



COMUNE DI FOGGIA

Corso Garibaldi n° 58 - FOGGIA
Servizio Lavori Pubblici/Edilizia Scolastica



Strategie Integrate di Sviluppo Sostenibile
"Rigenerazione urbana sostenibile"
P.O.R. FESR-FSE 2014-2020

**"LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALESTRA
DEL CENTRO DIDATTICO STATALE A. GABELLI"
NELL'AMBITO DEL P.O.R. FESR-FSE 2014-2020
REGIONE PUGLIA – ASSE PRIORITARIO XII "SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE"
AZIONE 12.1 "RIGENERAZIONE URBANA SOSTENIBILE"
STRATEGIA INTEGRATA DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE:
"IL BORGO REALE IL BORGO POSSIBILE".**

Sindaco

Dott. Franco Landella

Assessore all'Urbanistica

Dott. Francesco Paolo La Torre

Assessore ai Lavori Pubblici

Dott. Francesco Morese

Dirigente Coordinatore Area Tecnica

Ing. Francesco Paolo Affatato

Responsabile Unico del Procedimento:

Geom. Rocco Fatibene

Progettista:

Arch. Michele Pedone

Collaboratore:

Arch. Filomena de Mita:

PROGETTO ESECUTIVO

DIAGNOSI ENERGETICA + ALLEGATI

Allegato 1: Report Termografico
Allegato 2: Calcoli del Tempo di Riverbero
Allegato 3: APE ante operam
Allegato 4: APE previsionale post operam

ELABORATO

RS. 1

Novembre 2020

Indice

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 2 |
| 1.1 | OGGETTO DELL'INCARICO | 2 |
| 1.2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 6 |
| 1.3 | PROCEDURA DELLA DIAGNOSI ENERGETICA | 8 |
| 2. | ANALISI DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO ATTUALE | 9 |
| 2.1 | INFORMAZIONI SUL SITO..... | 9 |
| 2.2 | CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'EDIFICIO..... | 12 |
| 2.3 | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL'EDIFICIO..... | 14 |
| 2.4 | CARATTERISTICHE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE..... | 17 |
| 2.5 | TIPOLOGIE DI STRUTTURE DISPERDENTI | 21 |
| 2.6 | INDAGINI STRUMENTALI | 26 |
| 2.6.1 | ANALISI TERMOGRAFICA | 26 |
| 3. | INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI ENERGETICAMENTE CRITICI..... | 33 |
| 4. | CALCOLO DEI CONSUMI ANTE OPERAM E VALIDAZIONE DEL MODELLO | 38 |
| 4.1 | CLASSE ENERGETICA DELL'EDIFICIO ANTE OPERAM | 40 |
| 4.2 | VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO PER LA DIAGNOSI ENERGETICA..... | 41 |
| 4.2.1 | CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA' | 42 |
| 4.2.2 | FATTORE CORRETTIVO TRA MODELLO STANDARD E MODELLO ADATTATO ALL'UTENTE..... | 43 |
| 5. | ANALISI DELLE STRATEGIE PROGETTUALI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA | 44 |
| 5.1 | INTERVENTI ENERGETICO-AMBIENTALI PROGETTATI | 46 |
| 5.2 | CLASSE ENERGETICA POST-OPERAM PREVISTA | 50 |
| 5.3 | MIGLIORAMENTO ENERGETICO CONSEGUITO | 51 |
| 6. | RELAZIONE SUI PRINCIPALI INVESTIMENTI DERIVANTI DALL'INTERVENTO..... | 54 |

Allegato 1: Report Termografico

Allegato 2: Calcoli del Tempo di Riverbero

Allegato 3: APE ANTE OPERAM

Allegato 4: APE PREVISIONALE POST OPERAM

1. INTRODUZIONE

1.1 OGGETTO DELL'INCARICO

Come da incarico ricevuto al fine di candidare nell'ambito dell'invito alla presentazione di proposte per la riqualificazione energetica degli immobili, nel rispetto del DM 11/10/2017 sui CAM (Criteri Ambientali Minimi) da applicarsi negli appalti si riporta con la presente la diagnosi energetica condotta sulla palestra ed il sottostante teatro della scuola materna statale Gabelli sita a Foggia in via Saverio Capezzuto.

La scuola nel suo complesso è costituito da tre corpi di fabbricati, due adibiti ad aule e spazi didattici ed una all'ingresso del lotto dove sono presenti gli uffici amministrativi da un lato, la palestra ed il teatrino dall'altro lato. Le due ali della struttura sono divise tra loro dalla zona d'ingresso alla scuola. Tutto il fabbricato risulta riscaldato da una unica caldaia a metano avente potenze termica nominale pari a 327 kW. Il presente studio sarà riferito alla sola porzione della scuola dove è presente la palestra ed il teatrino, in entrambi gli ambienti sono presenti dei radiatori in ghisa senza valvole termostatiche o altri sistemi di controllo e gestione delle temperature interne. La potenza termica dei terminali presenti (palestra + auditorium) risulta pari a 61,56 kW, impegnando pertanto l'impianto centralizzato per il 20/23 % (dato variabile in funzione del rapporto da verificare che è presente tra la potenza dei corpi radianti installati e la potenza della caldaia).



Figura 1: inquadramento territoriale

Dal rilievo dell'impianto si sono rilevate delle anomalie dimensionali, ovvero mentre nel piano rialzato adibito a palestra, compreso i relativi servizi, si è rilevata una potenza termica installata pari a 47,16 kW a fronte di un volume totale da riscaldare pari a 2350 m³, pari a 20,1 W/m³, tenendo conto in aggiunta che le palestre vanno dimensionate considerando una temperatura interna di 18°C e non di 20°C in quanto sono maggiori i carichi interni dipendenti dall'attività che viene svolta al suo interno, nel piano seminterrato adibito a teatrino scolastico la potenza installata è pari a 14,40 kW a fronte di un volume da riscaldare di 1050 m³, pari a 13,7 W/m³, pertanto sottodimensionata rispetto alla palestra e totalmente inappropriata se si considera che tali ambienti devono essere dimensionati considerando una temperatura interna di 20°C.

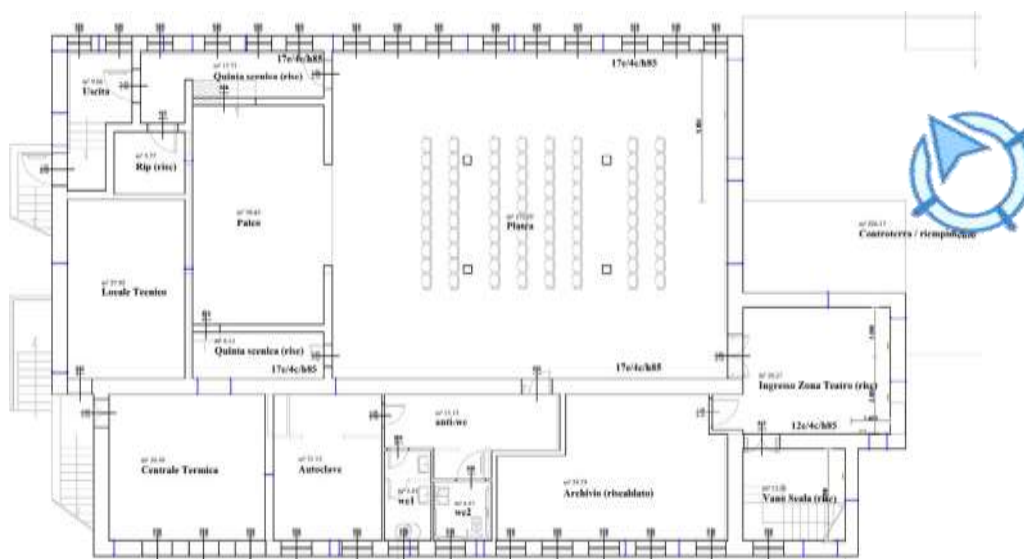


Figura 2: piano seminterrato adibito a Teatrino (modellazione in Termus)

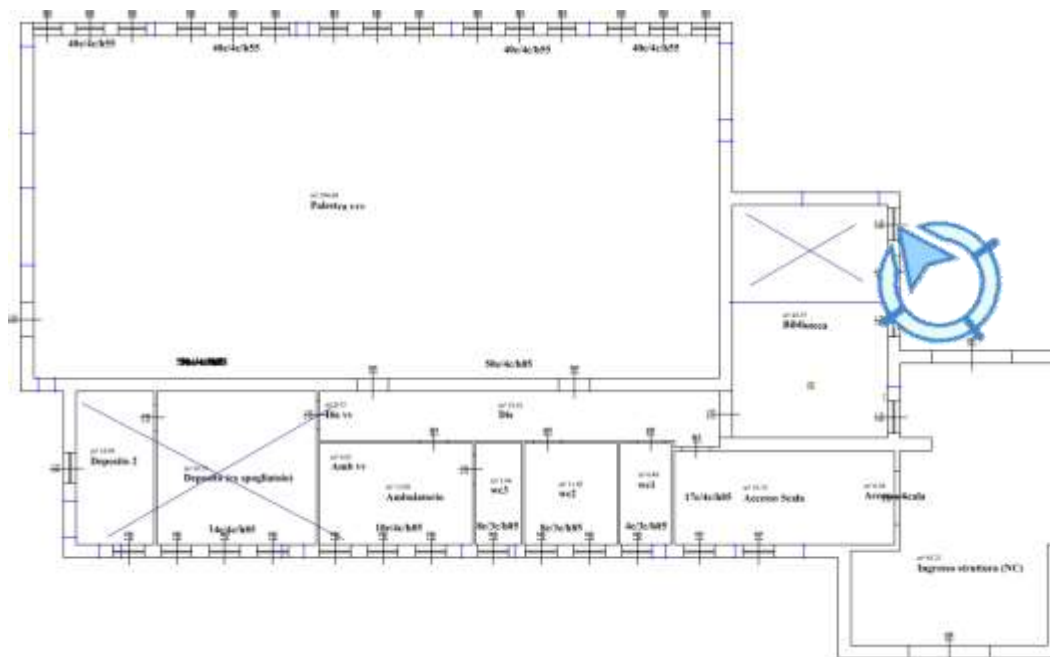


Figura 3: piano rialzato adibito a Palestra (modellazione in Termus)

Ai fini delle valutazioni energetiche connesse con la presente relazione è opportuno evidenziare sin da ora che non è stato possibile acquisire le bollette energetiche relative alla sola parte della struttura oggetto di indagine in quanto i consumi del metano ed elettrici vengono monitorati tramite un unico contatore per tutta la scuola. Per la determinazione della valutazione energetica dell'edificio è stato pertanto analizzato il fabbisogno teorico dell'immobile secondo il metodo previsto dalla serie UNI TS 11300 senza poterlo paragonare con i consumi energetici registrati reali per quanto attiene sia i consumi di gas che i consumi elettrici.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluogo in loco e per mezzo di indagini strumentali, ed attività documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministrazione Comunale.

Le simulazione sono state elaborate ai sensi della UNI 16212, proceduta Top-Down e Bottom-Up, della UNI 16247-2 e della serie UNI TS 11300 già citata in precedenza.

Lo scopo della Diagnosi Energetica eseguita è stato quello di riconoscere tipologie e prestazioni energetiche di impianti–involucro, nonché riconoscere quali sono le modalità di utilizzo delle diverse componenti e dei diversi dispositivi/impianti dell'edificio, al fine di ricostruire un bilancio degli usi energetici finali (termici ed elettrici) dell'immobile.

Negli edifici esistenti è possibile ridurre i consumi di energia intervenendo nei punti in cui la dispersione è più accentuata e una volta individuato dove si consuma più energia, per poi procedere a una valutazione dei possibili interventi di risparmio. Il risultato finale dello studio indica le criticità della struttura in esame e i possibili interventi da compiere per ridurre l'attuale consumo di energia e migliorare la vivibilità dell'edificio. Con gli interventi proposti sono indicati i costi che comportano e i risparmi ottenuti in modo da avere un pay-back cioè il tempo necessario per ammortizzare i costi sostenuti e iniziare a “guadagnare”.

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali della diagnosi energetica sono stati svolti in accordo con la UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti.

Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articolata in passaggi ben definiti, così sintetizzabili:

- l'analisi energetica dell'edificio (volta a fornirne un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l'edificio è provvisto);*
- la raccolta delle bollette (consumi storici) ed il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo);*

- l'individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici);
- il rapporto finale in merito alle valutazioni svolte ed alle raccomandazioni proposte;
- la verifica a posteriori del risparmio conseguito.

Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, rappresentato nella figura 2.

