



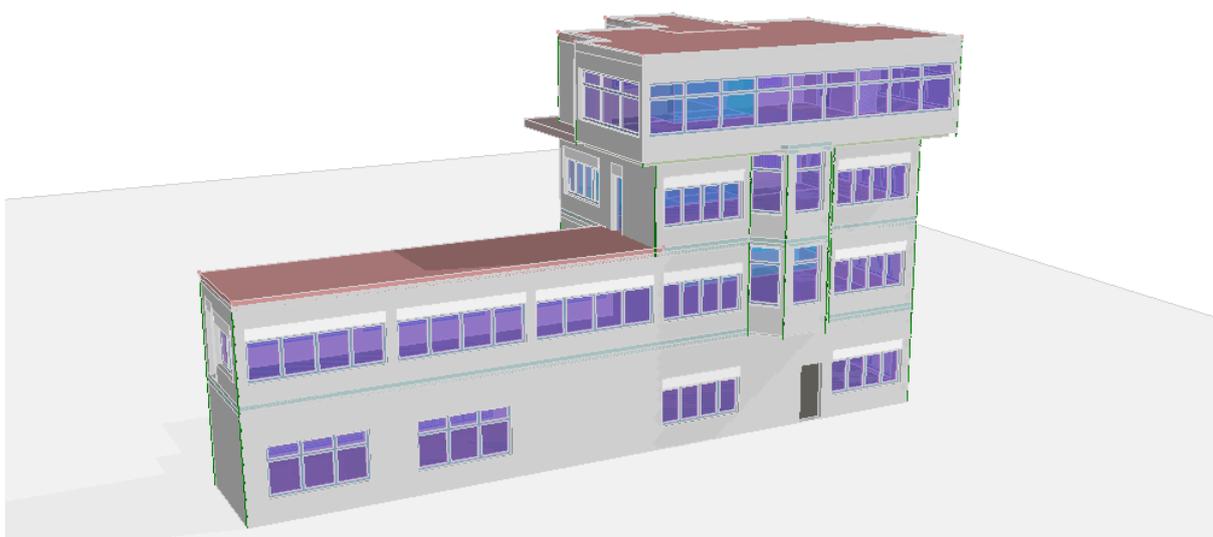
# Libero Consorzio di Enna Comune di Enna



## Studio preliminare di Diagnosi Energetica

Redatta ai sensi della norma UNI CEI EN 16247-2:2014 e UNI CEI/TR 11428:2011.

Redatta ai sensi delle norme UNI/TS 11300 in applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per Riscaldamento e ACS, con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso reali.



|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| Redattore:   | EGE- dott. Ing. Guido Sciuto |
| Committente: | Autodromo di Pergusa         |
| Edificio:    | Palazzina Direzione Gara     |
| Indirizzo:   | Via Nazionale -Enna          |

## SOMMARIO

---

|   |    |
|---|----|
| 1. PREMESSE METODOLOGICHE.....                | 3  |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....             | 4  |
| 3. OBIETTIVI.....                             | 6  |
| 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....            | 8  |
| 5. LOCALIZZAZIONE EDIFICIO .....              | 10 |
| 6. DESCRIZIONE EDIFICIO .....                 | 12 |
| 6.1 INVOLUCRO EDILIZIO .....                  | 12 |
| 6.2 FABBISOGNO ENERGETICO .....               | 17 |
| 7. IMPIANTI .....                             | 22 |
| 7.1 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA ..... | 22 |
| 7.3 ILLUMINAZIONE.....                        | 23 |
| 7.3 ACQUA CALDA SANITARIA .....               | 24 |
| 8. ANALISI DEI CONSUMI.....                   | 25 |
| 8.1 CONSUMI ELETTRICI .....                   | 25 |
| 9. PROPOSTE PROGETTUALI .....                 | 28 |
| 9.1 SOSTITUZIONE INFISSI .....                | 29 |
| 9.2 RELAMPING ILLUMINAZIONE INTERNA .....     | 31 |
| 9.3 ISOLAMENTO INVOLUCRO OPACO .....          | 34 |
| 9.4 INTERVENTO COMPLESSIVO .....              | 37 |

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

---

Il presente documento viene redatto in conformità alle norme UNI CEI/TR 11428:2011 *“Gestione dell’energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica”* e UNI EN 16247-2:2014 *“Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici”*, inoltre la procedura implementata segue la struttura fornita dalla serie delle specifiche UNI/TS 11300 discostandosi nei punti in cui esse non sono sufficientemente dettagliate.

Il documento, in conformità del D.lgs. 115/08 e del D.lgs. 192/05 e s.m.i. per gli edifici ad uso residenziale e terziario, mirata al contenimento degli usi finali di energia elettrica e termica, è basato su:

- Il rilievo dei parametri significativi del sistema fabbricato-impianto;
- i dati storici di fatturazione energetica;
- i fabbisogni calcolati e gli utilizzi di energia primaria per gli ausiliari elettrici, il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria;
- l’energia prodotta da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, biomasse);

in modo da poter individuare i sottosistemi in cui le energie disperse sono maggiori e individuare le migliori modalità di conduzione e gestione dell’edificio in modo da poter valutare, da un punto di vista tecnico-economico, gli interventi di retrofit energetico.

Questo documento deve essere definito studio preliminare di diagnosi energetica in quanto il redattore non è riuscito sulla base delle informazioni assunte a differenziare i consumi imputabili allo stabile oggetto di diagnosi, infatti l’utenza elettrica a servizio dell’edificio risulta in uso per le aree esterne qui non contabilizzate.

Nello studio si lasciano quindi in giallo evidenziati i punti da completare per poter definire il presente studio diagnosi energetica.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il 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.l. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- Decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, 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.l. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";
- UNI TS 11300-Parte 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI TS 11300-Parte 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-Parte 3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI TS 11300-Parte 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-Parte 5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili.
- UNI TS 11300-Parte 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 CEI/TR 11428:2011 "Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica"
- UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici.

### 3. OBIETTIVI

La presente relazione viene redatta al fine del raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Definizione del fabbisogno energetico standard dell'immobile
- Definizione di indicatori di prestazione energetica per il fabbricato e gli impianti allo scopo di commisurare il fabbisogno energetico reale e quello calcolato
- Ricerca, analisi ed identificazione delle situazioni di degrado dell'edificio e/o di inefficienze degli impianti tecnici
- Definizione degli interventi di riqualificazione tecnologica del fabbricato e degli impianti tecnici
- Valutazione della fattibilità tecnica ed economica degli interventi di riqualificazione
- Miglioramento del confort
- Riduzione dei carichi ambientali e dei costi di gestione dell'immobile (risparmio)
- Valutazione della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>

Al fine di ottenere questo risultato viene attuata la seguente modalità operativa:

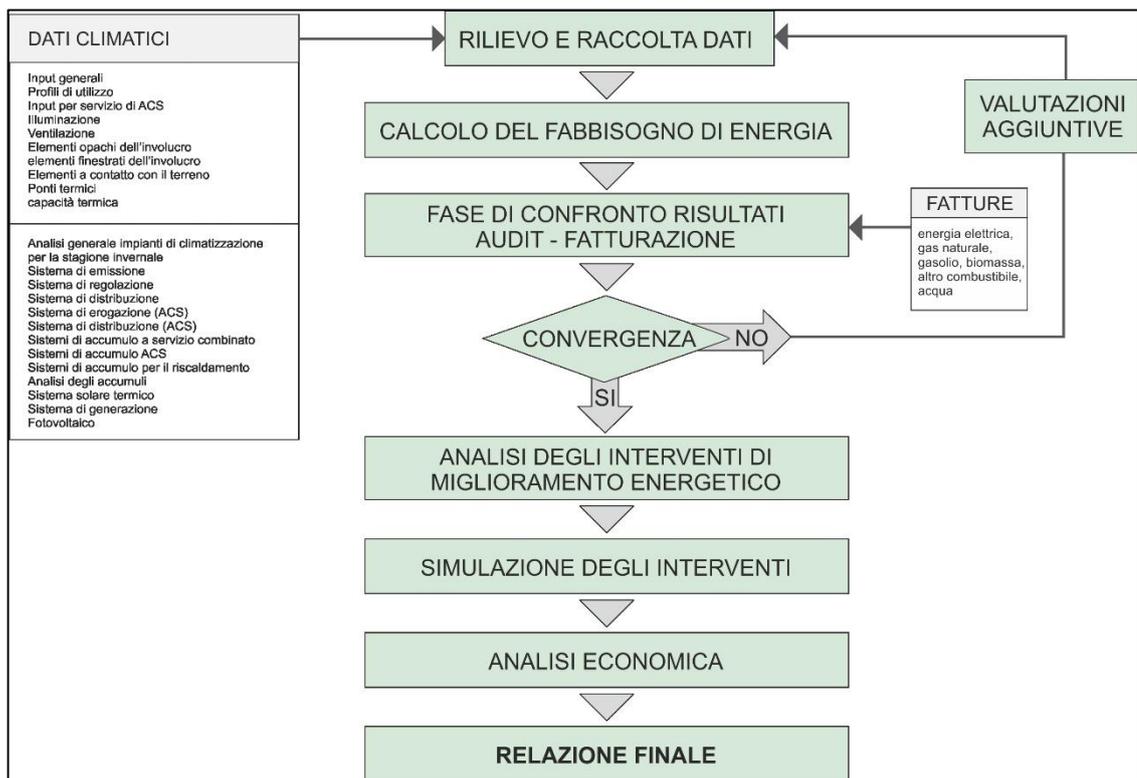


Fig 3.1: modalità operativa per redigere la diagnosi energetica

La redazione della presente diagnosi energetica è stata effettuata analizzando 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 dell'ultimo periodo.

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 comunali oggetto dello studio.

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati dagli interventi di miglioramento proposti.

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico dell'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 e valutando il risparmio di energia primaria e quindi di CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera.

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 di un periodo sufficientemente significativo 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.

La presente diagnosi energetica è redatta con riferimento a: D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993, D.P.R. n°551 del dicembre 1999, Decreto Legislativo n° 192 del 19 agosto 2005, Decreto Legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006, Legge 90 del 3 agosto 2013, DM Requisiti Minimi, UNI TS 11300 parti 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

## 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

---

Il Villaggio Pergusa, o semplicemente Pergusa, è la più importante tra le frazioni di Enna, se si esclude Enna Bassa. Si sviluppa circa 5 km a sud del monte Enna, tra verdeggianti e dolci colline a un'altitudine variabile tra i 610 e i 750 m sul livello del mare. Il Villaggio si specchia sulle rive del suggestivo lago Pergusa, l'unico lago naturale della Sicilia. È sovrastato da Cozzo Matrice, un rilievo che supera gli 800 m sul livello del mare, in cima al quale vi è una grande necropoli preistorica.

