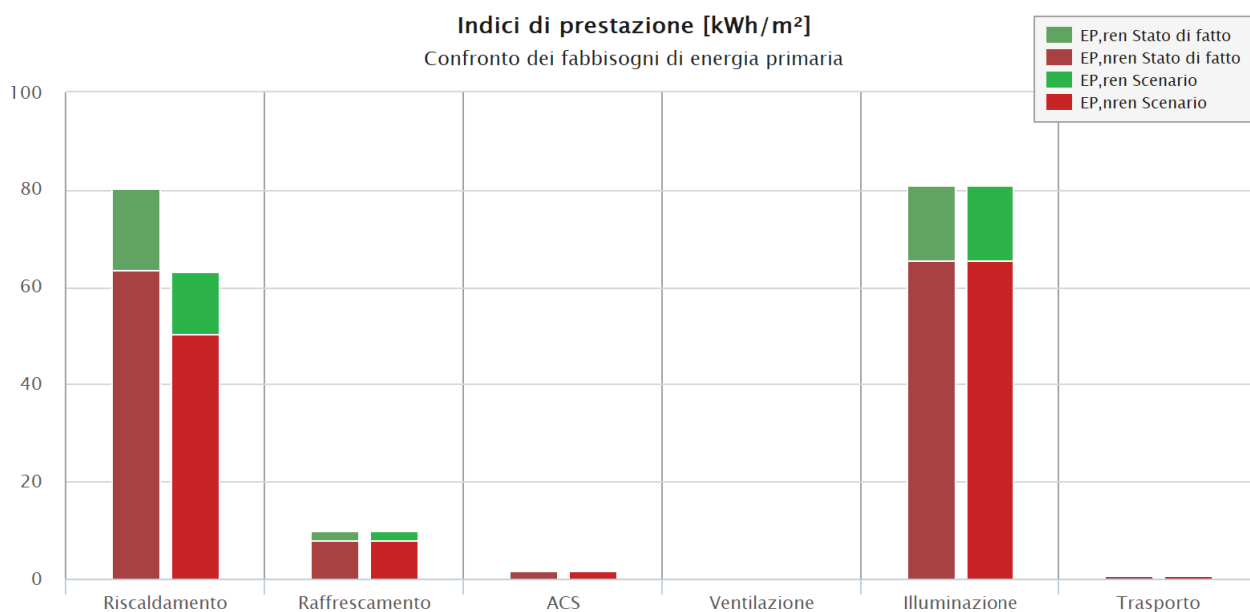
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	<b>2 009,6</b>	<b>2 009,6</b>	<b>0</b>	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

### Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>52,1</b>	<b>52,1</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>20,1</b>	<b>20,1</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m <sup>2</sup> K	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>0</b>	-	Trasmittanza termica periodica media

## DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

### Indici di prestazione



### Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>16,5</b>	<b>13,0</b>	<b>-3,5</b>	<b>-21,2</b>	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>63,6</b>	<b>50,2</b>	<b>13,4</b>	<b>21,1</b>	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>80,1</b>	<b>63,3</b>	<b>16,8</b>	<b>21,0</b>	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	<b>0,819</b>	<b>1,036</b>	<b>0,217</b>	<b>26,5</b>	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>0</b>	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

## Diagnosi energetica

### Climatizzazione estiva

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione rinnovabile per raffrescamento
EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione non rinnovabile per raffrescamento
EPC,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>9,9</b>	<b>9,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione totale per raffrescamento
ηC,nren	-	<b>1,499</b>	<b>1,499</b>	<b>0</b>	-	Efficienza globale stagionale di raffrescamento
QR,C	%	<b>19,4</b>	<b>19,4</b>	<b>0</b>	-	Quota rinnovabile per raffrescamento

### Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	<b>0,461</b>	<b>0,461</b>	<b>0</b>	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	<b>18,8</b>	<b>18,8</b>	<b>0</b>	-	Quota rinnovabile per ACS

### Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>15,7</b>	<b>15,7</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>65,3</b>	<b>65,3</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>81,0</b>	<b>81,0</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

### Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione totale per trasporto

### Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>34,7</b>	<b>31,2</b>	<b>-3,5</b>	<b>-10,1</b>	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	<b>139,2</b>	<b>125,8</b>	<b>13,4</b>	<b>9,6</b>	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	<b>173,9</b>	<b>157,1</b>	<b>16,8</b>	<b>9,7</b>	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	<b>20,4</b>	<b>20,4</b>	<b>0</b>	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

### Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	<b>85,3</b>	<b>85,3</b>	<b>0</b>	-	Indice di prestazione non rinnovabile

Firmato da:

**GUASTI MONICA**

codice fiscale GSTMNC74C50D612H  
num.serie: 149054138946310336852033980176007547719  
emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3  
valido dal 26/10/2018 al 26/10/2021

**RISALITI MARCO**

codice fiscale RSLMRC77C06G999X  
num.serie: 168587390733714302866204754432885607456  
emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3  
valido dal 21/03/2019 al 21/03/2022

**GIRALDI SIMONE**

codice fiscale GR LSMN69H25G999Q  
num.serie: 97338041557862323091171023441193842104  
emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3  
valido dal 21/03/2019 al 21/03/2022

**FRANCESCO PROCOPIO**

codice fiscale PRCFNC56D04C352C  
num.serie: 9147270371643181413  
emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1  
valido dal 08/04/2021 al 08/04/2024