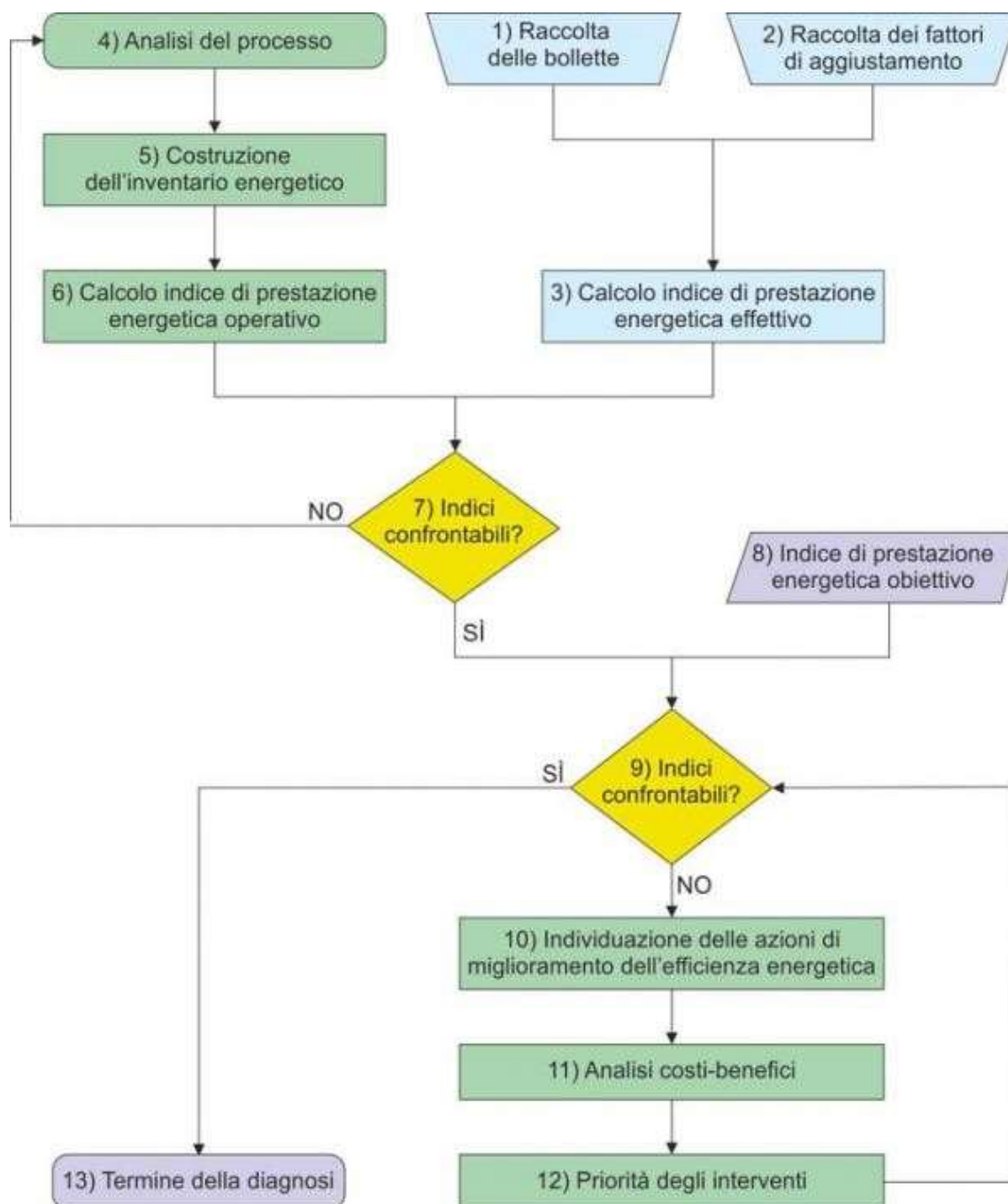


Figura 4: procedura della Diagnosi Energetica

1.2 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. 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. 03/03/11, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE";*
- *Legge 03/08/13, n.90: Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19/05/10, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;*
- *D.M. 26/06/2015, "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";*
- *D.M. 26/06/2015, "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", ai sensi dell'articolo articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, con relativi allegati 1 (e rispettive appendici A e B) e 2.*
- *D.M. 11/10/2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.*

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- *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 dalla quota di energia da fonti rinnovabili.*
- *UNI TS 11300-Parte 6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale 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)*

1.3 PROCEDURA DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La diagnosi energetica finalizzata alla determinazione della fattibilità degli interventi di efficientamento energetico richiesti si configura come una procedura di Audit energetico per il l'edificio oggetto della presente. 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.

L'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.) e nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità e 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 dell'ultimo anno/triennio 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.

Le simulazioni sono state eseguite con il software TERMUS-DIM certificato dal CTI ai sensi del D.Lgs. 192/05 e ss.mm.ii.

2. ANALISI DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO ATTUALE

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

L'edificio oggetto della presente fa parte del complesso scolastico Gabelli sito a Foggia, ed è adibito a palestra al piano rialzato ed a teatrino nel piano seminterrato.



Figura 5 : vista prospetto Nord verso la strada



Figura 6 : Vista prospetto Sud verso il cortile interno

L'edificio oggetto di monitoraggio risulta avere un volume riscaldato netto di circa 3400 mc suddivisi in 2350 mc adibiti a palestra, con relativi servizi, e 1050mc adibiti a teatrino. Altezza netta interna risulta pari a 5,90 metri in corrispondenza dell'ambiente destinato a palestra, di 3,30 metri negli ambienti perimetrali a servizio della palestra, e di 3,00 metri al piano seminterrato adibito a teatrino.

In centrale termica è presente una sola caldaia modello BALTUR da 326 kW in regola con i controlli di efficienza energetica e con rendimenti documentati del 92,5%.

Risulta assente sia l'acqua calda sanitaria che un impianto che possa assicurare una ventilazione meccanica controllata degli ambienti.

Il piano seminterrato risulta riscaldato solo in parte in quanto vi sono una serie di locali tecnici quali la centrale termica, il locale autoclave ed un locale tecnico aggiuntivo. La centrale termica ed il locale tecnico risultano accessibili dall'esterno, mentre il locale autoclave risulta accessibile dall'interno della struttura.



Figura 7 : Planimetria degli ambienti riscaldati (in rosso) presenti al piano seminterrato

Analizzando le esposizioni di rileva come la palestra abbia le vetrate esposta a nord ed ulteriormente ombreggiate da piantumazioni a foglia caduca. Gli apporti solari maggiori vengono pertanto accumulati nell'edificio tramite il solaio di copertura e le vetrate esposte a sud ma che sono di pertinenza degli spazi di servizio della palestra e del sottostante teatrino. Si riportano di seguito i diagrammi solati.



| | |
|------------|----------|
| 21/12 | |
| Ore 13:00 | |
| Elevazione | Azimut |
| 71.95° | 180.29° |
| Crepuscolo | |
| Alba | Tramonto |
| 04:24 | 19:35 |

* ora solare

Figura 8 : irraggiamento solare solstizio d'estate 21 giugno ore 12:00



| | |
|------------|----------|
| 21/06 | |
| Ore 13:00 | |
| Elevazione | Azimut |
| 25.09° | 181.07° |
| Crepuscolo | |
| Alba | Tramonto |
| 07:20 | 16:31 |

* ora solare

Figura 9 : irraggiamento solare solstizio d'inverno 21 dicembre ore 12:00

2.2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'EDIFICIO

| Dati di contesto | |
|--|--|
| Classificazione dell'edificio D.P.R. 419/93 art.3 | E.6(2) palestra ed assimilabili E.4(1) cinema e teatri |
| Provincia | Foggia |
| Comune | Foggia |
| Indirizzo | Via Capezzuto |
| Anno di costruzione | 1970 (ipotizzato) |
| Zona climatica - Gradi Giorno D.P.R. 412/93 All. A | D - GG 1530 |
| Giorni di riscaldamento D.P.R. 412/93 art. 9 | dal 1 novembre al 15 aprile 12 ore giornaliere |
| Temperature esterna di progetto nel periodo invernale | 0 °C |
| Temperature esterna di progetto nel periodo estivo | 33,9°C |
| Irradianza solare media mensile su piano orizzontale nel mese di massima insolazione | 313 W/m ² |
| Longitudine | 15,537938°E |
| Latitudine, | 41,467178°N |
| Altitudine | 76 m.s.l.m. |
| Dati generali edificio | |
| Tipologia di edificio | Edificio pubblico |
| Tipologia di struttura portante | Struttura mista in muratura e c.a. con tramezzi e solai in laterocemento |
| Numero di piani climatizzati | 2 piani (piano rialzato adibito a palestra, piano seminterrato adibito a teatrino) |
| Altezza netta dei locali [AltzM] | 5,90 m palestra 3,30 m ambienti a servizio della palestra 3,00 m piano seminterrato adibito a teatrino |
| Superficie netta calpestabile riscaldata [AreaN] | 830 mq (480 palestra + 350 teatrino) |
| Volume netto riscaldato [VImN] | 3400 mc (2350 palestra + 1050 teatrino) |
| Rapporto S/V [RpSV] | 0,5314 1/m |
| Rapporto Superficie Vetrata/Aria netta [RpSvtAn] | 0,1129 |
| Superficie di copertura (piano orizzontale) [AreaL] | 543 mq lordi |
| Superficie totale finestre disperdenti [SpfrVT] | 94 mq lordi |
| Superficie di pertinenza esterna | Presente ma non verificata |
| Trasmittanza media dell'edificio [H'T] | 1,19 W/mqK |
| Trasmittanza periodica media dell'edificio [Yie] | 0,25 W/mqK |
| Caratteristiche prevalenti dell' Involucro esterno per tipologia | |
| PARETE PERIMETRALE ESTERNE PALESTRA | CODICE M01 |
| Descrizione | Muratura portante esterna |
| Spessore | 45 cm |
| PARETI PORTANTI INTERNE | CODICE M02 |
| Descrizione | Muratura portante interna |
| Spessore | 30 cm |

| | | |
|---|---|--|
| PARETI PERIMETRALI ESTERNE TEATRINO | | CODICE da M07 |
| Descrizione | | Muratura portante con fodera in laterizio sul lato interno |
| Spessore | | 63 cm |
| SOLAIO DI COPERTURA | | CODICE S01 |
| Descrizione | | Solaio in laterocemento |
| Spessore | | 35 cm |
| SOLAIO A PAVIMENTO DALLA PALESTRA VERSO I SOTTOSTANTI LOCALI TECNICI | | CODICE S02 - Solaio con piastrelle |
| Descrizione | | CODICE S03 - Solaio con linoleum |
| Spessore | | Solaio in laterocemento |
| | | 30 cm |
| SOLAIO VERSO TERRENO / VESPAIO | | CODICE S04 |
| Descrizione | | Solaio in laterocemento |
| Spessore | | 28 cm |
| INFISSI VANO PALESTRA | | Codici dF05 |
| Descrizione | | Legno da 50 mm con vetro singolo |
| Sistemi di oscuramento | | Assente |
| INFISSI ALTRI AMBIENTI | | Codici F01 a F04 |
| Descrizione | | Telaio in metallo e doppio vetro con aria |
| Sistemi di oscuramento | | Assenti |
| Impianto di riscaldamento e produzione di ACS PRINCIPALE codice CT01 | | |
| Tipologia | Presenza di una caldaia | |
| Combustibile | Metano | |
| Fluido termovettore | Acqua | |
| Generatore 1 | Caldaia BALTUR modello BAR330 da 326 kW - Anno 2010 | |
| Pompe di circolazione | Bruciatore UNIGAS modello 960 da 523 kW | |
| Sistema di distribuzione | N° 1 Pompa "SINDER" modello T80-172, potenza nominale 0,75 Kw | |
| Sistema di regolazione | Tubazioni non isolate sottotraccia nella palestra e fuori traccia nel teatrino. | |
| Sistema di emissione | Assenza di sistemi di termoregolazione interna. | |
| | Radiatori in ghisa senza Valvole Termostatiche | |
| Impianto di Ventilazione Meccanica | | |
| impianto non esistente | | |
| Impianto di ACS- solare termico | | |
| impianto non esistente | | |
| Impianto solare fotovoltaico | | |
| impianto non esistente | | |

2.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL'EDIFICIO

Si riportano di seguito alcune foto che mettono in evidenza le caratteristiche dell'immobile oggetto di diagnosi ed alcune delle criticità visibile:



Figura 10: Radiatori zone palestra



Figura 11: radiatori zona teatrino



Figura 12: impianto fuoritraccia zona teatrino



Figura 13: impianto fuoritraccia zona teatrino



Figura 14: Infissi sala palestra



Figura 15: Infissi altri ambienti della struttura

2.4 CARATTERISTICHE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE

La fase successiva riguarda l'esame delle utenze termiche ed elettriche dell'edificio.

La stazione appaltanti ci ha fornito le bollette energetiche degli ultimi 3 anni, 2016 - 2017 - 2018 per il metano e solo l'intero 2018 per i consumi elettrici. La scuola tuttavia non ha adottato un sistema di contabilizzazione interna ed è pertanto per noi impossibile determinare la reale quota dei consumi di elettricità e metano associabili alla sola struttura dove è presente la palestra ed il teatrino.