Oggi è una rinomata località di elevata risonanza per lo sport, la natura e il turismo: infatti sorge sulle rive del lago Pergusa, popolato da una ricchissima avifauna sia stanziale che migratoria, circondato da sinuose colline, sulle quali si aggrappa la folta vegetazione della Selva Pergusina, facente parte delle foreste demaniali.

Attorno al bacino lacustre, si sviluppa l'autodromo di Pergusa, l'impianto automobilistico più importante del Meridione d'Italia, che fu scenario di gare di risonanza internazionale. Dopo sette anni di sospensione dell'attività, grazie ai lavori di adeguamento del circuito, a partire dal 2011 le competizioni sono ritornate in riva al lago, sebbene solo a livello nazionale.

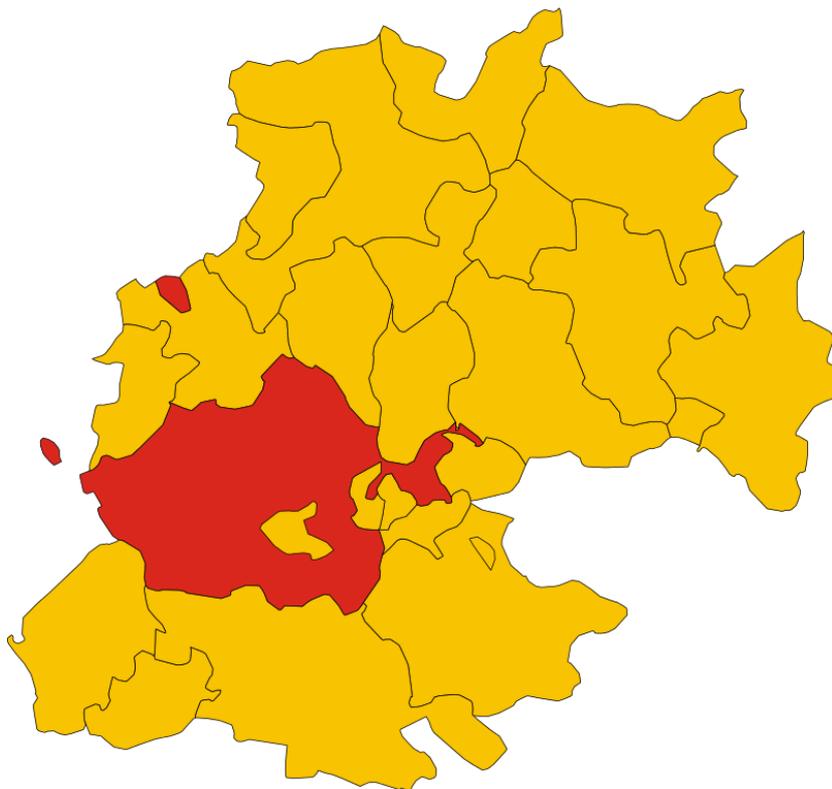


Fig 4.1: Inquadramento del territorio del Comune di Enna all'intero della provincia

**DATI CLIMATICI**

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| Altitudine     | 610 ÷ 750 m s.l.m. |
| Zona Climatica | E                  |
| Gradi Giorno   | 2.248              |

**Tab 4.1:** dati climatici comune di Pollina

Dal punto di vista climatico, il comune di Enna ricade in zona E, avendo un numero di gradi giorno pari a 2248. Il clima di Enna è caratterizzato da inverni freddi e umidi ed estati calde, anche se meno calde rispetto a tutti gli altri capoluoghi siciliani, per via della sua altitudine. Frequentissima è la nebbia, presente per ben 140 giorni all'anno, che rende Enna il capoluogo di provincia più nebbioso d'Italia.

## 5. LOCALIZZAZIONE EDIFICIO

L'edificio oggetto di diagnosi è la palazzina che ospita le sale della direzione gara del Circuito di Pergusa. E' situata all'interno del circuito, su via Nazionale



Fig 5.1: Posizione dell'edificio nel contesto urbano

L'immobile si sviluppa su quattro elevazioni, tutte fuori terra. Ha forma rettangolare e regolare, ad eccezione dell'ultimo sporgente rispetto a quelli sotto. L'accesso avviene dal paddock, dalla parte opposta rispetto alla posizione del circuito.



Fig 5.2: Localizzazione edificio

**DATI IMMOBILE**

|                    |  |
|--------------------|--|
| EDIFICIO           | Palazzina Direzione Gara – Circuito di Pergusa |
| PROVINCIA          | Libero Consorzio Comunale di Enna              |
| COMUNE             | Enna   |
| INDIRIZZO          | Via Nazionale                                  |
| DESTINAZIONE D'USO | -  |

**Tab 5.1:** descrizione edificio

## 6. DESCRIZIONE EDIFICIO

### 6.1 INVOLUCRO EDILIZIO

La struttura portante è realizzata in cemento armato. Le tamponature sono in laterizio e hanno uno spessore 30 cm (intonaci esclusi). La copertura è piana e realizzata con solaio in latero cemento, come tutti gli altri solai, di spessore di circa 30 cm.

#### DATI TECNICI

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| STRUTTURA PORTANTE                | Cemento Armato                 |
| FINITURE ESTERNE                  | Intonaco                       |
| CHIUSURE ORIZZONTALI INTERMEDIE   | Solai in laterocemento         |
| CHIUSURA ORIZZONTALE DI COPERTURA | Piana in laterocemento         |
| INFISSI                           | Alluminio senza taglio termico |
| VETRI INFISSI                     | Singoli                        |

Tab 6.1.1: descrizione involucro



Fig 6.1.1: prospetto lato paddock



Fig 6.1.2: viste involucro edificio



Fig 6.1.2: infissi esterni

**TRASMITTANZE INVOLUCRO**

|                           |             |                    |
|---------------------------|-------------|--------------------|
| CHIUSURE VERTICALI        | 0,93 ÷ 1,29 | W/m <sup>2</sup> K |
| ATTACCO A TERRA           | 1,69        | W/m <sup>2</sup> K |
| COPERTURA                 | 1,84        | W/m <sup>2</sup> K |
| SERRAMENTI (valore medio) | 5,79        | W/m <sup>2</sup> K |

Tab 6.1.2: trasmittanze dell'involucro disperdente

Dal punto di vista geometrico, l'edificio ha un'altezza di 13 m circa nella parte più alta che raggiunge il terzo piano. Si estende per circa 150 m<sup>2</sup> di superficie al piano terra, includendo anche scale e servizi

**DATI GEOMETRICI**

|                                |          |                |
|--------------------------------|----------|----------------|
| NUMERO DI PIANI FUORI TERRA    | 4        |                |
| ALTEZZA NETTA                  | 3,00     | m              |
| SUPERFICIE PIANI TERRA E PRIMO | 140      | m <sup>2</sup> |
| SUPERFICIE PIANO SECONDO       | 85       | m <sup>2</sup> |
| SUPERFICIE PIANO TERZO         | 100      | m <sup>2</sup> |
| SUPERFICIE DISPERDENTE         | 944,20   | m <sup>2</sup> |
| VOLUME LORDO RISCALDATO        | 1.563,53 | m <sup>3</sup> |
| VOLUME LORDO RAFFRESCATO       | 4.563,53 | m <sup>3</sup> |
| RAPPORTO S/V                   | 0,60     | 1/m            |

Tab 6.1.3: geometria edificio

Di seguito si riportano le planimetrie.