CONSUMI REALI: BOLLETTE ENERGETICHE

I dati desunti sono riassunti nella tabella seguente:

| DATA INIZIO-FINE | CONSUMI | UDM | COSTO UNITARIO [€] |
|-------------------------|---------|-----------------|--------------------|
| Metano | | | |
| 01/01/2016 - 31/01/2016 | 3309.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/02/2016 - 29/02/2016 | 2484.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/03/2016 - 31/03/2016 | 1850.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/04/2016 - 30/04/2016 | 425.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/05/2016 - 31/10/2016 | 5.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/11/2016 - 30/11/2016 | 2142.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/12/2016 - 31/12/2016 | 3022.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/01/2017 - 31/01/2017 | 5807.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/02/2017 - 28/02/2017 | 3838.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/03/2017 - 31/03/2017 | 2146.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/04/2017 - 30/04/2017 | 515.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/05/2017 - 31/10/2017 | 3.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/11/2017 - 30/11/2017 | 2175.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/12/2017 - 31/12/2017 | 2576.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/01/2018 - 31/01/2018 | 3085.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/02/2018 - 28/02/2018 | 4257.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/03/2018 - 31/03/2018 | 3583.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/04/2018 - 30/04/2018 | 634.00 | Sm ³ | 0.55 |
| 01/05/2018 - 31/10/2018 | 1.00 | Sm ³ | 0.55 |
| Elettricità | | | |
| 01/01/2018 - 31/01/2018 | 5755.00 | kWh | 0.20 |
| 01/02/2018 - 28/02/2018 | 5355.00 | kWh | 0.20 |
| 01/03/2018 - 31/03/2018 | 4615.00 | kWh | 0.20 |
| 01/04/2018 - 30/04/2018 | 3870.00 | kWh | 0.20 |
| 01/05/2018 - 31/05/2018 | 3520.00 | kWh | 0.20 |
| 01/06/2018 - 30/06/2018 | 3890.00 | kWh | 0.20 |
| 01/07/2018 - 31/07/2018 | 2335.00 | kWh | 0.20 |

| | | | |
|-------------------------|---------|-----|------|
| 01/08/2018 - 31/08/2018 | 1550.00 | kWh | 0.20 |
| 01/09/2018 - 30/09/2018 | 1640.00 | kWh | 0.20 |
| 01/10/2018 - 31/10/2018 | 2705.00 | kWh | 0.20 |
| 01/11/2018 - 30/11/2018 | 4465.00 | kWh | 0.20 |
| 01/12/2018 - 31/12/2018 | 5490.00 | kWh | 0.20 |

CONSUMI MEDI MENSILI ED ANNUI DI METANO RIFERITI ALLA CENTRALE TERMICA

Consumi di metano medio /anno [mc]

15 536 mc

Costo medio /anno [€]

8 545 €

Costo unitario medio /anno [€/mc]

0,55

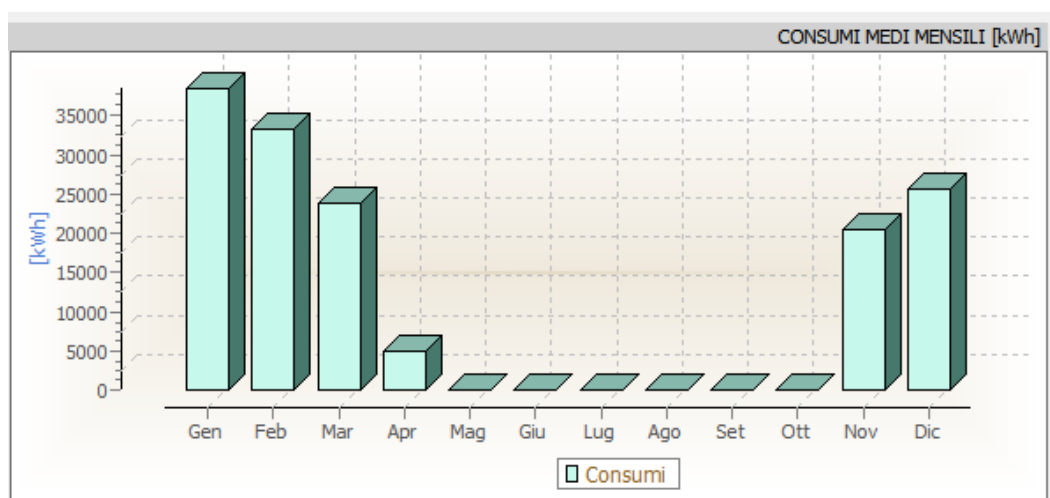


Figura 16 : Distribuzione consumi di Metano

CONSUMI MEDI MENSILI ED ANNUI DI ELETTRICITA' DELL'INTERA STRUTTURA SCOLASTICA

Consumi elettrici medio /anno [kWh]

45 190 kWh

Costo medio /anno [€]

9 940 €

Costo unitario medio /anno [€/kWh]

0,22

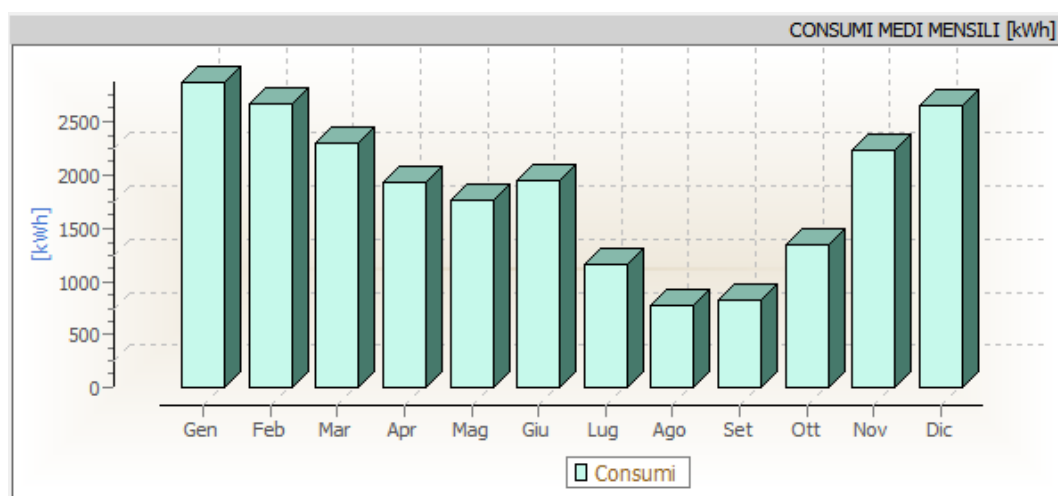


Figura 17 : Distribuzione consumi corrente Elettrica

Ai fini della corretta determinazione dei consumi energetici annui riferiti alla sola porzione di edificio oggetto di studio per vettore energetico si deve tener presente che non sono disponibili dati specifici bensì solo dati complessivi che interessano l'intero istituto scolastico.

Per quanto attiene i consumi di metano si è potuto derivare il consumo delle singole strutture riscaldate in funzione delle potenze termiche installate, infatti la potenza termica dei terminali presenti (palestra + auditorium) risulta pari a 61,56 kW, impegnando pertanto l'impianto centralizzato per il 20/23 % (dato variabile in funzione del rapporto da verificare che è presente tra la potenza dei corpi radianti installati e la potenza della caldaia). Pertanto i consumi di metano imputabili alla palestra / teatrino sono pari a 3570 mc per un costo annuo di 1960 €.

Maggiormente complessa è l'individuazione dei consumi elettrici in quanto il consumo registrato è relativo ai diversi usi possibili e non dipendenti solo dall'illuminazione. In ogni modo al fine di capire se i dati teorici sono congruenti con quelle TEORICAMENTE reali di può prendere come BASE LINE di riferimento quanto indicato nel prospetto G.12 della norma UNI 13790:2008:

prospetto G.12 Esempio di dati di ingresso convenzionali relativi all'occupazione

| Tipo di edificio | a | b | c | d | e | f | g | h | i) Altri tipi | | | | Unità di misura |
|--|--------------|-----------|--------|--------------------|----------|------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-----------|-----------------|---------------------------------------|
| Categoria di edificio | Appartamenti | Condomini | Uffici | Edifici scolastici | Ospedali | Ristoranti | Servizi per il commercio | Edifici per attività sportive | Sale d'assemblea | Edifici industriali | Magazzini | Edifici interme | |
| Dati d'ingresso | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura interna di regolazione in inverno | 20 | 20 | 20 | 20 | 22 | 20 | 20 | 18 | 20 | 18 | 18 | 28 | °C |
| Temperatura interna di regolazione in estate | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 28 | °C |
| Area per persona (occupazione) | 60 | 40 | 20 | 10 | 30 | 5 | 10 | 20 | 5 | 20 | 100 | 20 | m ² /persona |
| Flusso termico medio per persona | 70 | 70 | 80 | 70 | 80 | 100 | 90 | 100 | 80 | 100 | 100 | 60 | W/persona |
| Apporto metabolico per area di pavimento climatizzata | 1,2 | 1,8 | 4,0 | 7,0 | 2,7 | 20,0 | 9,0 | 5,0 | 16,0 | 5,0 | 1,0 | 3,0 | W/m ² |
| Tempo di presenza giornaliero (media mensile) | 12 | 12 | 6 | 4 | 16 | 3 | 4 | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | h |
| Consumo annuale di energia elettrica per area di pavimento climatizzata ^{a)} | 20 | 30 | 20 | 10 | 30 | 30 | 30 | 10 | 20 | 20 | 6 | 60 | kWh/m ² |
| Portata del fabbisogno di energia elettrica all'interno della parte climatizzata dell'edificio | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | |
| Portata d'aria esterna per area di pavimento climatizzata ^{a)} | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 0,7 | m ³ /(h × m ²) |
| Portata d'aria esterna per persona | 42 | 28 | 14 | 7 | 30 | 6 | 7 | 14 | 5 | 14 | 30 | 14 | m ³ /(h × persona) |
| Fabbisogno di energia termica per l'acqua calda per area di pavimento climatizzata ^{a)} | 10 | 20 | 10 | 10 | 30 | 60 | 10 | 80 | 10 | 10 | 1,4 | 80 | kWh/m ² |

a) Questi valori si riferiscono all'area climatizzata lorda, calcolata sulle dimensioni esterne dell'edificio. Quest'area comprende tutti gli ambienti climatizzati contenuti all'interno dello strato di isolamento termico. Per esempio, un vano scala interno non riscaldato (ma riscaldato indirettamente) è compreso, ma una cantina no.

Tale norma anche se non indica un maniera diretta un consumo annuo di energia elettrica per edifici tipo "EDIFICI SCOLASTICI" o "EDIFICI PER ATTIVITA' SPORTIVE" si può rilevare come si può considerare un consumo standard di riferimento pari a 10 kWh/mq annuo. Poichè tale consumo è omnicomprensivo dei vari assorbimenti e poichè nell'edificio oggetto di monitoraggio il consumo energetico è caratterizzato prevalentemente dall'illuminazione, dai locali tecnici per il riscaldamento e l'autoclave e dalla presenza di distributore automatico, si può ritenere congruo un consumo di energia elettrica totale pari a 10 kWh/mq

annuo, di questi si può però si deve considerare che l' 80% sia dipendente dall'illuminazione e l'impianto di riscaldamento/acqua calda.

Pertanto si ottiene un consumo teorico di:

| <i>Palazzina</i> | <i>Superficie utile</i> | <i>Consumo elettrico TEORICO secondo RIFERIMENTI NAZIONALI</i> |
|----------------------|-------------------------|--|
| <i>Palestra</i> | <i>480 mq</i> | <i>3840 kWh</i> |
| <i>Teatrino</i> | <i>350 mq</i> | <i>2800 kWh</i> |
| <i>Totale</i> | <i>830 mq</i> | <i>6640 kWh</i> |

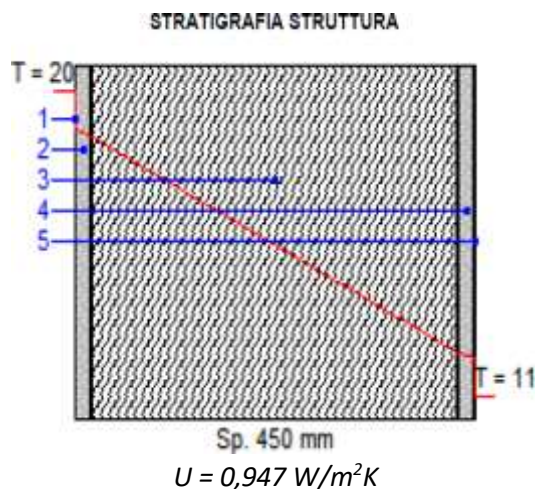
A fronte di un consumo totale di energia elettrica per gli usi previsti ai fini delle valutazioni energetiche secondo le UNI TS 11300, di 45190 kWh si può ritenere il consumo stimato in linea con consumi reali di edifici simili prendendo come riferimento la UNI 13790:2008, ovvero la palestra / teatrino indice sui consumi di energia elettrica totale della struttura scolastica per un 18%. Pertanto i costi energetici imputabili alla parte della scuola oggetto di analisi (per l'illuminazione, riscaldamento e acqua calda sanitaria) si possono ritenere pari a 1'460 €

Pertanto i costi energetici totali a carico della palestra / teatrino sono stimabili in 3420 euro/anno.

2.5 TIPOLOGIE DI STRUTTURE DISPERDENTI

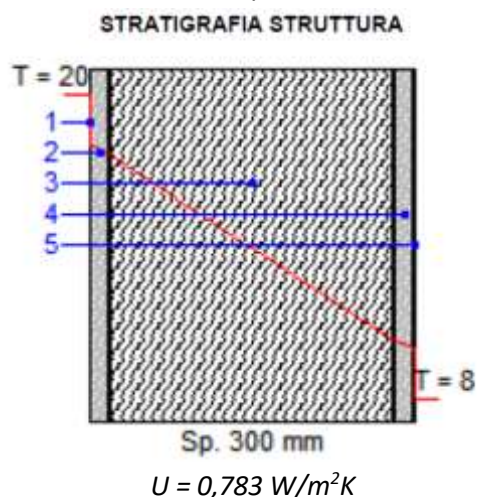
La stratigrafia dei muri, solai e la composizione degli infissi è stata considerata così composta:

M01 - Muratura esterna zona palestra



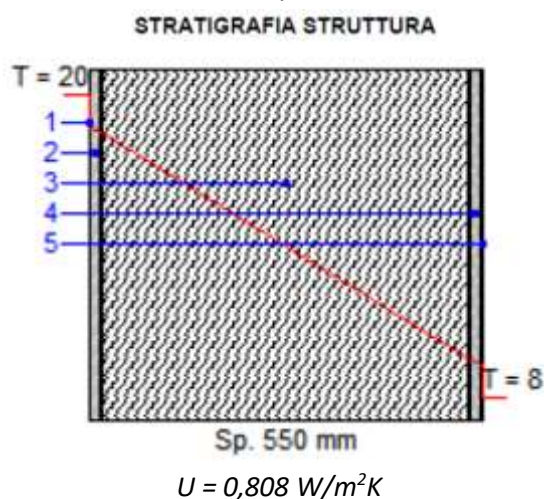
| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 |
| 2 | Intonaco interno. | 20 |
| 3 | Blocchi di tufo | 410 |
| 4 | Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK. | 20 |
| 5 | Adduttanza Esterna | 0 |

M02: Muratura interna portante



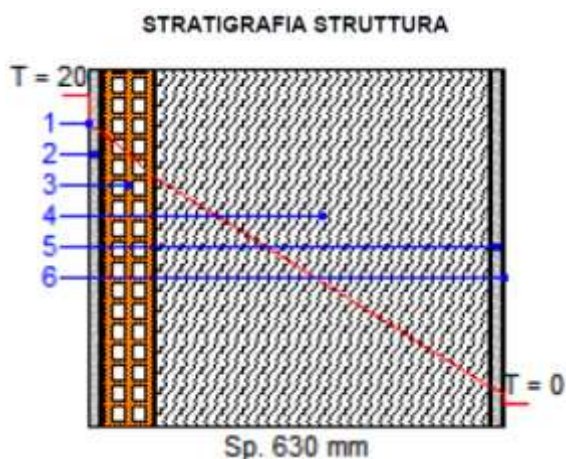
| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 |
| 2 | Intonaco interno. | 20 |
| 3 | Blocchi di tufo | 260 |
| 4 | Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK. | 20 |
| 5 | Adduttanza Esterna | 0 |

M06: Muratura esterna piano seminterrato



| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 |
| 2 | Intonaco interno. | 20 |
| 3 | Blocchi di tufo | 510 |
| 4 | Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK. | 20 |
| 5 | Adduttanza Esterna | 0 |

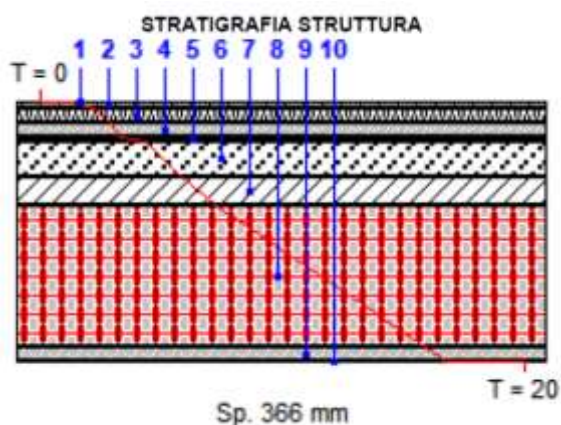
M07: Muratura esterna teatrino con fodera interna in laterizio



$$U = 0,742 \text{ W/m}^2\text{K}$$

| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 |
| 2 | Intonaco interno. | 20 |
| 3 | Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80 | 80 |
| 4 | Blocchi di tufo | 510 |
| 5 | Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK. | 20 |
| 6 | Adduttanza Esterna | 0 |

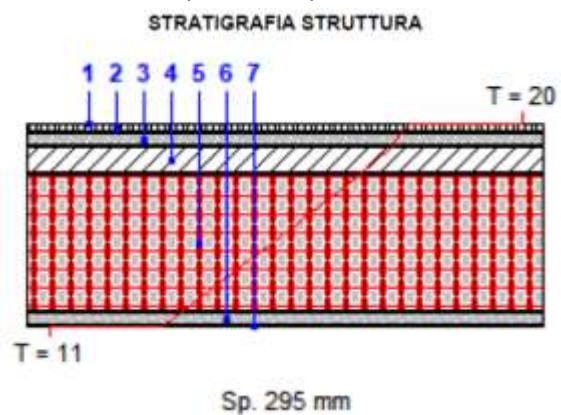
S01: Solaio di copertura



$$U = 1,591 \text{ W/m}^2\text{K}$$

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 |
| 2 | Guaina Impermeabilizzazione 4+4 mm | 8 |
| 3 | Piastrelle | 20 |
| 4 | Malta di cemento. | 20 |
| 5 | Guaina Impermeabilizzazione 4+4 mm | 8 |
| 6 | Massetto ordinario | 50 |
| 7 | Calcestruzzo armato | 40 |
| 8 | Blocco laterizio da 20-3 | 200 |
| 9 | Intonaco di calce e gesso. | 20 |
| 10 | Adduttanza Inferiore | 0 |

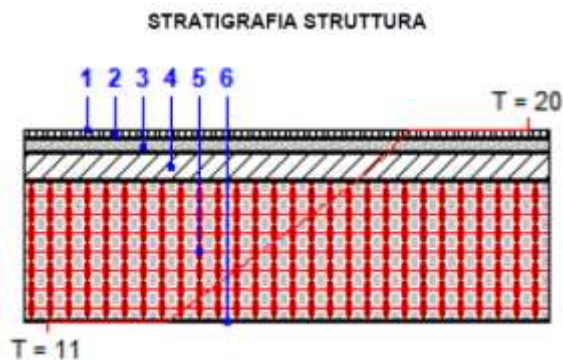
S02: Solaio interpiano con piastrelle



$$U = 1,401 \text{ W/m}^2\text{K}$$

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 |
| 2 | Piastrelle | 15 |
| 3 | Malta di cemento. | 20 |
| 4 | Calcestruzzo armato | 40 |
| 5 | Blocco laterizio da 20-3 | 200 |
| 6 | Intonaco di calce e gesso. | 20 |
| 7 | Adduttanza Inferiore | 0 |

S04: Solaio a pavimento verso terreno



Sp. 275 mm

$$U = 1,459 \text{ W/m}^2\text{K}$$

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] |
|----|--|-----------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 |
| 2 | Piastrelle | 15 |
| 3 | Malta di cemento. | 20 |
| 4 | Calcestruzzo armato | 40 |
| 5 | Blocco laterizio da 20-3 | 200 |
| 6 | Adduttanza Inferiore | 0 |

INFISSI "TIPO" F01 - Finestra 1 ante in metallo - Doppio vetro

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 0.414 | 0.246 | 2.760 | 2.800 | 7.000 | 0.080 | 4.703 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.38 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014 | | | | | | | | |



INFISSI "TIPO" F02 - Finestra 1 ante in metallo - Doppio vetro

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 0.506 | 0.254 | 2.860 | 2.800 | 7.000 | 0.080 | 4.507 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.38 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014 | | | | | | | | |



INFISSI "TIPO" F03 - Finestra 2 ante in metallo - Doppio vetro

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 0.550 | 0.330 | 4.280 | 2.800 | 7.000 | 0.080 | 4.762 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.38 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014 | | | | | | | | |



INFISSI "TIPO" F04 - Finestra 2 ante in metallo - Doppio vetro

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 1.324 | 0.548 | 7.880 | 2.800 | 7.000 | 0.080 | 4.363 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.38 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014 | | | | | | | | |



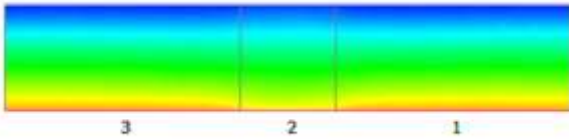
INFISSI "TIPO" F05 - Finestra 4 ante in legno monovetro

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 1.160 | 0.790 | 9.300 | 5.751 | 2.200 | 0.000 | 4.313 | 0.85 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.38 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Normativa | | | | | | | | |



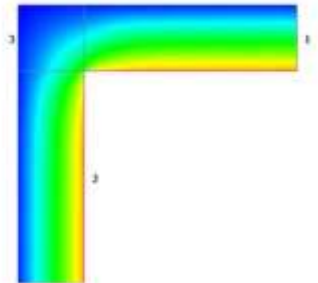
PONTI TERMICI PT01 - Pilastro

Trasmittanza Lineare: 0,30 W/mK



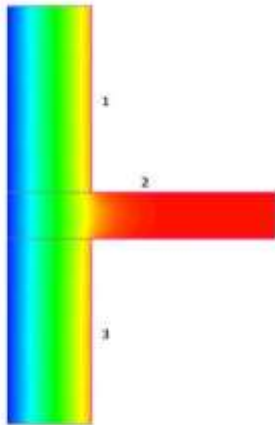
PONTI TERMICI PT02 - Angolo

Trasmittanza Lineare: 0,40 W/mK



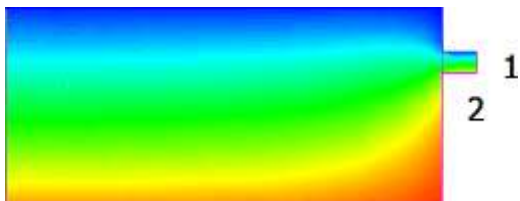
PONTI TERMICI PT03 - Cordolo

Trasmittanza Lineare: 0,27 W/mK



PONTI TERMICI PT04 - Nodo Infilso

Trasmittanza Lineare: 0,38 W/mK



2.6 INDAGINI STRUMENTALI

Ai fini della diagnosi energetica per la determinazione dei parametri tecnici dell'edificio è stato eseguito un monitoraggio termografico con impianto di riscaldamento acceso al fine di individuare con le zone caratterizzate da disomogeneità della distribuzione delle temperature superficiali.

2.6.1 ANALISI TERMOGRAFICA

Tra il 13 novembre 2018 ed il 26 gennaio sono state eseguite delle indagini termografiche dell'edificio al fine di verificare la presenza di ponti termici, la tipologia strutturale presente ed i punti maggiormente disperdenti dell'involucro.

Di seguito si riportano tutte le immagini termografiche eseguite, dalle quali si sono evinti:

- Trame murature non omogenee sulle murature esterne
- Grosse dispersioni termiche in corrispondenza del solaio di copertura e del nodo muro-infisso.

La strumentazione utilizzata è stata una termocamera FLIR THERMACAM B4, dotata di un campo di misura che va da -20°C a +100°C con una risoluzione termica di 0,08°C, precisione $\pm 2^\circ\text{C}$, $\pm 2\%$ e ripetibilità $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 1\%$. La valutazione dell'immagine è stata ottenuta impostando il "campo", chiamato anche "contrasto termico", cioè l'intervallo di temperatura effettivamente utilizzato e il "livello", detto anche "luminosità termica", che corrisponde al punto centrale del campo.

Nel presente lavoro è stata adottata un'analisi termografica qualitativa, con la finalità di ricercare difetti ed anomalie dell'involucro della u.i. oggetto della presente relazione.

Le anomalie termiche rilevate sono descritte nel report termografico riportato a seguire.

Tabella: Strumentazione Termografica Impiegata

| | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|
| Marca e Modello | Flir ThermoCAM B4 | |
| Risoluzione sensore IR | Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato, 320x240 (76800 pixel) | |
| Intervallo di Temperatura operativa | Da - 20 °C a +55 °C | |
| Campo visivo/distanza focale minima | 25° x 19°/0.3 m (obiettivo standard) | |
| Sensibilità termica (N.E.T.D.) | 0.08°C per tutto il range di misura | |
| Frequenza di acquisizione immagine | 25 Hz | |
| Campo Spettrale | 7,3 – 13 μm | |
| Messa a Fuoco | Manuale | |
| Precisione | $\pm 2^\circ\text{C}$; $\pm 2\%$ della lettura | |
| IFOV | 1 m \rightarrow 0,97 mm | 10 m \rightarrow 9,74 mm |
| HFOV | 1 m \rightarrow 0,31 m | 10 m \rightarrow 3,21 m |
| VFOV | 1 m \rightarrow 0,23 m | 10 m \rightarrow 2,34 m |

Tabella: Altra Strumentazione impiegata

| | |
|-----------------------------------|---|
| Termoigrometro | PCE-313° con Datalogger |
| Termometro a contatto (non usato) | PROTIMETER MMS PLUS con Hygrostick mod. BLD5800LH |
| Pirometro (non usato) | PCE-DPT1 |
| Endoscopio (non usato) | PCE-VE 300 |
| Monitoraggio Termoigrometrico | DATALOGGER TIPO TROTEC BL30 |

Ai fini dell'analisi sono stati inseriti dei valori di emissività dei materiali da banca dati basandoci sull'analisi visiva lo stabile il quale risulta realizzato in muratura e cemento armato. L'edificio risulta rifinito ad intonaco liscio sia sulle parti interne con emissività di 0,86. All'esterno la struttura risulta in parte intonacata ed in parte piastrellata con emissività.