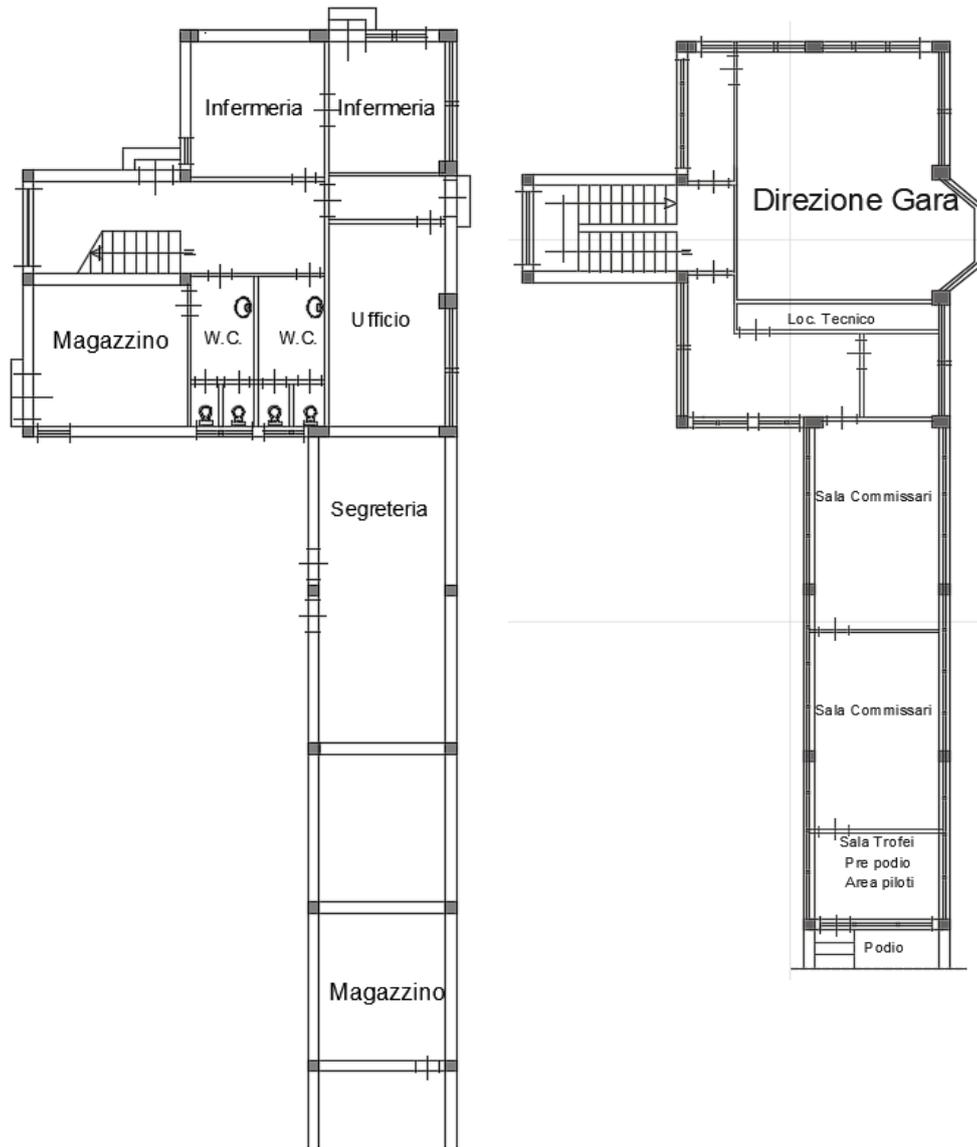


Fig 6.1.2: Planimetrie piani terra e primo

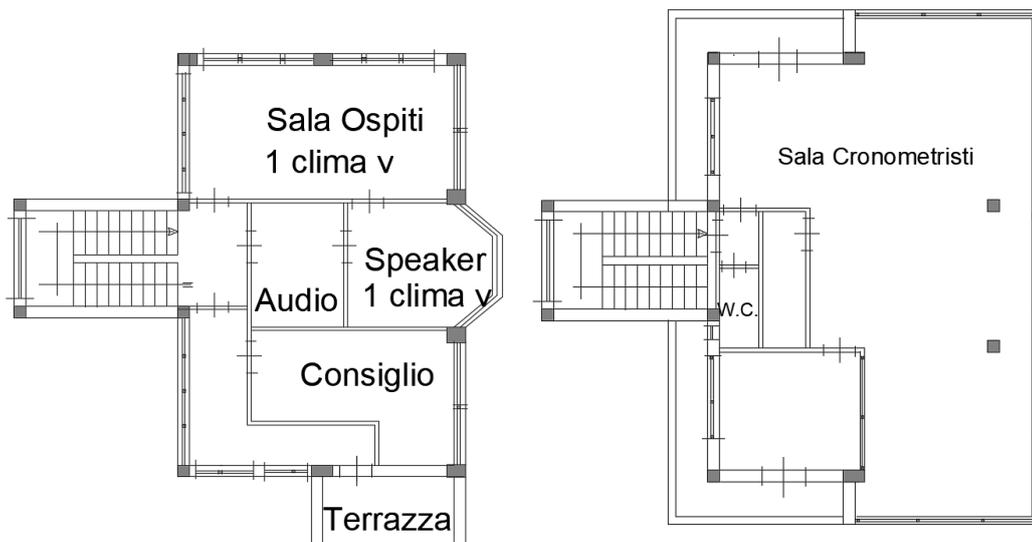
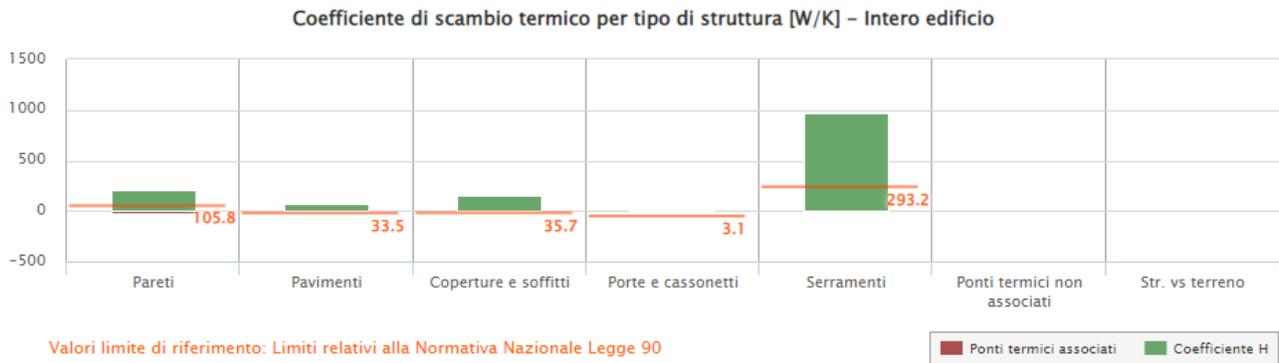


Fig 6.1.3: Planimetria piani secondo e terzo

I serramenti hanno un ruolo importante nella dispersione del calore verso l'ambiente circostante, ma non sono l'unico punto debole della struttura. I grafici di seguito aiuteranno a capire meglio in che maniera viene disperso il calore dall'edificio, al fine di poter meglio valutare strategie e metodi di intervento, che verranno approfonditi nei capitoli seguenti. Il grafico 6.1.1 mostra lo scambio termico dell'edificio attraverso i diversi componenti dell'involucro. I grafici successivi forniscono invece la percentuale di dispersione che avviene attraverso tali componenti, suddivisa per zone termiche (in base alla tipologia di climatizzazione installata) nel caso del Gr 6.1.2, e per orientamento nel caso del Gr 6.1.3.



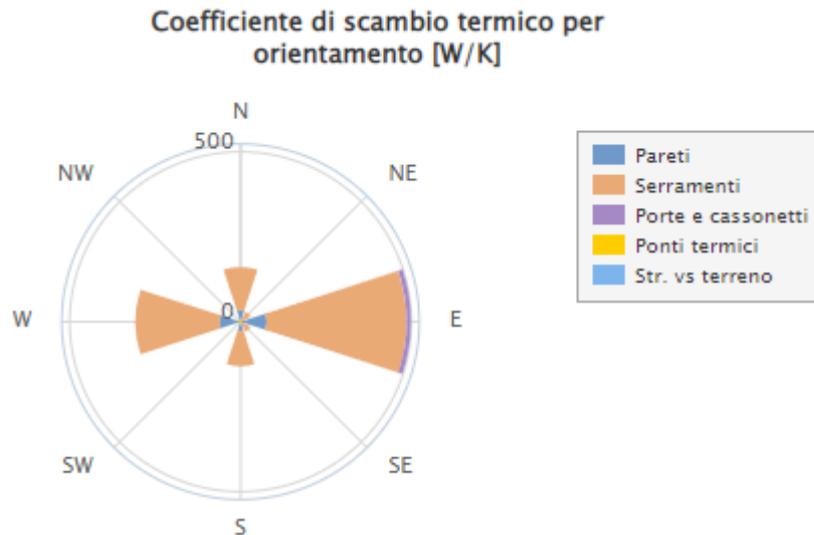
**Gr 6.1.1:** scambi termici attraverso l'involucro (stato di fatto)

Il coefficiente di scambio termico sia per gli elementi opachi che per quelli trasparenti dell'involucro, supera i limiti disposti dalla normativa di riferimento (L 10/91).

**Coefficiente globale di scambio termico [W/K]**



**Gr 6.1.2:** scambio termico suddiviso per zone termiche



**Gr 6.1.3:** scambio termico suddiviso per orientamento

## 6.2 FABBISOGNO ENERGETICO

Il calcolo del bilancio energetico in regime stazionario, effettuato con opportuno software di calcolo, permette di valutare lo stato dell'involucro. Al fine invece di avere un modello che simuli il reale consumo del sistema edificio impianto, si è proceduto a sviluppare il calcolo del bilancio di energia adattato all'utenza (tailored rating).

Per cui la scelta di eseguire una simulazione "tailored rating" sui comportamenti termici dell'edificio è doverosa per valutare meglio le cause che determinano i consumi e predisporre le necessarie azioni di risparmio energetico. In sintesi i vantaggi che si possono ottenere attraverso l'approccio modellistico – numerico tailored rating sono:

- Verifica dei consumi
- Analisi dei risultati
- Analisi degli interventi

Il software permette l'inserimento delle superficie opache e delle superficie vetrate – trasparenti caratterizzate da molteplici geometrie e da diverse trasmittanze. Di seguito è rappresentato il modello 3D realizzato che rappresenta l'intero involucro edilizio e il contesto esterno esistente.

Le figure 6.2.1 e 6.2.2 evidenziano la forma dell'edificio dal punto di vista plano volumetrico e la presenza di ostacoli che influenzano le dispersioni attraverso l'involucro e gli apporti solari.

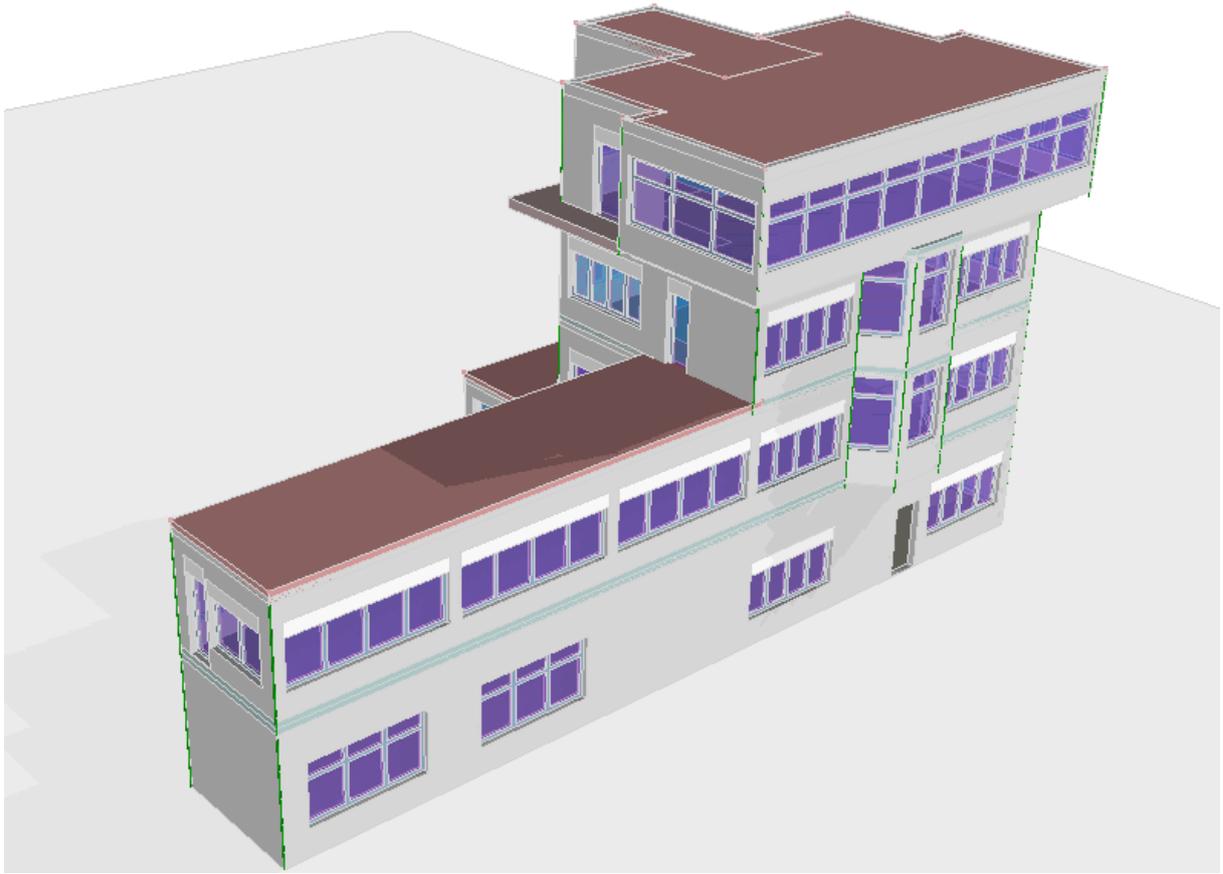


Fig 6.2.1: modello 3D. Prospetto su ingresso principale (lato pista)