Dettagli dei materiali
Foto interna




Foto Esterna



Durante i rilievi termografici erano presenti i seguenti dati climatici

Tabella: Dati atmosferici rilevati, riferiti alla giornata del rilievo

| Giorno | T Media | T min | T max | Precip. | Umidità | Vento Max | Raffica | Fenomeni |
|------------|---------|-------|-------|---------|---------|-----------|---------|---|
| 26/01/2019 | 7 °C | 5 °C | 9 °C | n/d | 81 % | 26 km/h | - |  |

Condizioni di irraggiamento

12 h prima dell'inizio della prova

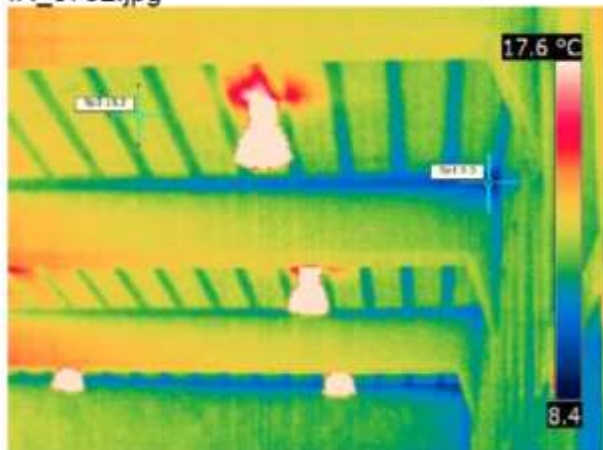
Le indagini termografiche sono state eseguite la mattina tra le ore 10:00 e le ore 12:00, la giornata è stata coperta dall'alba fino al pomeriggio

Durante la prova

Cielo coperto

Nel dettaglio si sono rilevati i seguenti ponti termici significativi, l'intero report è riportato in Allegato 1 alla presente relazione.

IR_0732.jpg

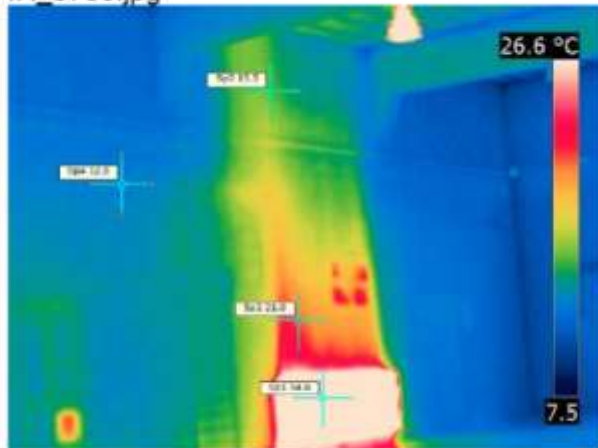


26/01/2019 10:54:42



- *Importante dispersione termica del solaio di copertura della palestra*

IR_0736.jpg

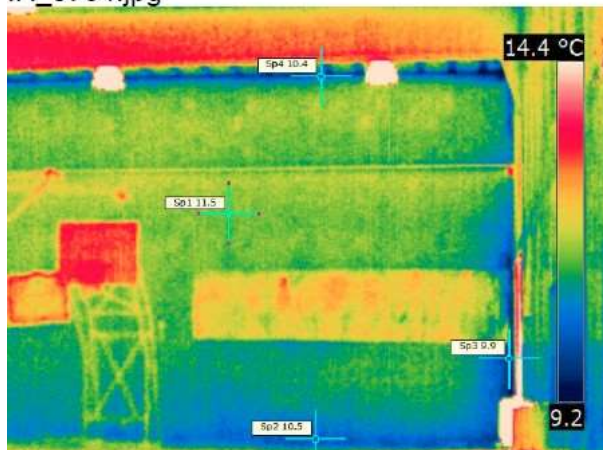


26/01/2019 10:55:04



- *Si rileva come i radiatori scaldino la parte superiore della palestra lasciando fredda la parte bassa*

IR_0734.jpg

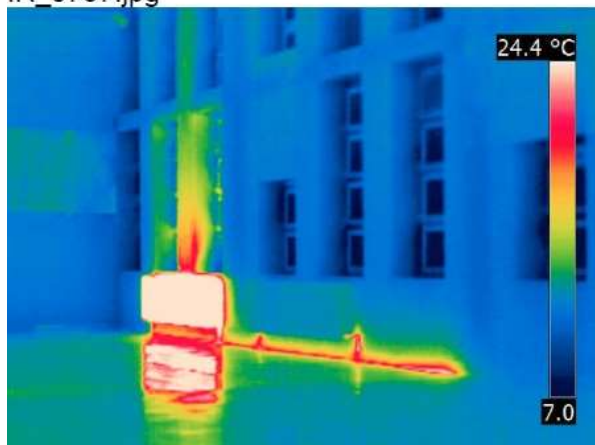


26/01/2019 10:55:04



- *Si rileva come i muri esterni della palestra sia freddi, e come le temperature scendano di ulteriori 1/2°C in corrispondenza dei nodi tra murature esterne e verso i solai.*

IR_0737.jpg

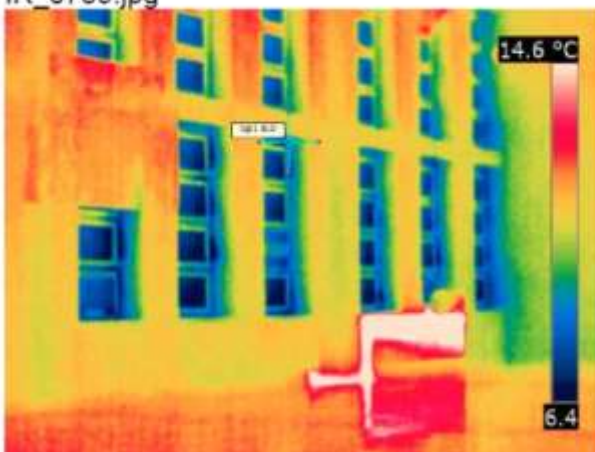


26/01/2019 10:56:10



- Si rileva come l'impianto di riscaldamento presenti dei problemi in quanto non si scalda in maniera omogenea tutta la rete e tutti i radiatori.

IR_0739.jpg

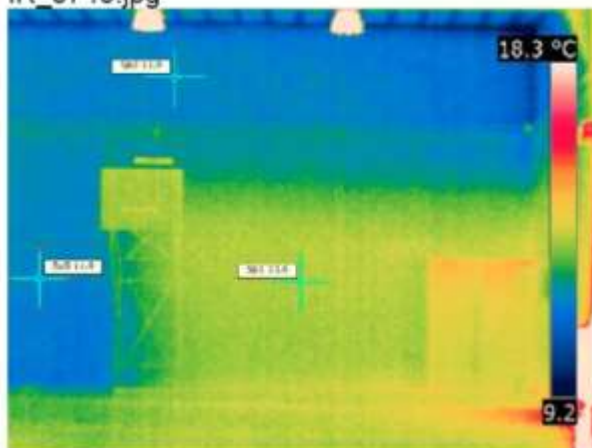


26/01/2019 10:57:01



- Si rileva una importante dispersione termica nel nodo muro-infisso.

IR_0740.jpg

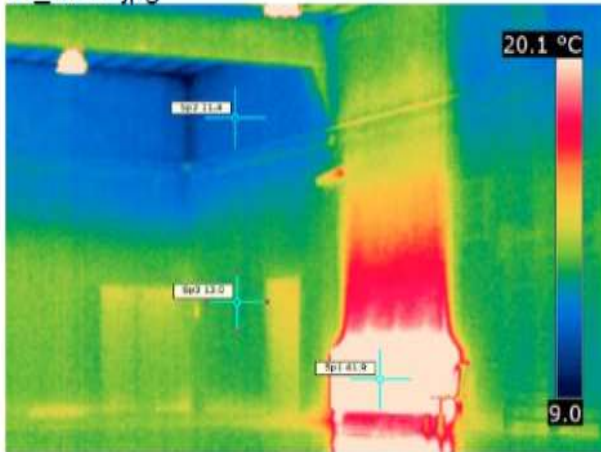


26/01/2019 10:57:46



- Si rileva come la muratura esterna sia fredda e come quella confinante con altri ambienti, in questo caso la biblioteca, risulta più calda.

IR_0742.jpg

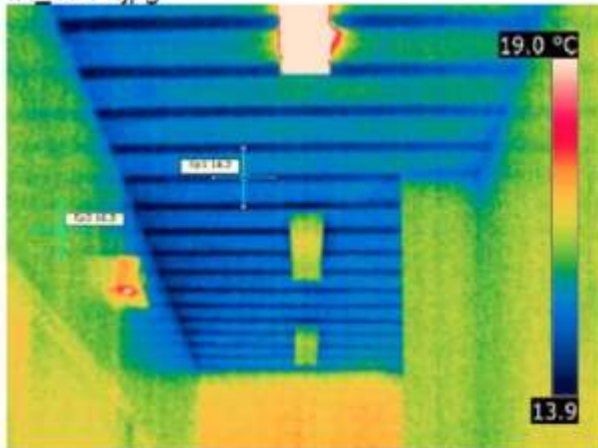


26/01/2019 10:58:12



- Si rileva come i radiatori scaldino la parte alta dell'ambiente tardando il riscaldamento della parte bassa vissuta ed usata per le attività scolastiche.

IR_0744.jpg



26/01/2019 11:00:10



- Si rileva la dispersione termica del solaio di copertura degli ambienti a servizio della palestra.

IR_0747.jpg



26/01/2019 11:01:39



- Si rileva un non corretta distribuzione del fluido termovettore nell'impianto di riscaldamento lasciando degli elementi freddi ed altri parzialmente riscaldati.

IR_0748.jpg



26/01/2019 11:07:49



- Si rileva la dispersione termica del solaio di copertura e del nodo muro-infisso presente nella biblioteca.

IR_0750.jpg



26/01/2019 11:16:54



- Si rileva la distribuzione dell'impianto termico fuoritracca presente al piano seminterrato.

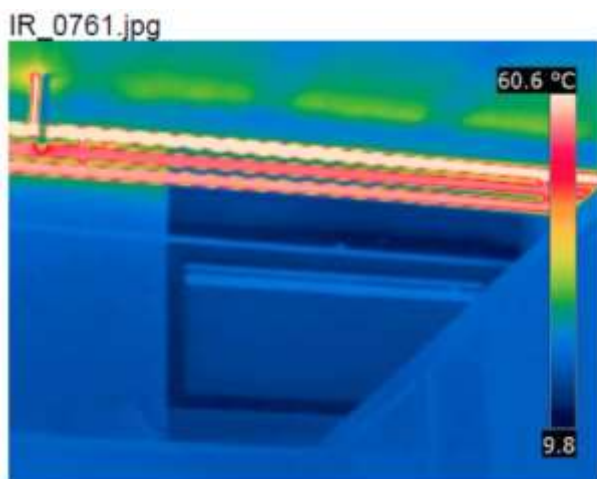
IR_0755.jpg



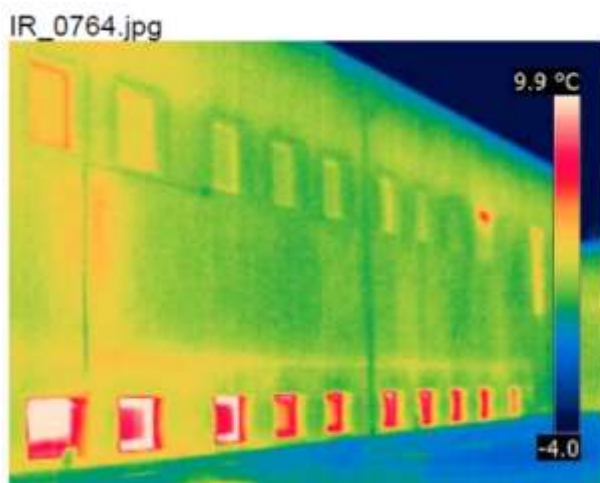
26/01/2019 11:18:15



- Si rileva la dispersione termica della rete di distribuzione e del radiatore presente un una nicchia del muro esterno controterra presente al piano seminterrato.



- Si rileva come la linea dell'impianto di riscaldamento fuoritraccia passi vicino alle finestre dei locali a servizio del teatrino presente al piano terra accentuando le sue dispersioni termiche.



- Osservando il prospetto della struttura verso il cortile si vede come le finestre presenti al piano seminterrato siano molto disperdenti a causa della rete di distribuzione fuoritraccia passante sul lato interno dell'infisso.

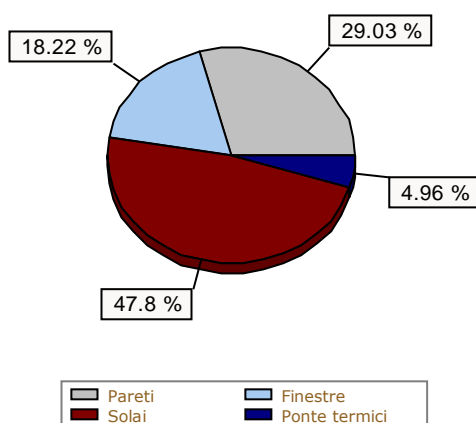


- Si rileva la canna fumaria della centrale termica a servizio dell'intero istituto scolastico e posizionata al piano seminterrato dei locali oggetto di diagnosi.

3. INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI ENERGETICAMENTE CRITICI

Dopo aver raccolto tutti i dati necessari, possiamo ad esaminarli, ma soprattutto a capire quali elementi sono maggiormente critici, al fine di migliorare l'efficienza energetica dell'edificio e valutare, nel paragrafo successivo le migliorie da apportare per ridurre i consumi di energia. I primo luogo concentriamo l'attenzione sull'involucro edilizio che confina verso l'esterno e verso ambienti non riscaldati. Per una visione più accurata si possono prendere in considerazione i seguenti grafici:

GRAFICO 1: INVOLUCRO



Dispersioni termiche suddivise per tipologie di elementi disperdenti

Dal primo grafico si evince come il 47,8 % delle dispersioni dipendono dallo scarso isolamento termico dei solai (di copertura ed a pavimento), un ulteriore 29,03 % dipende dallo scarso isolamento termico delle murature, il 18,22 % è legato alle prestazioni degli infissi, ed il restante 4,96% alla presenza diffusa di ponti termici non isolati.

Entrando nel merito delle singole componenti si riporta una tabella con le dispersione e la % di incidenza di ogni singolo componente costruttivo facente parte dell'involucro:

Dispersioni totali

| Componenti | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | Aliquota [%] |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Muri verticali | 23 662.33 | 28.66 | 15 436.65 | 29.66 |
| Solai superiori | 29 128.80 | 35.28 | 15 297.76 | 29.40 |
| Solai inferiori | 10 346.53 | 12.53 | 6 096.09 | 11.71 |
| Finestre | 15 339.03 | 18.58 | 12 532.65 | 24.08 |
| Ponti termici | 4 094.53 | 4.96 | 2 675.73 | 5.14 |
| Totale | 82 571.21 | 100.00 | 52 038.87 | 100.00 |

Si evince da questa seconda tabella come gli elementi maggiormente disperdenti siano il solaio superiore e le murature esterne.

Si riporta di seguito una tabella sintetica con tutti gli elementi disperdenti che compongono l'involucro, la loro superficie totale in netta e le caratteristiche termiche (trasmittanza) dei singoli componenti:

Muri verticali

| Tipo struttura | Superficie [m²] | U [W/m²K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|-------------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| M01 - Muratura 45 cm | 394.33 | 1.0351 | 13 161.37 | 55.62 | 9 050.24 | 0.0 | 58.63 |
| D01 Porta Accesso Esterno | 5.04 | 1.6578 | 278.39 | 1.18 | 187.77 | 0.0 | 1.22 |
| M01 - Muratura 45 cm | 9.65 | 0.9470 | 0.00 | 0.00 | 45.68 | 15.0 | 0.30 |
| M05 - Tramezzo 18/20cm | 13.35 | 1.3040 | 0.00 | 0.00 | 87.03 | 15.0 | 0.56 |
| D02 Porta Interna | 3.99 | 1.9618 | 0.00 | 0.00 | 39.14 | 15.0 | 0.25 |
| M02 - Muratura 30 cm | 23.40 | 1.2767 | 615.01 | 2.60 | 358.50 | 8.0 | 2.32 |
| M06 - Muratura 55 cm | 19.91 | 0.8079 | 331.17 | 1.40 | 193.04 | 8.0 | 1.25 |
| M07 - Muratura 55 cm + Fodera | 59.11 | 0.7418 | 841.18 | 3.55 | 309.50 | 0.0 | 2.00 |
| M06 - Muratura 55 cm | 195.80 | 0.8079 | 2 408.81 | 10.18 | 1 423.62 | 11.0 | 9.22 |
| M06 - Muratura 55 cm | 200.35 | 0.8711 | 5 079.33 | 21.47 | 3 172.34 | 0.0 | 20.55 |
| M01 - Muratura 45 cm | 6.70 | 0.9470 | 96.62 | 0.41 | 57.10 | 11.0 | 0.37 |
| M06 - Muratura 55 cm | 4.20 | 0.8079 | 0.00 | 0.00 | 16.97 | 15.0 | 0.11 |
| M05 - Tramezzo 18/20cm | 7.69 | 1.3040 | 206.36 | 0.87 | 120.29 | 8.0 | 0.78 |
| M03 - Tramezzo 10/12 cm | 13.97 | 1.9897 | 572.00 | 2.42 | 333.43 | 8.0 | 2.16 |
| D02 Porta interna | 1.78 | 1.9618 | 72.09 | 0.30 | 42.02 | 8.0 | 0.27 |
| Totale | 959.27 | | 23 662.33 | 100.00 | 15 436.65 | | 100.00 |

Solai superiori

| Tipo struttura | Superficie [m²] | U [W/m²K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|-------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| S01 Solaio di copertura | 480.82 | 1.5908 | 29 128.80 | 100.00 | 15 297.76 | 0.0 | 100.00 |
| Totale | 480.82 | | 29 128.80 | 100.00 | 15 297.76 | | 100.00 |

Solai inferiori

| Tipo struttura | Superficie [m²] | U [W/m²K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| S02 Solaio interpiano pavimentato | 80.34 | 1.4008 | 2 316.74 | 22.39 | 1 350.45 | 8.0 | 22.15 |
| S04 Pavimento verso interrato | 25.75 | 1.4592 | 572.24 | 5.53 | 338.20 | 11.0 | 5.55 |
| S02 Solaio interpiano pavimentato | 349.61 | 1.4008 | 7 457.54 | 72.08 | 4 407.45 | 11.0 | 72.30 |
| Totale | 455.70 | | 10 346.53 | 100.00 | 6 096.09 | | 100.00 |

Finestre

| Tipo struttura | Superficie [m²] | U [W/m²K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|-----------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| F05 - Infisso Palestra H195 | 58.50 | 4.3126 | 9 060.71 | 59.07 | 7 669.19 | 0.0 | 61.19 |
| F03 - 2 ante DV 115x100 | 14.97 | 4.5686 | 2 666.69 | 17.38 | 1 996.62 | 0.0 | 15.93 |
| F07 - Vetrocemento | 1.15 | 4.1883 | 0.00 | 0.00 | 32.25 | 15.0 | 0.26 |
| F04 - 2 ante DV 110x170 | 3.74 | 4.3625 | 581.70 | 3.79 | 421.16 | 0.0 | 3.36 |
| F02 - 1 anta DV Lx80 | 11.24 | 4.5069 | 2 023.59 | 13.19 | 1 693.51 | 0.0 | 13.51 |
| F01 - 1 anta DV 110x60 | 5.28 | 4.7025 | 1 006.33 | 6.56 | 719.93 | 0.0 | 5.74 |
| Totale | 94.88 | | 15 339.03 | 100.00 | 12 532.65 | | 100.00 |

Ponti termici

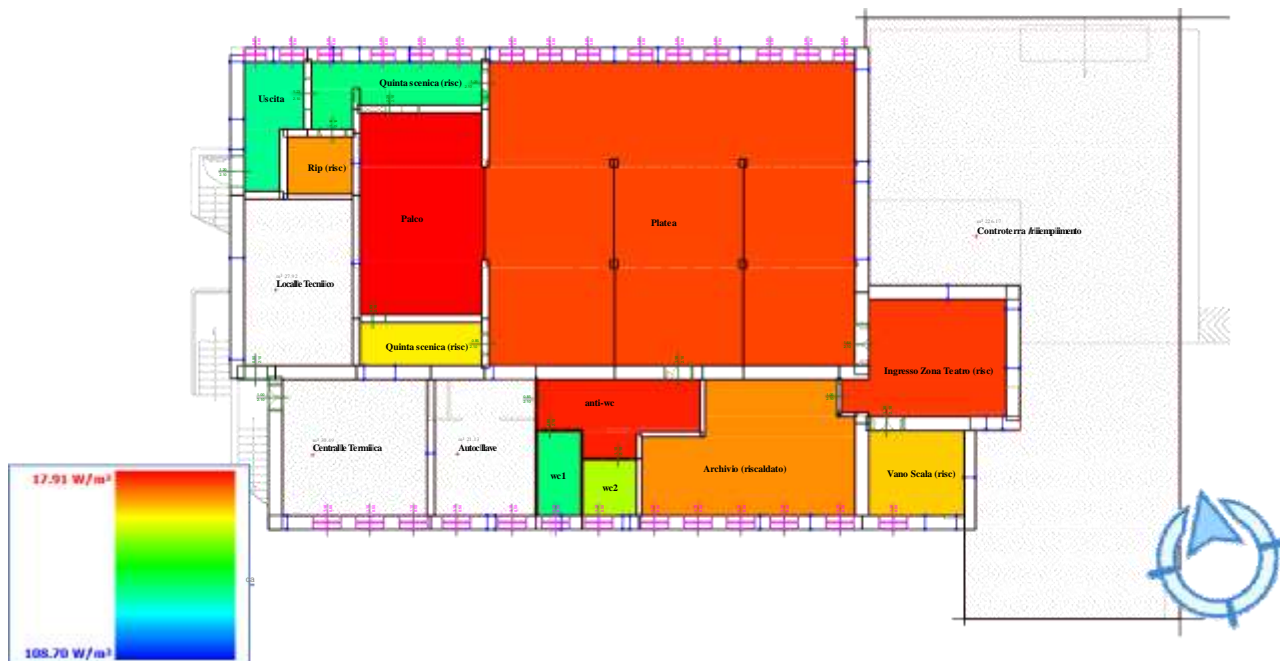
| Tipologia ponte | Lunghezza [m] | KI [W/mK] | HTR [K/W] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| PT01 Pilastro | 118.47 | 0.2950 | 34.9486 | 1 192.54 | 29.13 | 782.35 | 0.0 | 29.24 |
| PT02 Pilastro d'angolo | 59.90 | 0.4000 | 23.9600 | 817.58 | 19.97 | 533.52 | 0.0 | 19.94 |
| PT03 Cordolo | 201.51 | 0.2700 | 54.4074 | 1 856.52 | 45.34 | 1 225.74 | 0.0 | 45.81 |
| PT01 Pilastro | 9.00 | 0.2950 | 1.6018 | 54.66 | 1.33 | 31.86 | 8.0 | 1.19 |
| PT01 Pilastro | 6.00 | 0.2950 | 0.7899 | 26.95 | 0.66 | 15.93 | 11.0 | 0.60 |
| PT02 Pilastro d'angolo | 9.00 | 0.4000 | 1.6066 | 54.82 | 1.34 | 32.40 | 11.0 | 1.21 |
| PT03 Cordolo | 18.47 | 0.2700 | 2.2262 | 75.96 | 1.86 | 44.89 | 11.0 | 1.68 |
| PT03 Cordolo | 2.79 | 0.2700 | 0.4541 | 15.49 | 0.38 | 9.03 | 8.0 | 0.34 |
| Totale | | | | 4 094.53 | 100.00 | 2 675.73 | | 100.00 |

Analizzando i singoli elementi si rileva come gli elementi maggiormente disperdenti siano:

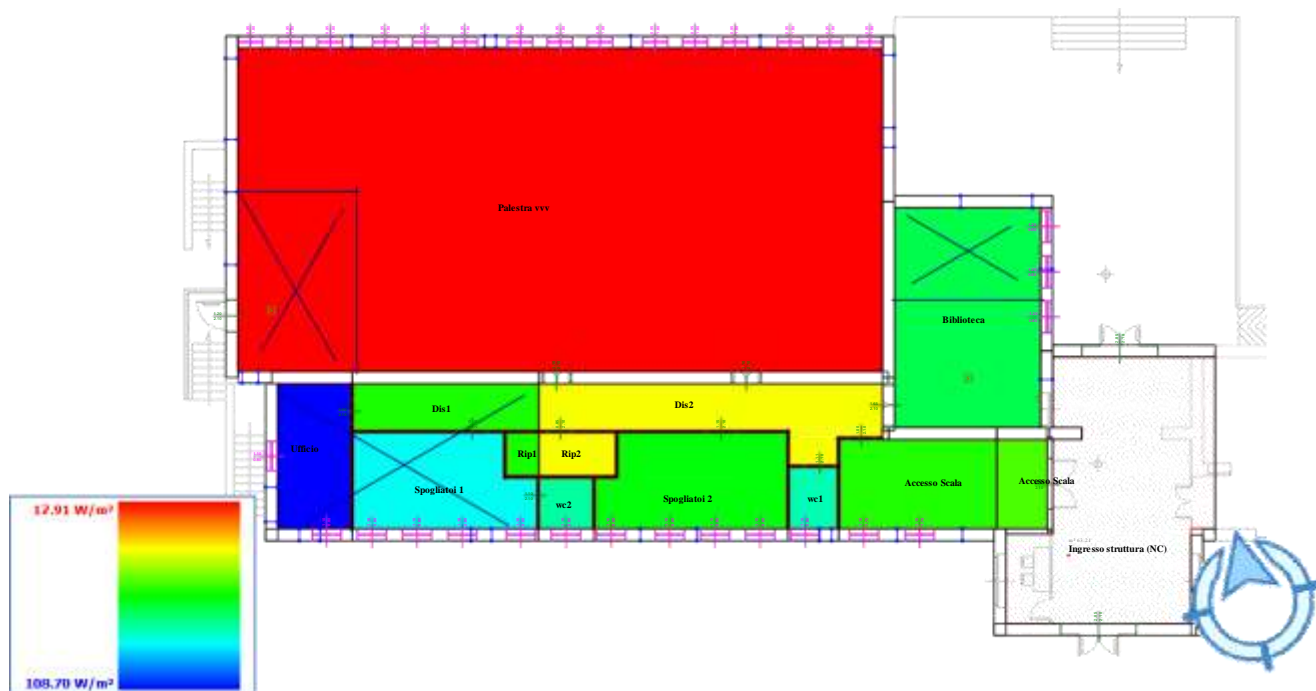
- 1) Solaio di copertura, la cui influenza sulla potenza termica dell'impianto è di 15,3 kW, al quale si deve aggiungere un ulteriore 1,2 kW dispersi tramite il ponte termico del cordolo perimetrale;
- 2) Muratura esterna da 45 cm al piano rialzato, con una influenza pari a 9,1 kW;
- 3) Gli infissi in legno/monovetro presenti nella palestra, con una influenza di 7,7 kW;
- 4) Solaio a pavimento del piano seminterrato con una influenza di 4,4 kW.