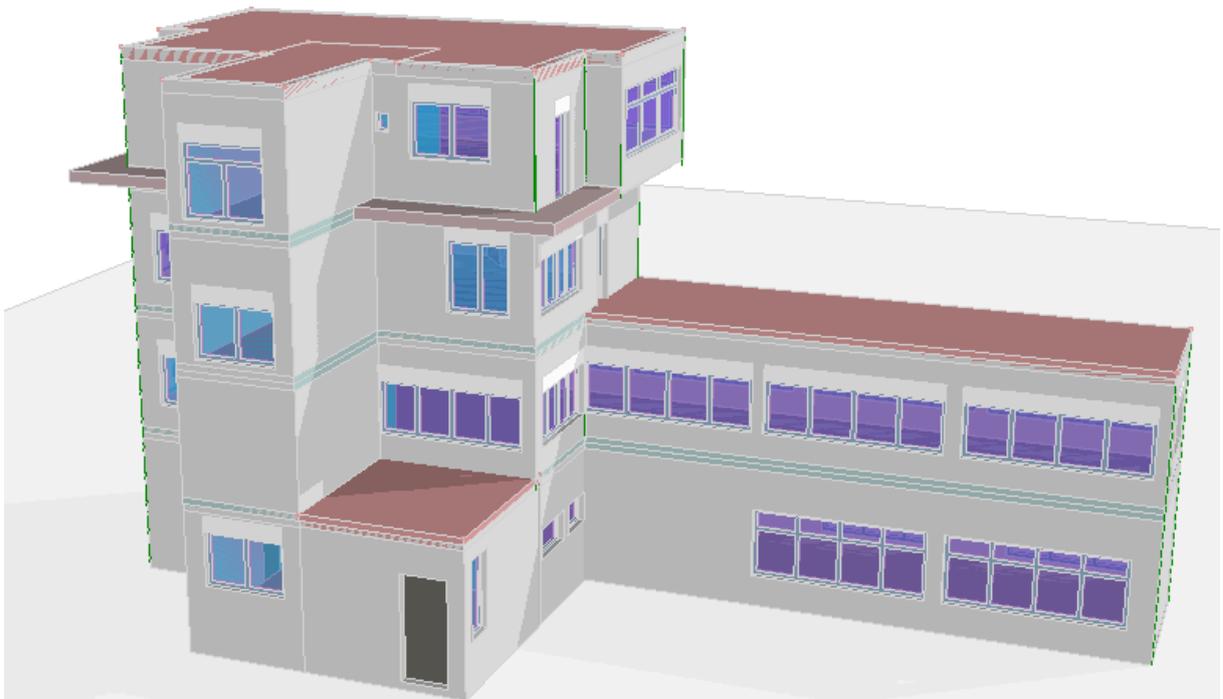
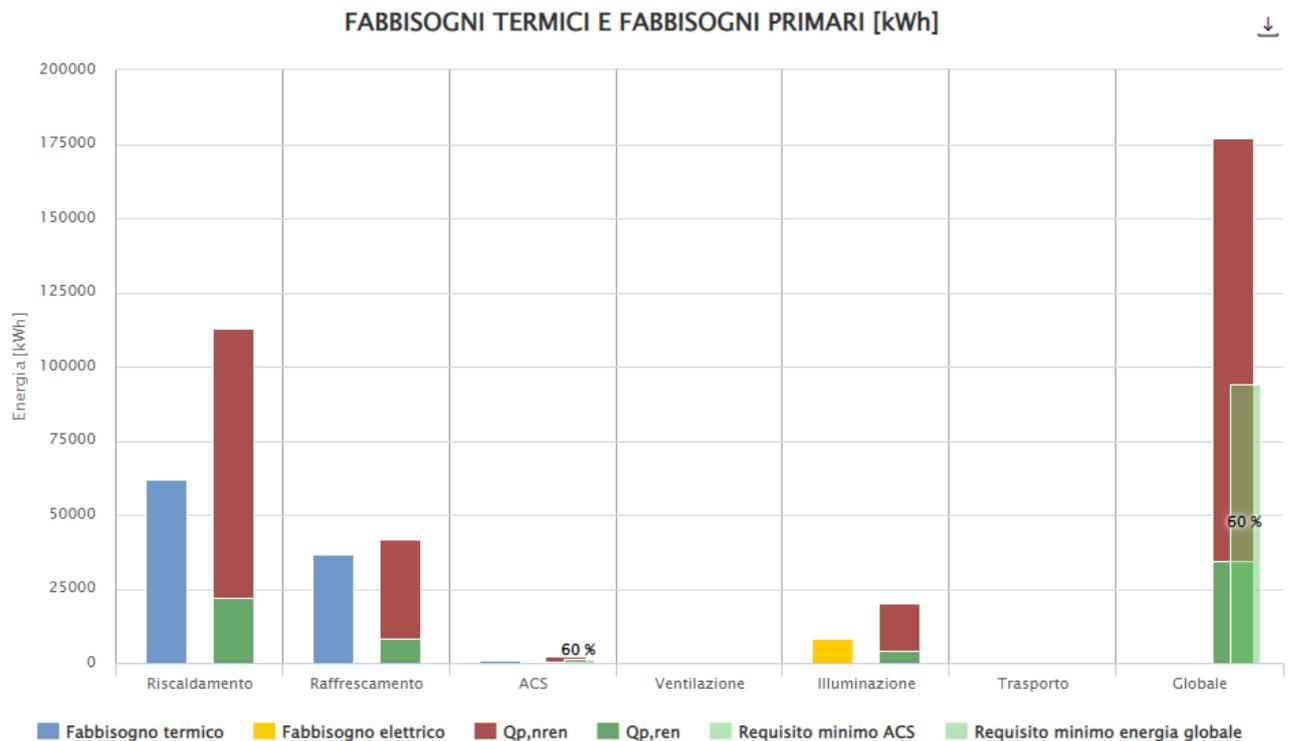


Fig 6.2.2: modello 3D. Prospetto sul retro (lato paddock)

L'analisi effettuata ha portato i seguenti risultati di calcolo secondo la Normativa Nazionale: L 90/2013 – D.M. Requisiti Minimi.

| <b>EDIFICIO REALE</b>                              |            |        |                    |
|--|------------|--------|--------------------|
| Riscaldamento involucro                            | QH,nd      | 61991  | kWh                |
| Raffrescamento involucro                           | QC,nd      | 36901  | kWh                |
| Acqua calda sanitaria                              | QW         | 896,2  | kWh                |
| Illuminazione                                      | QL         | 8329,4 | kWh                |
| Indice di prestazione termica utile riscaldamento  | EPH,nd     | 160,36 | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile raffrescamento | EPC,nd     | 95,46  | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile acs            | EPW,nd     | 2,32   | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile acs            | EPL,nd     | 21,55  | kWh/m <sup>3</sup> |
| <b>EDIFICIO DI RIFERIMENTO</b>                     |            |        |                    |
| Indice di prestazione termica utile riscaldamento  | EPH,nd,rif | 34,69  | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile raffrescamento | EPC,nd,rif | 55,33  | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile acs            | EPW,nd,rif | 2,32   | kWh/m <sup>2</sup> |

Tab 6.2.1: fabbisogno energetico dell'involucro



Gr 6.2.1: fabbisogni termici e primari dell'edificio

Di seguito si riporta il bilancio termico dell'involucro nelle stagioni di riscaldamento e raffrescamento, ovvero le quantità di energia termica scambiate per trasmissione e ventilazione verso l'esterno e quali siano gli apporti solari sulle superfici opache e trasparenti e gli apporti interni. Attraverso i risultati ottenuti è possibile quantificare l'energia necessaria all'involucro per mantenere le condizioni di confort ambientale nelle due diverse stagioni (inverno 20°C ed estate 26 °C). Si ricorda che poiché l'edificio ricade in zona climatica E (2248 GG) il periodo di riscaldamento va dal giorno 15 ottobre al 15 aprile.

**Dettagli del fabbisogno termico di involucro**

Stagione di riscaldamento: scambi termici [kWh]

| Unità immobiliare/Zona  | Qd             | Qg             | Qu             | Qa       | Qr             | QH,tr          | QH,ve        | QH,ht         |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|--------------|---------------|
| Unità immobiliare 01/P0 | 19248,36       | 3242,54        | 383,44         | 0        | 1346,1         | 23778,67       | 3701,85      | 27480,52      |
| Unità immobiliare 01/P1 | 30214,04       | 0              | 2232,5         | 0        | 2362,61        | 33760,73       | 3772,09      | 37532,82      |
| Unità immobiliare 01/P2 | 12644,26       | 0              | 0              | 0        | 823,38         | 13204,77       | 1851,08      | 15055,85      |
| Unità immobiliare 01/P3 | 23303,12       | 0              | 509,25         | 0        | 2071,98        | 25032,75       | 2532         | 27564,76      |
| <b>Totale</b>           | <b>85409,8</b> | <b>3242,54</b> | <b>3125,19</b> | <b>0</b> | <b>6604,07</b> | <b>95776,9</b> | <b>11857</b> | <b>107634</b> |

Stagione di riscaldamento: apporti gratuiti e fabbisogno ideale di energia termica [kWh]

| Unità immobiliare/Zona  | Qsol,op        | Qsol,w         | Qi             | Qgn            | QH,nd          |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Unità immobiliare 01/P0 | 441,76         | 8765,5         | 3180,42        | 11945,92       | 16209,72       |
| Unità immobiliare 01/P1 | 1048,42        | 14979,4        | 3240,77        | 18220,17       | 21407,15       |
| Unità immobiliare 01/P2 | 262,86         | 6097,38        | 1590,34        | 7687,73        | 8133,69        |
| Unità immobiliare 01/P3 | 851,59         | 10556,98       | 2175,36        | 12732,33       | 16240,59       |
| <b>Totale</b>           | <b>2604,63</b> | <b>40399,3</b> | <b>10186,9</b> | <b>50586,1</b> | <b>61991,1</b> |