Le dispersioni comportano una **POTENZA TERMICA TOTALE**, compreso il fattore di ripresa considerato pari a 31 W/m^2 per riportare le temperature alle condizioni di comfort nel caso di sperimento dell'impianto di riscaldamento per oltre 8 ore, pari a 89.350 W , pari a circa 110 W/m^2 , ovvero 30 W/m^3 da riscaldare considerando una superficie netta di 830 mq ed un volume netto riscaldato di 3400 mc .

PIANO SEMINTERRATO - Potenza Termica richiesta dai singoli ambienti

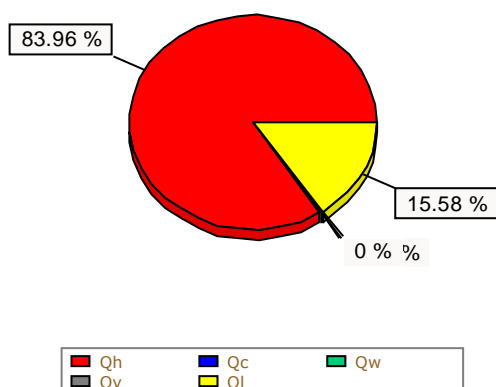


PIANO TERRA - Potenza Termica richiesta dai singoli ambienti



Suddividendo graficamente i fabbisogni di energia primaria otteniamo:

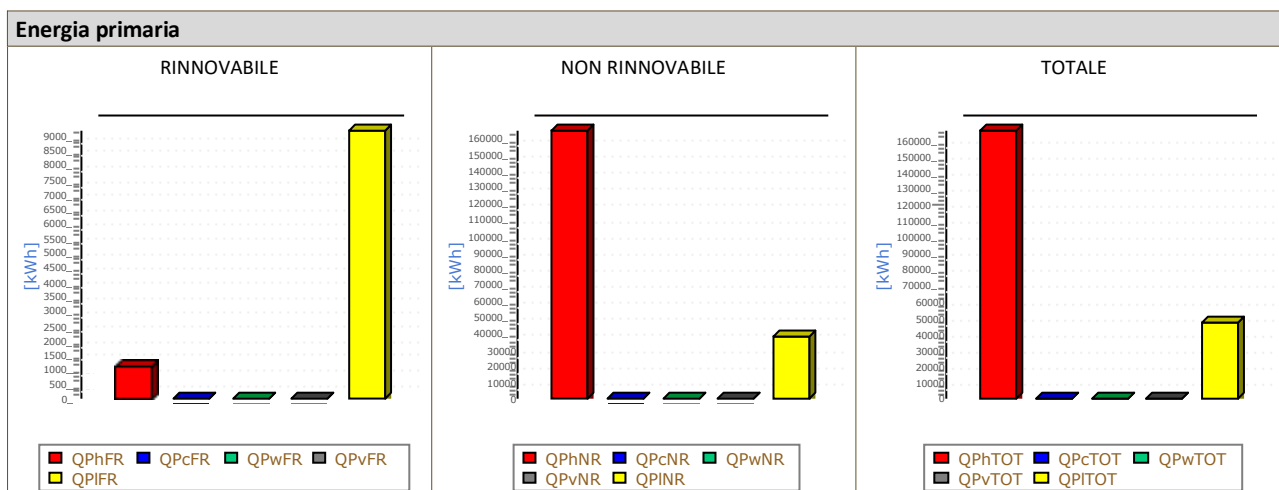
GRAFICO 2: FABBISOGNI



Fabbisogni di energia primaria suddivisi per servizi energetici

Dal secondo grafico si evincono come i maggiori Fabbisogni Termici dell'edificio siano rappresentati dal riscaldamento con ben l' 84% dei fabbisogni totali. il restante 16% è legato quasi totalmente ai consumi energetici per l'illuminazione ed una minima parte ai consumi elettrici dell'impianto di riscaldamento.

GRAFICO 3: CONSUMI DI ENERGIA PRIMARIA SUDDIVISI PER SERVIZI ENERGETICI



Dal grafico si evince come non siano impiegate fonti energetiche rinnovabili se non quelle direttamente connesse con la rete elettrica nazionale. Nel complesso i maggiori consumi li si hanno per il riscaldamento e per l'illuminazione artificiale. Risultano nulli i consumi energetici per la ventilazione meccanica interna, per il raffrescamento e per la mobilità interna in quanto assenti.

TABELLA 1: RENDIMENTI MEDI DEI SOTTOSISTEMI DI IMPIANTO

| | RISCALDAMENTO | | ACQUA CALDA SANITARIA | |
|------------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| Rendimento Emissione | EtaEh | 0.902 | EtaEw | 1.000 |
| Rendimento Regolazione | EtaRh | 0.921 | | |
| Rendimento Distribuzione | EtaDh | 0.871 | EtaDw | 0.700 |
| Rendimento Generazione | EtaGNh | 0.923 | EtaGNw | 0.850 |
| Efficienza media stagionale | η_H | 0,64 | η_w | 0,57 |

A seguito delle analisi svolte si sono potuti determinare i punti di criticità della struttura sui quali è necessario intervenire:

- 1) **Importanti dispersioni termiche a circa il 30 % del totale in corrispondenza del solaio di copertura della palestra e dei locali adiacenti.**
- 2) **Importanti dispersioni termiche degli infissi presenti nel locale adibito a palestra pari a circa 15% delle dispersioni totali (ovvero corrispondono al 61% delle dispersioni degli infissi i quali incidono per il 24% del totale)**
- 3) **Importanti dispersioni termiche in corrispondenza delle murature esterne presente al piano rialzato ed in particolare nel locale adibito a palestra. L'incidenza di tale elemento è pari al 17% delle dispersioni totali.**
- 4) **L'impianto di distribuzione inerente il riscaldamento non presenta sistemi di termoregolazione che riescono a regolare le temperature interne dei vari ambienti in maniera autonomo. L'impianto risulta inoltre:**
 - **sottodimensionato rispetto alle reali esigenze dei locali;**
 - **non in grado di separare il piano adibito a palestra dal piano adibito a teatrino i quali necessitano di orari di accensione e temperature interne differenti (palestra 18°C, teatrino 20°C);**
 - **non idoneo per gli ambienti presenti, vi sono grossi ritardi nel riscaldamento della palestra in quanto il sistema a radiatori scalda prevalentemente e prioritariamente la parte alta dei locali (la palestra è alta 5,90 metri) e successivamente la parte bassa vissuta per le attività scolastiche;**
 - **avere problemi nella distribuzione a causa di presenza di aria nell'impianto o di altri problemi connessi con il sistema di distribuzione del fluido termovettore;**
 - **avere la linea fuoritraccia e con tubazioni non coibentate.**
- 5) **E' assente un sistema dedicato alla palestra per la produzione di acqua calda sanitaria;**
- 6) **E' assente un impianto per il ricambio di aria nella palestra e nel sottostante teatrino;**
- 7) **E' Assenza di sistema per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili;**
- 8) **Sono presenti problemi di condensa interstiziale nel solaio di copertura e problemi di umidità lungo i muri del piano seminterrato verso la strada;**
- 9) **La palestra non rispetta il DPCM 05/12/1997 in relazione al tempo di riverbero rendendo l'ambiente non idoneo e confortevole per lo svolgimento di attività sportive, il tempo di riverbero attuale è infatti pari a 7,51 secondi come da calcoli allegati alla presente relazione.**

4. CALCOLO DEI CONSUMI ANTE OPERAM E VALIDAZIONE DEL MODELLO

I calcoli sono stati eseguiti con il software TERMUS-DIM

L'edificio in oggetto ricade tra gli edifici ad uso pubblico categoria E.6(2) palestra ed E4(1) cinema e teatri, come abbiamo già visto precedentemente. L'analisi dei valori dello stato attuale e dopo gli interventi proposti saranno calcolati in conformità ai metodi previsti dalla serie UNI TS 11300.

Ai fini della determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale la norma UNI 11300 parte 1 ha scopo lo di definire i metodi per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici, inclusa la trasmissione del calore nei componenti degli edifici e l'isolamento termico degli impianti installati negli edifici tramite procedure e regole per esprimere le principali proprietà termiche e i requisiti, metodi di calcolo e di prova, dati di input inclusi i dati climatici, effetti dell'umidità.

La specifica tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per riscaldamento e raffrescamento. La specifica tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008:

- 1) calcolo di progetto (design rating);*
- 2) valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (asset rating);*
- 3) valutazione energetica di edifici in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (tailored rating).*

La norma UNI EN ISO 13790:2008 presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambiente di un edificio e dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile. Tale norma può essere utilizzata per le seguenti applicazioni:

- valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;*
- confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;*
- indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;*
- stimare l'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia con e senza ciascuna misura;*
- prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.*

Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica di calcolo, come di seguito classificati.

| Tipo di valutazione | Dati di ingresso | | | Scopo ed applicazione |
|--|-------------------------|----------|----------|--|
| | Uso | Clima | Edificio | |
| di Progetto (Design Rating) | Standard | Standard | Progetto | Permesso di costruire, Certificazione o Qualificazione energetica del progetto |
| Standard (Asset Rating) | Standard | Standard | Reale | Certificazione o Qualificazione energetica |
| Adattata all'utenza (Tailored rating) | In funzione dello scopo | | Reale | Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione |

I metodi forniti dalla EN ISO 13790:2008 comprendono il calcolo dei seguenti termini:

- *lo scambio termico per trasmissione e ventilazione dell'edificio quando esso è riscaldato o raffrescato ad una temperatura interna costante;*
- *il contributo degli apporti termici interni e solari al bilancio termico dell'edificio;*
- *i fabbisogni annuali di energia termica per riscaldamento e raffrescamento, al fine di mantenere le temperature prefissate di regolazione all'interno dell'edificio.*

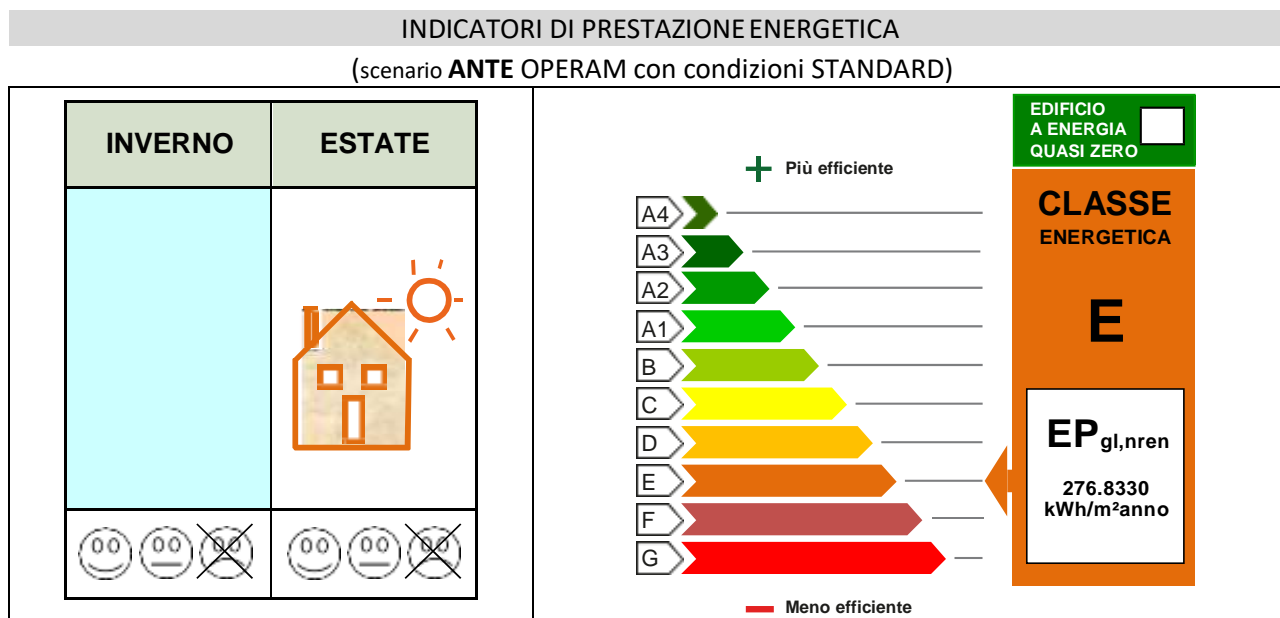
Ai fini della valutazione energetica dell'edificio oggetto della presente verrà usato il modello DESIGN RATING ed ASSET RATING non essendo possibile la creazione di un modello adattato sull'utenza in quanto non è possibile individuare i consumi specifici dell'edificio oggetto di valutazione in quanto assenti come già definito nelle premesse. Pertanto:

- 1) per la determinazione della Classe Energetica dell'edificio allo stato attuale ANTE OPERAM ed emissione del relativo Attestato di Prestazione Energetica si adotterà il metodo Standard (Asset Rating) in quanto tutti i dati dell'edificio sono riferiti a quanto realmente realizzato con le opportune semplificazioni definite dalla stessa UNI TS 11000 per gli edifici esistenti;*
- 2) per la determinazione della presunta Classe Energetica dell'edificio POST OPERAM allo stato futuro a seguito dell'attuazione degli interventi di efficienza energetica individuati in sede di diagnosi ed emissione del relativo Attestato di Prestazione Energetica "Presunto" si adotterà il metodo di Progetto (Design Rating) in quanto tutti i dati dell'edificio sono riferiti a quanto modificato progettualmente con le opportune semplificazioni definite dalla stessa UNI TS 11000.*

Si precisa che anche per la stima dei valori di risparmio energetico conseguibili sull'edificio oggetto di diagnosi si terrà conto del clima STANDARD secondo UNI 10349 in quanto non è possibile prevedere quali saranno le condizioni climatiche dei prossimi anni.