Stagione di raffrescamento: scambi termici [kWh]

| Unità immobiliare/Zona  | Qd           | Qg            | Qu             | Qa       | Qr             | QC,tr          | QC,ve          | QC,ht        |
|-------------------------|--------------|---------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Unità immobiliare 01/P0 | 5522,5       | 930,31        | 110,01         | 0        | 1673,32        | 7658,25        | 1062,09        | 8720,33      |
| Unità immobiliare 01/P1 | 23991,13     | 0             | 1772,7         | 0        | 4346,34        | 28000,09       | 2995,19        | 30995,28     |
| Unità immobiliare 01/P2 | 6252,92      | 0             | 0              | 0        | 1267,58        | 7157,66        | 915,41         | 8073,07      |
| Unità immobiliare 01/P3 | 11248,41     | 0             | 245,81         | 0        | 3159,4         | 13276,09       | 1222,2         | 14498,29     |
| <b>Totale</b>           | <b>47015</b> | <b>930,31</b> | <b>2128,52</b> | <b>0</b> | <b>10446,6</b> | <b>56092,1</b> | <b>6194,88</b> | <b>62287</b> |

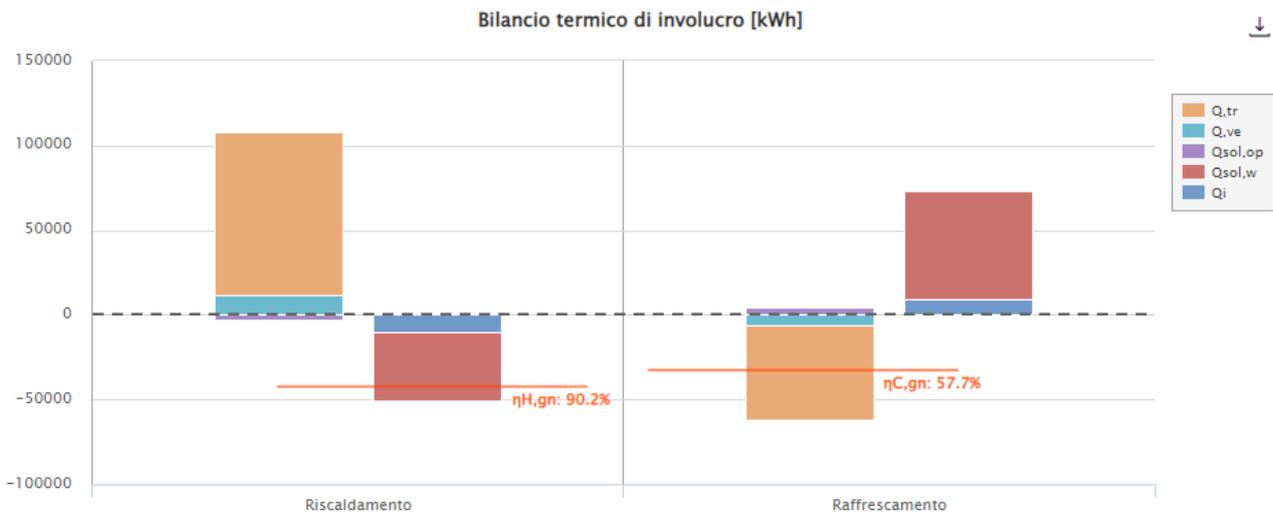
Stagione di raffrescamento: apporti gratuiti e fabbisogno ideale di energia termica [kWh]

| Unità immobiliare/Zona  | Qsol,op        | Qsol,w         | Qi             | Qgn            | QC,nd          |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Unità immobiliare 01/P0 | 577,9          | 11000,15       | 2120,28        | 13120,43       | 5300,34        |
| Unità immobiliare 01/P1 | 2110,07        | 29489,26       | 3754,33        | 33243,59       | 19713,22       |
| Unità immobiliare 01/P2 | 362,83         | 8632,52        | 1416,54        | 10049,06       | 4446,95        |
| Unità immobiliare 01/P3 | 1377,53        | 14530,85       | 1913,84        | 16444,69       | 7440,77        |
| <b>Totale</b>           | <b>4428,32</b> | <b>63652,8</b> | <b>9204,99</b> | <b>72857,8</b> | <b>36901,3</b> |

Legenda

- Qd Energia scambiata per trasmissione con l'ambiente esterno
- Qg Energia scambiata per trasmissione con il terreno

|         |   |
|---------|---|
| Qu      | Energia scambiata per trasmissione attraverso ambienti non climatizzati           |
| Qa      | Energia scambiata per trasmissione attraverso ambienti climatizzati a temperatura |
| Qr      | Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste             |
| QH,tr   | Energia termica scambiata per trasmissione nel periodo di riscaldamento           |
| QH,ve   | Energia termica scambiata per ventilazione nel periodo di riscaldamento           |
| QH,ht   | Energia termica complessiva scambiata nel periodo di riscaldamento                |
| Qsol,op | Energia dovuta agli apporti solari su superfici opache                            |
| Qsol,w  | Energia dovuta agli apporti solari su superfici trasparenti                       |
| Qi      | Energia dovuta agli apporti interni   |
| Qgn     | Energia dovuta agli apporti termici gratuiti totali                               |
| QH,nd   | Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di riscaldamento       |
| QC,tr   | Energia termica scambiata per trasmissione nel periodo di raffrescamento          |
| QC,ve   | Energia termica scambiata per ventilazione nel periodo di raffrescamento          |
| QC,ht   | Energia termica complessiva scambiata nel periodo di raffrescamento               |
| QC,nd   | Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di raffrescamento      |



Gr 6.2.2: sintesi fabbisogni termici dell'involucro.

## 7. IMPIANTI

### 7.1 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA

La climatizzazione invernale dell'immobile avviene attraverso l'utilizzo di monosplit installati nei vari ambienti, ciascuno da 9.000 btu.

Una sintesi è riportata in tabella 7.1.1.

#### GENERATORI CLIMATIZZAZIONE

|                           | PT  | P1  | P2  | P3  |    |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----|
| QUANTITA'                 | 5   | 5   | 3   | 3   |    |
| POTENZA MEDIA FRIGORIFERA | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | kW |
| POTENZA MEDIA TERMICA     | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | kW |
| POTENZA MEDIA ASSORBITA   | 1   | 1   | 1   | 1   | kW |

Tab 7.1.1: dati generatori raffrescamento



Fig 7.2.1: esempio di unità esterne e interna climatizzatori

### 7.3 ILLUMINAZIONE

In tabella 7.3.1, il riepilogo degli apparecchi illuminanti installati all'interno dell'edificio, al fine di valutare un eventuale intervento di relamping.



Fig 7.3.1: corpi illuminanti installati

#### CORPI ILLUMINANTI INSTALLATI

|                           | PT   | P1   | P2   | P3   |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Neon 2x36 W               | 6    | 4    | 7    | 5    |
| Pannello 50x50 cm 60 W    | -    | 13   | -    | -    |
| Lampada/Plafoniera 40 W   | 3    | -    | 1    | 4    |
| Faretto incassato 40 W    | 9    | -    | -    | -    |
| POTENZA TOTALE PIANO [kW] | 0,91 | 1,07 | 0,54 | 0,52 |
| POTENZA TOTALE [kW]       | 3,04 |      |      |      |

Tab 7.3.1: corpi illuminanti installati

### 7.3 ACQUA CALDA SANITARIA

L'acqua calda per uso sanitario viene prodotta attraverso 2 boiler presenti nei due blocchi servizi, uno al piano terra e l'altro al terzo piano.



Fig 7.3.1: boiler presenti all'interno dell'edificio

## 8. ANALISI DEI CONSUMI

---

### 8.1 CONSUMI ELETTRICI

Per quanto riguarda la fornitura di energia elettrica si riportano di seguito i dati dell'utenza e i consumi relativi al periodo compreso tra dicembre 2021 e novembre 2022

In tabella 8.2.1 sono riportati ii dati di fornitura, e di seguito i consumi e la spesa analizzati.

#### ENERGIA ELETTRICA

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| CODICE POD              | IT001E95661001    |
| POTENZA [kW]            | 53                |
|                         | 12/2021 – 11/2022 |
| CONSUMO ANNUO [kWh]     | 26.946            |
| SPESA [€] (IVA inclusa) | 13.236,33         |

**Tab.8.1.1:** Dati relativi alla fornitura di energia elettrica

Costo energia elettrica 0,40 €/kWh IVA esclusa.

|               | Consumo [kWh] | Spesa              |    | Consumo [kWh] |
|---------------|---------------|--------------------|----|---------------|
| DICEMBRE 2021 | 1340          | € 797,77           |    |               |
| GENNAIO 2022  | 1425          | € 641,42           |    |               |
| FEBBRAIO      | 2637          | € 1.051,32         |    |               |
| MARZO         | 3241          | € 1.656,27         |    |               |
| APRILE        | 2749          | € 1.173,04         |    |               |
| MAGGIO        | 3806          | € 1.571,25         |    |               |
| GIUGNO        | 1774          | € 785,68           |    |               |
| LUGLIO        | 1886          | € 1.294,60         |    |               |
| AGOSTO        | 1515          | € 1.215,55         |    |               |
| SETTEMBRE     | 1917          | € 1.245,27         |    |               |
| OTTOBRE       | 1966          | € 693,61           | F1 | 12595         |
| NOVEMBRE      | 2690          | € 1.110,55         | F2 | 5379          |
| <b>TOTALE</b> | <b>26946</b>  | <b>€ 13.236,33</b> | F3 | 8972          |

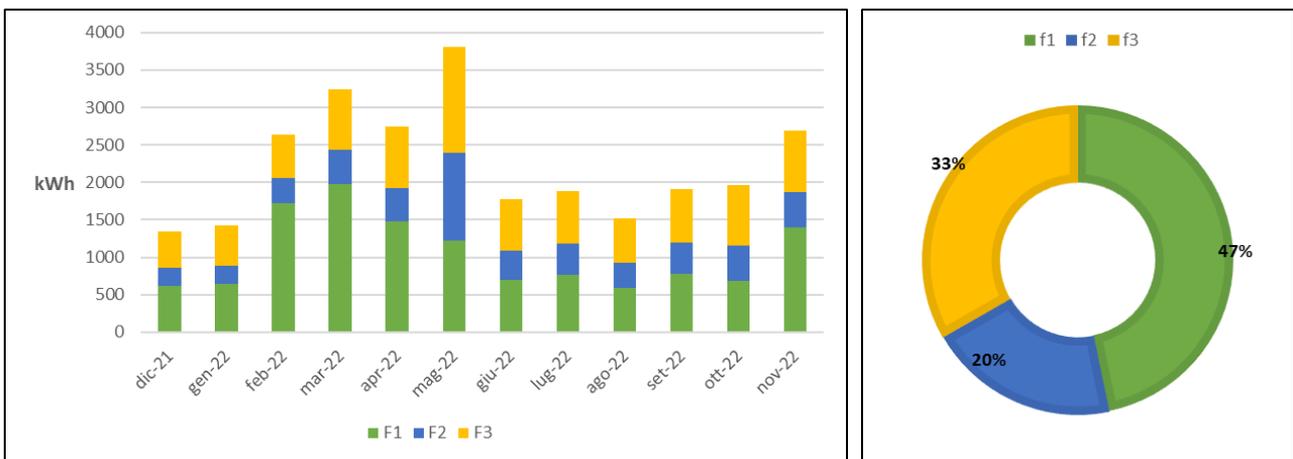


Fig..8.1.1: Andamento spesa e consumi energia elettrica annuo

MANCA ANALISI SU CONSUMI LEGATI STRETTAMENTE ALL'EDIFICIO

## 9. PROPOSTE PROGETTUALI

---

Di seguito sono illustrate ed analizzate le diverse proposte di intervento atte ad ottenere risparmi sulle fatture energetiche. Gli interventi proposti sono stati individuati in funzione della richiesta energetica dell'edificio e della loro fattibilità tecnico-economica. Lo studio di fattibilità proposto è mirato alla realizzazione dei seguenti interventi, che saranno analizzati singolarmente nei successivi paragrafi di questi capitolo:

- miglioramento dell'involucro edilizio, tramite sostituzione degli infissi o coibentazione delle strutture opache;
- sostituzione dei corpi illuminanti dei locali interni con sistemi di illuminazione a LED, ed efficientamento dell'impianto elettrico attraverso l'installazione di sistemi di building automation;
- Gli interventi saranno valutati sia per loro fattibilità tecnica che economica, quantificando, attraverso un computo metrico di massima sulla base del prezzario Regione Sicilia 2022, o da stime a corpo. Verrà considerato il costo per la loro realizzazione ed i relativi tempi di ritorno dell'investimento. Il tempo di ritorno economico sarà calcolato in maniera "semplice" per i singoli interventi, mentre per l'intervento cumulativo si procederà al calcolo utilizzando il metodo del V.A.N. (valore attualizzato netto).

Contestualmente allo studio di fattibilità tecnico – economica sarà analizzato l'aspetto ambientale in termini di risparmio di energia primaria, di emissioni atmosferiche espresse in tCO<sub>2</sub>/anno, e di differenza energetica espressa in Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP).

Il tutto finalizzato agli incentivi previsti dal Conto Termico 2.0, compresa la quantificazione dell'importo incentivabile e l'analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari.

## 9.1 SOSTITUZIONE INFISSI

|               | Voce computo   | Prezzo Unitario |         | Quantità | Prezzo Totale       |
|---------------|--|-----------------|---------|----------|---------------------|
|               |  |                 |         |          |                     |
| 21.1.16       | Rimozione di infissi interni od esterni di ogni specie, inclusi mostre, succieli, telai, ecc., compresi il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse.  | 15,89           | €/mq    | 231,49   | € 3.678,38          |
| 8.2.4.2       | Fornitura e posa in opera di serramenti esterni realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, ad alta resistenza all'urto, costruiti con sezione interna pluricamera, dimensione minima del telaio a murare mm 70 x 70, dimensione minima anta mobile mm 70 x 80, colore standard RAL 1013, spessore minimo delle pareti secondo ... saranno dotati di fori di drenaggio. Il collegamento dei serramenti con il telaio non dovrà dar luogo a vibrazioni, infiltrazioni d'aria o d'acqua per mezzo di sigillanti al silicone, eseguito a perfetta regola d'arte. Sono inclusi la fornitura e posa in opera dei vetri e dell'avvolgibile in plastica pesante di colore a scelta della D.L.A due ante-scorrevole traslante (accessori: chiusura con maniglia, carrello fisso più un carrello regolabile per ogni anta):- Superficie minima di misurazione m <sup>2</sup> 3,00.<br>2) con trasmittanza termica complessiva non superiore a 1,3 W/(m <sup>2</sup> /K) con vetro camera 4-6-4 alta efficienza con argon | 587,31          | €/mq    | 223,85   | € 131.469,34        |
| 8.2.6.2       | Fornitura e collocazione d'infisso di PVC per portoncino con profilati della sezione minima di 70 mm, rinforzato all'interno con profilati ad U o scatolare di ferro zincato, spessore minimo 1,2 mm., assemblato ... comprese in opera di guarnizioni, cerniere, maniglie, apparecchi di trattenuta e chiusura e quanto altro occorre per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. E' inclusa la fornitura e posa in opera del vetro. Con profili a taglio termico- Superficie minima di misurazione: m <sup>2</sup> 2,00.   | 390,41          | €/mq    | 7,64     | € 2.982,73          |
| -             | Trasporto a rifiuto, opere edili ed eventuali altre opere connesse. Stimato 10% importo totale   | 10%             | a corpo | 1        | € 13.813,05         |
| <b>TOTALE</b> |  |                 |         |          | <b>€ 151.943,50</b> |

Tab 9.1.1: computo metrico sostituzione infissi

Si prevede la totale sostituzione degli infissi attualmente presenti nell'edificio con altri in PVC e trasmittanza inferiore o uguale 1,30 W/m<sup>2</sup>K (limite normativo per l'accesso al Conto Termico 2.0 relativo al comune di Enna che ricade in zona climatica E).

Si considerano già presenti i sistemi di termoregolazione, come sensoristica già inclusa nei climatizzatori attualmente installati.

La spesa per questo intervento è riportata in tabella 9.1.1, ed è stata calcolata considerando le tariffe del prezzario lavori pubblici regione Sicilia 2022.

| [Tabella 1 – Allegato I – DM 16.02.16]   |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| Tipologia di intervento  | Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia |                           |
| Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi (calcolato secondo le norme UNI ENISO 10077-1), se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento | Zona climatica A                              | ≤ 2,60 W/m <sup>2</sup> K |
|  | Zona climatica B                              | ≤ 2,60 W/m <sup>2</sup> K |
|  | Zona climatica C                              | ≤ 1,75 W/m <sup>2</sup> K |
|  | Zona climatica D                              | ≤ 1,67 W/m <sup>2</sup> K |
|  | Zona climatica E                              | ≤ 1,30 W/m <sup>2</sup> K |
|  | Zona climatica F                              | ≤ 1,00 W/m <sup>2</sup> K |

Ai fini del rilascio dell'incentivo devono essere congiuntamente installati dei sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche o devono essere già presenti al momento dell'intervento.

Fig 9.1.1: limiti e requisiti richiesti dal conto termico 2.0

I benefici si avrebbero sulle dispersioni dell'involucro e di conseguenza sulle spese per la climatizzazione invernale. Da un bilancio energetico svolto col software Termolog 13, della Logical Soft, si ha un calo di circa il 30% della quota parte di energia elettrica destinata alla climatizzazione estiva ed invernale.

**MANCA ANALISI COSTI BENEFICI, IN ATTESA DI CONOSCERE REALI CONSUMI DELLA PALAZZINA**

L'incentivo ottenibile sarebbe di 100.000,00 €, il massimo previsto.

| SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI COMPRESIVI DI INFISSI DELIMITANTI IL VOLUME CLIMATIZZATO |                                |  |  |                       |
|---|--------------------------------|--|--|-----------------------|
| DATI GENERALI   |                                |  |  |                       |
| Comune in cui è previsto l'intervento   | Zona climatica                 | Durata incentivo   | Superficie oggetto dell'intervento       | Investimento iniziale |
| Enna  | E                              | 5 anni   | S <sub>int</sub> = 231,49 m <sup>2</sup> | € 151.943,50          |
| REQUISITI TECNICI DI SOGLIA   |                                |  |  |                       |
| Trasmittanza chiusure trasparenti comprensive di infissi ≤ 1,3 W/m <sup>2</sup> K             |                                |  |  |                       |
| DATI SUGLI INTERVENTI   |                                |  |  |                       |
| Costo massimo ammissibile C <sub>max</sub>  | Incentivo Spesa (%spesa)       | Costo specifico sostenuto C  |  |                       |
| 450 €/m <sup>2</sup>  | 40%                            | 656,37 €/m <sup>2</sup>  |  |                       |
| INCENTIVO ECONOMICO   |                                |  |  |                       |
| Valore massimo Incentivo I <sub>max</sub>   | Incentivo annuo I <sub>a</sub> | Incentivo TOTALE I <sub>tot</sub>                                      |  |                       |
| € 100.000,00  | € 20.000,00                    | € 100.000,00<br><small>(con I<sub>tot</sub> ≤ I<sub>max</sub>)</small> |  |                       |

## 9.2 RELAMPING ILLUMINAZIONE INTERNA

|               | Voce computo   | Prezzo Unitario |       | Quantità | Prezzo Totale      |
|---------------|--|-----------------|-------|----------|--------------------|
| -             | Smontaggio e conferimento a discarica dei corpi illuminanti attualmente installati, previa la messa in sicurezza dell'impianto elettrico attualmente esistente e l'adeguamento dello stesso con piccoli interventi di manutenzione.  | 20,00           | €/cad | 53       | € 1.060,00         |
| 14.8.3.3      | Fornitura e collocazione di corpo illuminante a LED da incasso per montaggio a scomparsa in controsoffitto o a vista a plafone. L'efficienza minima dell'apparecchio dovrà essere di 120 lm/W (t=25°C) e dovrà essere garantita dal produttore una durata dei LED di 50.000 h con rimanente 80% di flusso iniziale. In caso di ottica con luminanza ridotta (LRO), l'apparecchio dovrà garantire un UGR<19 e le caratteristiche tecniche imposte dalla Norma UNI EN 12464-1. Gli apparecchi potranno essere con ottica microprismatica o ...l controsoffitto o di quanto necessario per il montaggio a plafone, del cablaggio e degli accessori elettrici (fusibile interno, passacavo, ecc), e di ogni altro onere e magistero. L'efficienza minima richiesta deve essere riferita all'intero apparecchio, e non alla sola sorgente luminosa<br>3) Apparecchio con ottica UGR19 - Dimensioni 60x60cm o 120x30cm - Flusso luminoso da 3300 fino a 5000 lumen.<br>Driver<br>Elettronico | 220,50          | €/cad | 36       | € 7.938,00         |
| 14.8.5.3      | Fornitura e collocazione di corpo illuminante a LED ad alte prestazioni in grado di garantire il rispetto dell'illuminamento cilindrico sul piano verticale (luce diffusa) in accordo con il punto 4.6 della UNI EN 12464-1. L'apparecchio, sia esso ad incasso, a plafone o a sospensione, dovrà ... compreso l'eventuale onere dello smontaggio, modifica e rimontaggio dei pannelli di controsoffitto. Sono altresì compresi gli oneri del cablaggio e degli accessori elettrici (fusibile interno, passacavo, ecc.) anche per eventuali realizzazioni a fila continua, e di ogni altro onere e magistero. L'efficienza minima richiesta deve essere riferita all'intero apparecchio, e non alla sola sorgente luminosa.<br>3) apparecchio ad incasso. Flusso luminoso fino da 3600 a 4800 lumen.   | 786,60          | €/cad | 9        | € 7.079,40         |
| 14.8.5.4      | Fornitura e collocazione di corpo illuminante a LED ad alte prestazioni in grado di garantire il rispetto dell'illuminamento cilindrico sul piano verticale (luce diffusa) in accordo con il punto 4.6 della UNI EN 12464-1. L'apparecchio, sia esso ad incasso, a plafone o a sospensione, dovrà ... compreso l'eventuale onere dello smontaggio, modifica e rimontaggio dei pannelli di controsoffitto. Sono altresì compresi gli oneri del cablaggio e degli accessori elettrici (fusibile interno, passacavo, ecc.) anche per eventuali realizzazioni a fila continua, e di ogni altro onere e magistero. L'efficienza minima richiesta deve essere riferita all'intero apparecchio, e non alla sola sorgente luminosa.<br>4) apparecchio a plafone. Flusso luminoso fino da 3600 a 4800 lumen.  | 974,50          | €/cad | 8        | € 7.796,00         |
| <b>TOTALE</b> |  |                 |       |          | <b>€ 23.873,40</b> |

Tab 9.2.1: computo metrico relamping

Si prevede la totale sostituzione dei corpi illuminanti degli ambienti interni con altri a LED, facendo in modo che siano garantiti i limiti di illuminamento stabiliti dalla norma.

L'intervento prevede la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con altri a tecnologia LED tipo plafone, da incasso o led panel, senza modificare l'attuale assetto illuminotecnico. Le nuove lampade avranno efficienza luminosa non minore di 120 lumen/watt, ottica dark light a doppia parabolicità a bassa luminanza ( $60^\circ \leq 200 \text{ cd/mq cat2}$ ), dimmerabili.

La spesa per questo intervento è riportata in tabella 9.2.1, ed è stata calcolata considerando le tariffe del prezzario regione Sicilia 2022.

- i. le lampade e gli apparecchi di illuminazione devono essere certificati da laboratori accreditati anche per quanto riguarda le caratteristiche fotometriche (solido fotometrico, resa cromatica, flusso luminoso, efficienza luminosa), nonché per la loro conformità ai criteri di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica previsti dalle norme tecniche vigenti e recanti la marcatura CE;
- ii. le lampade devono rispettare i seguenti requisiti tecnici:
  - a. indice di resa cromatica (IRC) > 80 per l'illuminazione d'interni e > 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne degli edifici;
  - b. efficienza luminosa minima: 80 lm/W;
- iii. la potenza installata delle lampade non deve superare il 50% della potenza sostituita per la stessa zona da illuminare, nel rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente;
- iv. gli apparecchi di illuminazione devono rispettare i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e devono avere almeno le stesse caratteristiche tecnico funzionali di quelli sostituiti e permettere il rispetto dei requisiti normativi d'impianto previsti dalle norme UNI e CEI vigenti;
- v. i sistemi di illuminazione esterni o emittenti verso l'esterno sono realizzati in conformità alla normativa sull'inquinamento luminoso e sulla sicurezza, ove presenti;

Fig 9.2.1: limiti e requisiti richiesti dal conto termico 2.0

Si stima quindi un risparmio del 50% della quota di energia elettrica consumata per le luci artificiali, ed indicata al paragrafo 8.2, ipotizzando un numero di ore di utilizzo analogo a quello attuale.

**MANCA ANALISI COSTI BENEFICI, IN ATTESA DI CONOSCERE REALI CONSUMI DELLA PALAZZINA**

L'incentivo ottenibile sarebbe di 5.362,00 €, dovuto al limite di 35,00 €/mq.

| SOSTITUZIONE DI SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE DI INTERNI E DELLE PERTINENZE ESTERNE ESISTENTI CON SISTEMI DI ILLUMINAZIONE EFFICIENTI |                                |                                 |   |   |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---|---|
| DATI GENERALI   |                                |                                 |   |   |
| Comune in cui è previsto l'intervento   | Zona climatica                 | Durata incentivo                | Superficie utile calpestabile oggetto dell'intervento | Investimento iniziale                                     |
| Enna  | E                              | 5 anni                          | $S_{ed} = 383 \text{ m}^2$                            | € 23.873,40   |
| DATI SUGLI INTERVENTI   |                                |                                 |   |   |
| Tipologia intervento:   | Installazione di lampade a LED | Incentivo Spesa (%spesa) =      | 40%   | Costo massimo ammissibile $C_{max} = 35,00 \text{ €/m}^2$ |
|   |                                | Costo specifico sostenuto $C =$ | 62,33   | €/m <sup>2</sup>  |
| INCENTIVO ECONOMICO   |                                |                                 |   |   |
| Valore massimo Incentivo $I_{max} =$  | € 70.000,00                    | Incentivo annuo $I_a =$         | € 1.072,40  | Incentivo TOTALE $I_{tot} =$ € 5.362,00                   |
| <i>(con <math>I_{tot} \leq I_{max}</math>)</i>  |                                |                                 |   |   |

### 9.3 ISOLAMENTO INVOLUCRO OPACO

Si prevede l'isolamento delle chiusure verticali e orizzontali opache dell'edificio con le seguenti modalità in base alla tipologia costruttiva esistente.

- Tutta la copertura sarà soggetta a demolizione della finitura in guaina bituminosa, coibentazione e ripristino con medesima finitura. Le lavorazioni prevedono la posa in opera di isolamento termo-acustico in lana di vetro. Per raggiungere la trasmittanza massima consentita per accesso al Conto Termico 2.0 in zona E, pari  $0,20 \text{ W}/(\text{mq K})$  saranno necessari 12 cm.

- Tutte le pareti disperdenti verranno rivestite mediante materiale termoisolante e fonoisolante a "cappotto", costituito da polistirene espanso sinterizzato elasticizzato da 100 mm, addizionato con grafite, densità  $15 \div 18 \text{ kg}/\text{m}^3$ , con successiva posa in opera di rasante-collante su tutto il perimetro. Il sistema è finito con intonaco e tinteggiatura. La trasmittanza da raggiungere dovrà essere di  $0.23 \text{ W}/(\text{mq K})$ .

La stima di spesa è riportata in tabella 9.3.1. ed è stato calcolato considerando le tariffe del prezzario lavori pubblici regione Sicilia 2022.

| Voce computo     |   | Prezzo Unitario | Quantità | Prezzo Totale      |
|------------------|---|-----------------|----------|--------------------|
| <b>COPERTURA</b> |   |                 |          |                    |
| -                | Rimozione di finitura in guaina bituminosa  | 5,00            | €/mq     | 150,00 € 750,00    |
| 21.1.9           | Demolizione di massetti di malta, calcestruzzi magri, gretonati e simili, di qualsiasi spessore, compreso il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, escluso il trasporto a rifiuto  | 2,04            | €/mq*cm  | 1500,00 € 3.060,00 |
| 12.2.4.1         | Fornitura e posa in opera di isolamento termo – acustico orizzontale su solai, porticati, terrazze, ecc., realizzato con pannelli rigidi delle dimensioni non inferiori ad $1 \text{ m}^2$ , in lana di vetro idrorepellente trattata con resina termoindurente, rivestiti su una faccia con uno strato di bitume di elevata ... spessore di mm $30 \div 60$ ; conduttività termica $\lambda$ dichiarata a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ di $0,037 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; stabilità dimensionale = 1% secondo le prove previste dalle norme EN 1604, ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte<br>1) spessore del pannello cm 3 | 28,32           | €/mq     | 150,00 € 4.248,00  |
| 12.2.4.2         | 2) sovrapprezzo per ogni cm in più  | 54,00           | €/mq     | 150,00 € 8.100,00  |
| 5.1.10.1         | Massetto di sottofondo per pavimentazioni in conglomerato cementizio per strutture non armate o debolmente armate, in ambiente secco classe d'esposizione X0 (UNI 11104), in ambiente umido senza gelo classe ... in alto, il carico, il trasporto, lo scarico, la stesa e la livellatura nonché ogni onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. collocato all'esterno degli edifici. doppio strato  | 18,86           | €/mq     | 150,00 € 2.829,00  |

|                 |   |         |         |         |             |
|-----------------|---|---------|---------|---------|-------------|
| 12.1.4          | Fornitura e posa in opera di strato di isolamento con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura ... di 20 cm, tiri in alto ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte  | 11,54   | €/mq    | 150,00  | € 1.731,00  |
| 21.1.25         | Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si eseguono i lavori o nella discarica del comprensorio di cui fa parte il comune medesimo o su aree autorizzate al conferimento, di sfabbricidi classificabili non inquinanti provenienti da lavori eseguiti all'interno del perimetro del centro edificato, per mezzo di autocarri a cassone scarrabile, compreso il nolo del cassone, esclusi gli oneri di conferimento a discarica.   | 32,26   | €/mc    | 20,00   | € 645,20    |
| <b>CAPPOTTO</b> |   |         |         |         |             |
| -               | Dismissione, accatastamento in cantiere e/o presso deposito indicato dall'Amministrazione Comunale e/o D.L. per successivo rimontaggio di tutti gli elementi esterni e/o interni ai prospetti del plesso scolastico   | 1500,00 | a corpo | 1,00    | € 1.500,00  |
| 21.1.11         | Rimozione di intonaco interno od esterno eseguito con qualsiasi mezzo, compreso l'onere del carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, escluso il trasporto a rifiuto.  | 4,00    | €/mq*cm | 500,00  | € 2.000,00  |
| 12.2.8.3        | Fornitura e posa in opera di rivestimento termoisolante e fonoisolante a "cappotto" su superfici esterne verticali ed suborizzontali, conformi ad un ETA (European Technical Assessment) rilasciato al fabbricante da un TAB (Technical Assessment Bodies) in accordo con l'EAD 040083-00-0404 con tutti i suoi componenti, ... riflessione della luce maggiore di 20 compresi gli eventuali risvolti di raccordo. Compresa la preparazione delle superfici con fondo di ancoraggio a base di resine sintetiche copolimere, gli sfridi e quanto altro occorra per dare l'opera a regola d'arte. Eventuali interventi di consolidamento dei supporti sono da computarsi a parte.<br>3) pannelli spessore 6 cm - Finitura con intonaco acrilossilanico antimuffa e antialga | 109,76  | €/mq    | 250,00  | € 27.440,00 |
| 12.2.9          | Sovrapprezzo di cui alla voce 12.2.8, per ogni cm in più di spessore oltre i 6 cm. - per ogni cm di spessore. Per isolamento a 10 cm  | 4,00    | €/mq    | 1000,00 | € 4.000,00  |
| 26.1.1          | Approntamento di ponteggio in elementi portanti metallici (sistema a telaio), compreso il nolo, manutenzione e controllo per i primi 30 giorni, realizzato per interventi ad altezze superiori a m 3,50, costituito ... i primi 30 giorni a decorrere dall'ultimazione del montaggio m <sup>2</sup> € 8,15 75,28% (€ 6,14) 2) munito dell'autorizzazione ministeriale di cui all'art. 131 e del progetto di cui all'art. 133 del D.Lgs. 81/2008, per ogni m <sup>2</sup> di ponteggio in opera misurato dalla base e per i primi 30 giorni a decorrere dall'ultimazione del montaggio   | 8,15    | €/mq    | 450,00  | € 3.667,50  |

|               |   |      |      |         |                    |
|---------------|---|------|------|---------|--------------------|
| 26.1.2        | Nolo, manutenzione e controllo di ponteggio in elementi portanti metallici (sistema a telaio), realizzato per interventi ad altezze superiori a m 3,50, costituito in opera compreso i pianali in legno o metallo, le tavole ferma piede, i parapetti, le scale interne di collegamento tra pianale e pianale, gli ancoraggi affinché il ponteggio sia efficacemente ... della normativa di sicurezza vigente, escluso l'illuminazione.<br>- per ogni m <sup>2</sup> di ponteggio in opera misurato dalla base e per ciascuno dei successivi mesi o frazione di mese non inferiore a 25 giorni, dopo i primi 30 giorni<br>Previsti ulteriori 3 mesi | 1,55 | €/mq | 1350,00 | € 2.092,50         |
| 26.1.3        | Smontaggio ad opera ultimata di ponteggio di cui alla voce 26.1.1, compreso il carico in cantiere, il trasporto e lo scarico al deposito. - per ogni m <sup>2</sup> di ponteggio in opera misurato dalla base   | 3,60 | €/mq | 450,00  | € 1.620,00         |
| <b>TOTALE</b> |   |      |      |         | <b>€ 63.683,20</b> |

Tab 9.3.1: computo isolamento involucro opaco

I benefici si avrebbero sulle dispersioni dell'involucro e di conseguenza sulle spese per la climatizzazione invernale ed estiva. Da un bilancio energetico svolto col software Termolog 13, della Logical Soft, si ha un calo di circa il 20% della quota parte dell'energia elettrica utilizzata per la climatizzazione

**MANCA ANALISI COSTI BENEFICI, IN ATTESA DI CONOSCERE REALI CONSUMI DELLA PALAZZINA**

L'incentivo ottenibile sarebbe di 23.181,60 €.

| ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI OPACHE DELIMITANTI IL VOLUME CLIMATIZZATO |                          |                          |  |  |  |                                  |
|---|--------------------------|--------------------------|--|--|--|----------------------------------|
| DATI GENERALI   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Comune in cui è previsto l'intervento                                     | Zona climatica           | Durata incentivo         | Superficie complessiva interessata dall'intervento |  |  |                                  |
| Enna  | E                        | 5 anni                   | Coperture<br>S <sub>ed</sub> = 150 m <sup>2</sup>  | Pavimenti<br>S <sub>ed</sub> = 0 m <sup>2</sup>    | Pareti perimetrali<br>S <sub>ed</sub> = 250 m <sup>2</sup> |                                  |
| Spesa per isolamento:   | Coperture<br>€ 21.363,20 | Pavimenti<br>€ 0,00      | Pareti perimetrali<br>€ 42.320,00                  | Investimento iniziale <sub>Tot</sub> = € 63.683,20 |  |                                  |
| REQUISITI TECNICI DI SOGLIA   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Trasmittanza coperture ≤  | 0,2 W/m <sup>2</sup> K   | Trasmittanza pavimenti ≤ | 0,25 W/m <sup>2</sup> K                            | Trasmittanza pareti ≤                              |  |                                  |
| 0,23 W/m <sup>2</sup> K   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| DATI SUGLI INTERVENTI   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Intervento COPERTURE  | esterno                  | Intervento PAVIMENTI     | interno  | Intervento PARETI                                  |  |                                  |
| esterno   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Costo massimo ammissibile : C <sub>max</sub> =                            | 200 €/m <sup>2</sup>     | 50% (Incentivo)          | C <sub>max</sub> =                                 | 100 €/m <sup>2</sup>                               | 50% (Incentivo)  | C <sub>max</sub> =               |
| 100 €/m <sup>2</sup>  |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Costo specifico sostenuto : C =   | 142,42 €/m <sup>2</sup>  |                          | C =  | 0,00 €/m <sup>2</sup>                              |  | C =                              |
| 169,28 €/m <sup>2</sup>   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| INCENTIVO ECONOMICO   |                          |                          |  |  |  |                                  |
| Incentivo massimo erogabile   | € 400.000,00             |                          | Incentivo TOTALE I <sub>tot</sub> =                | € 23.181,60  |  | Incentivo annuo I <sub>a</sub> = |
| € 4.636,32  |                          |                          |  |  |  |                                  |

## 9.4 INTERVENTO COMPLESSIVO

Si procederà adesso alla previsione progettuale di tutti gli interventi sopra descritti realizzati contemporaneamente, e attingendo agli incentivi previsti dal Conto Termico 2.0, come regolamento dal Decreto MISE 16/02/2016 con relativi allegati e regole applicative.

Per tale scopo è stato redatto un progetto per la riqualificazione energetica che consiste nella somma di tutti gli interventi descritti ai paragrafi precedenti e qui riassunti:

- sostituzione infissi
- relamping illuminazione interna
- isolamento dell'involucro opaco.

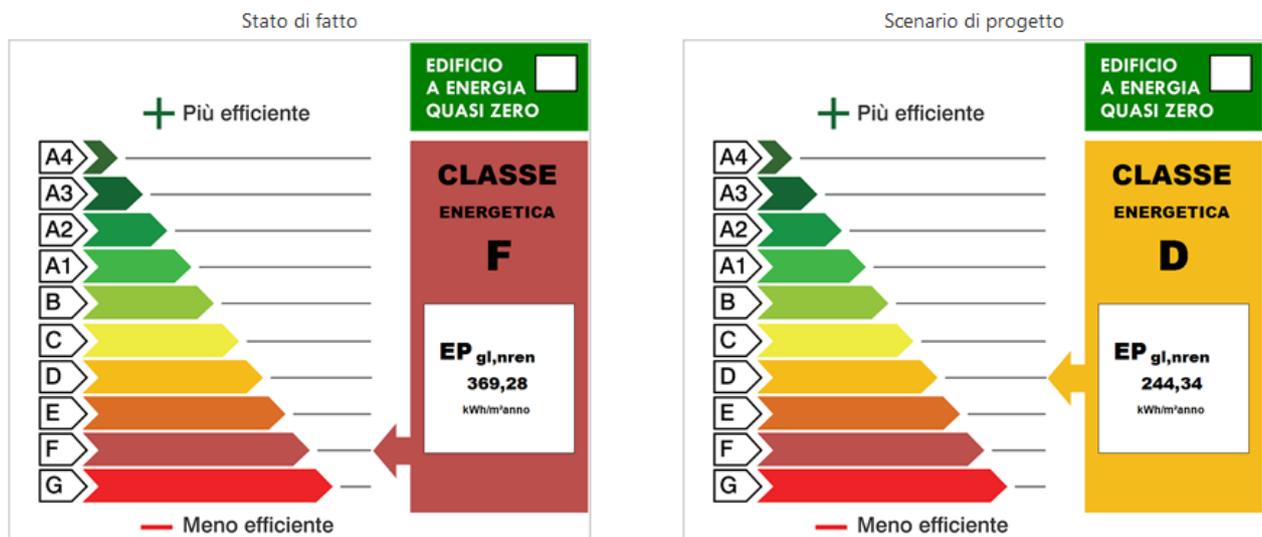


Fig 9.4.1: Risparmio energia primaria non rinnovabile

L'indice di prestazione energetica rinnovabile EP<sub>gl,ren</sub> passa invece da 89,00 kWh/m² annui a 58,90.

La sommatoria degli interventi, realizzati congiuntamente, porterà al risparmio di energia elettrica già visto nel paragrafo relativo a relamping, a cui va aggiunto il 45% della quota consumata per la climatizzazione, grazie agli interventi sull'involucro trasparente ed opaco.

**MANCA ANALISI COSTI BENEFICI, IN ATTESA DI CONOSCERE REALI CONSUMI DELLA PALAZZINA**

Il quadro riepilogativo della tabella 9.5.1 non tiene conto dei costi della sicurezza, dell'I.V.A. e della stima delle somme a disposizione della stazione appaltante. Tutto ciò in accordo su quanto previsto dalla normativa vigente.

Si stima un valore totale del progetto, sommando i lavori, di 239.500,10 €

Di questi, una parte possono essere recuperati dalla stazione appaltante in quanto rientrano nei casi che possono beneficiare dei contributi del Conto Termico 2.0. E' stato stimato un contributo totale di € 128.543,60, senza considerare IVA ed altri oneri che potrebbero rientrare nell'incentivo, laddove i massimali lo consentano

**MANCA ANALISI COSTI BENEFICI, IN ATTESA DI CONOSCERE REALI CONSUMI DELLA PALAZZINA**