4.1 CLASSE ENERGETICA DELL'EDIFICIO ANTE OPERAM

Al fine di modellare lo stato reale dell'immobile e la sua prestazione energetica con uso e clima standard si è calcolata la classe energetica attuale dell'immobile, valutata in condizioni STANDARD come previsto dal DM 26/02/2015 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica" e dalla serie UNI TS 11300, corrispondete alla CLASSE E con un consumo di Energia Primaria Globale Non Rinnovabile pari a 276,83 kWh/m²anno e con prestazioni energetiche dell'involucro in regime invernale ed estivo scadenti.



Dall'analisi dei consumi di energia si evince come vi sia un consumo teorico di 18758 Sm³ di Metano e di ulteriori 22437 kWh elettrici inerenti i consumi per il riscaldamento, acqua calda ed illuminazione, a fronte di un indice di prestazione energetica totale (quota non rinnovabile pari a 276,83 kWh/m² + quota rinnovabile pari a 12,70 kWh/m²) di 289,53 kWh/m²anno con una emissione di CO₂ pari a 53,74 kg/m²anno.

| | FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE | Quantità annua consumata in uso standard | Indici di prestazione energetica globali ed emissioni |
|-------------------------------------|------------------------------|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Energia elettrica da rete | 22437.92 kWh | Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} 276.83 kWh/m ² anno |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gas naturale | 18758.93 Sm ³ | |
| <input type="checkbox"/> | GPL | | |
| <input type="checkbox"/> | Carbone | | Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} 12.70 kWh/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Gasolio e Oilio combustibile | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse solide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse liquide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse gassose | | |
| <input type="checkbox"/> | Solare fotovoltaico | | Emissioni di CO ₂ 53.74 kg/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Solare termico | | |
| <input type="checkbox"/> | Eolico | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleriscaldamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleraffrescamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Altro: | | |

4.2 VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO PER LA DIAGNOSI ENERGETICA

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche con i dati di consumo reali dell'impianto.

Per tale fino è stato possibile:

- 1) analizzare le bollette relative all'anno 2016, 2017 e 2018;*
- 2) rilevare i dati climatici reali coincidente con lo stesso periodo delle bollette ricevute;*
- 3) determinare in via empirica la curva termica giornaliera interna all'edificio durante il periodo di riscaldamento dello stesso.*

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello dell'edificio esaminato.

Per tale finalità è stata eseguita la seguente procedura:

- 1) si è realizzato un modello dell'edificio che ne simuli la sua reale configurazione sia in termini di involucro che di impianti;*
- 2) si sono variati i dati climatici inseriti nel software di calcolo passando da quelli standard secondo UNI 10349 a quelli rilevati nel periodo di monitoraggio dei consumi tramite le stazioni meteo di più vicine ed estratte dal sito www.ilmeteo.it;*
- 3) si sono variati i giorni di accensione dell'impianto termico in funzione del calendario scolastico della struttura;*
- 4) si è variata la temperature oraria interna la quale con il metodo standard è fissata di default a 18°C per la palestra e 20°C.*
- 5) A seguito dell'elaborazione del modello di calcolo con i parametri climatici ed uso STANDARD si è corretto il modello variando tali dati al fine di passare ad un modello ADATTATO ALL'UTENZA.*

I consumi stimati, valutati con la modellazione adattata all'utente (tailored rating), sono confrontati con i consumi reali, riportati nelle bollette energetiche, per ottenere i diversi fattori di congruità. Ai fini della verifica di congruità si faranno dei calcoli tenendo conto del consumo dei vettori energetici principali quantificati in kWh di Energia Primaria.

Determinato il consumo energetico STANDARD tramite un modello analitico, ed i consumi energetici REALI da BOLLETTA al fine di determinare i consumi energetici ADATTATI DALL'UTENZA e simulati tramite un modello analitico si è tenuto conto che:

- 1) l'edificio oggetto della presente è utilizzato per sei giorni a settimana con chiusura domenicale;*
- 2) che la struttura resta chiusa annualmente nei giorni festivi secondo in calendario scolastico;*
- 3) che il clima presente durante il periodo monitorato risulta essere differente da quello riportato nella UNI 10349 (usato comunque come riferimento per stimare gli interventi migliorativi proposti)*

Al fine di validare il modello ottenuto adattando il consumo standard a quello reale dell'utente si è determinato il fattore di congruenza come riportato di seguito:

$$\frac{(\text{CONSUMO REALE MEDIO}) - (\text{CONSUMO TEORICO ADATTATO ALL'UTENZA})}{(\text{CONSUMO TEORICO ADATTATO ALL'UTENZA})}$$

La scala di riferimento è la seguente:

| AFFIDABILITA' DEL MODELLO: CONGRUITA' | |
|---------------------------------------|--------------|
| ≤ 5% | ALTA |
| ≤ 10% | MEDIA |
| ≤ 15% | BASSA |
| > 15% | NON CONFORME |

4.2.1 CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA'

Il fattore di congruità è definito come rapporto fra i consumi di energia reale desunti dalle bollette e i consumi energetici valutati con il calcolo semistazionario.

Fattore di congruità C = 0,97

Congruietà: ALTA - MODELLO VALIDATO

Fattori di congruità suddivisi per combustibili e per servizi energetici

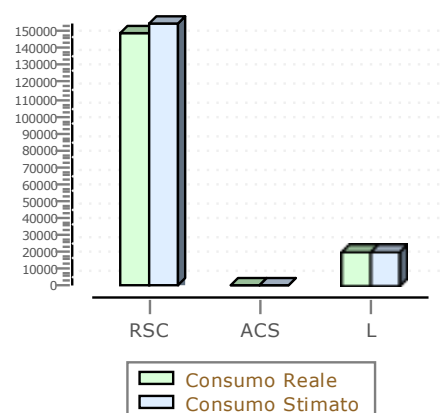
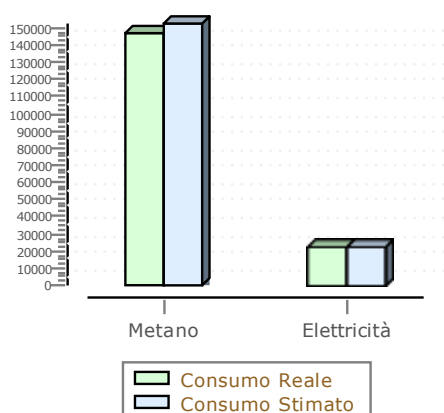
CENTRALE TERMICA: [Centrale Termica]

COMBUSTIBILE

| Nome | Consumo Reale | Consumo Stimato | Fattore Congruietà |
|-------------|---------------|-----------------|--------------------|
| Metano | 147465.675 | 152727.460 | 0.966 |
| Elettricità | 22595.000 | 21938.283 | 1.030 |

SERVIZI

| Nome | Consumo Reale | Consumo Stimato | Fattore Congruietà |
|------|---------------|-----------------|--------------------|
| RSC | 149578.321 | 154755.624 | 0.967 |
| ACS | 356.455 | 369.174 | 0.966 |
| L | 20125.899 | 19540.946 | 1.030 |



4.2.2 FATTORE CORRETTIVO TRA MODELLO STANDARD E MODELLO ADATTATO ALL'UTENTE

Rispetto al modello validato ai fini del calcolo degli interventi migliorativi si terrà conto del **CLIMA STANDARD E DELL'USO DELL'IMMOBILE IN TUTTE LE SUE ATTIVITÀ**, oltre che considerando correttamente riscaldati tutti gli ambienti della struttura in quanto potrebbero non raggiungersi in tutti gli ambienti le condizioni di comfort e/o alcuni ambienti attualmente non in uso potrebbero non essere riscaldati.

Nel contempo si determina anche il FATTORE CORRETTIVO TRA MODELLO STANDARD E MODELLO ADATTATO DALL'UTENTE CON CLIMA STANDARD in modo da poter avere un parametro di conversione tra i due metodi di calcolo che saranno adottati. Tale parametro verrà usato se si vogliono correlare i risultati ottenuti con il metodo standard usato per la CERTIFICAZIONE ENERGETICA con quelli ottenuti nel modello adattato all'utente per la DIAGNOSI ENERGETICA:

| MODELLI DI CALCOLO | unità di misura | FEN Fabbisogno Energetico Normalizzato |
|---|------------------------|--|
| Consumi Energetici in condizioni STANDARD | € | $22437.92 \text{ kWh} \times 0,22 + 18758.93 \text{ Sm}^3 \times 0,55 = 15253$ |
| Consumi Energetici in condizioni ADATTATE ALL'UTENTE | € | 3420 |
| FATTORE CORRETTIVO | - | 4,460 |

5. ANALISI DELLE STRATEGIE PROGETTUALI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Le strategie di efficientamento energetico perseguite seguono un approccio progettuale di tipo olistico, in cui le scelte non siano solo ridotte ad un'opzione impiantistica da applicare all'organismo architettonico, ma costituiscano parte integrante del percorso progettuale, attraverso l'integrazione di soluzioni bioclimatiche finalizzate all'uso di energie alternative e di apporti solari gratuiti, ripristinando l'agibilità dei luoghi e rendendoli immediatamente fruibili ed utilizzabili.

*L'intervento se effettuato nella totalità delle soluzioni proposte e da individuarsi come una **RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO E DELL'IMPIANTO** in quanto l'intervento non supera il 25% dell'intera superficie disperdente della struttura, come definito dal DM 26/06/2015, l'intervento non è pertanto nemmeno definibile come un intervento di ristrutturazione integrale in quanto non coinvolge il 100% dell'involucro e non prevede il rifacimento integrale degli impianti ma solo interventi in centrale termica, sui terminali e per l'integrazione con le fonti rinnovabili.*

In Italia, circa un terzo dei consumi energetici totali è dovuto al settore civile; di questi una buona percentuale, nonostante la mitezza del clima italiano, è dovuto al riscaldamento degli edifici. Questo è da attribuire principalmente alla scarsa qualità degli involucri che per circa i due terzi sono di costruzione anteriore alla legge 373/76 e non hanno subito interventi di riqualificazione energetica. Dal punto di vista normativo, già con la legge 10/91 il nostro Paese ha tentato di regolare i consumi energetici degli edifici introducendo concetti innovativi riferiti al sistema integrato edificio-impianto, anche se di fatto la mancanza di controlli e la mancata emanazione dei Decreti attuativi ne ha reso vana l'attuazione e l'efficacia sul miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici. Il D.lgs 192/2005 in attuazione della Direttiva Europea 2002/91/CE, aggiornato dal D.lgs 311/2006 e dal recente DPR 59/09, ha finalmente individuato in maniera decisa la necessità di valutare i consumi energetici degli edifici introducendo precisi valori di riferimento per le prestazioni energetiche. Tali decreti impongono la necessità di adottare un processo progettuale integrato indispensabile per raggiungere un progetto di qualità. Si richiede inoltre al progettista una maggiore consapevolezza anche su tematiche fino ad oggi poco considerate, quali la riduzione del fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva, per l'illuminazione degli ambienti e l'uso di energie rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria ed energia per usi elettrici.

Elevati livelli sia di qualità ambientale sia di qualità del manufatto architettonico, possono essere raggiunti solo attraverso un processo progettuale integrato, in cui le differenti figure professionali che lavorano sul progetto sono chiamate a definire tecniche e strumenti per raggiungere specifici obiettivi energetico ambientali dell'edificio valutandone al contempo le ricadute su altri obiettivi progettuali. In un tale contesto le scelte formali architettoniche e funzionali dell'edificio devono armonizzarsi con le

necessità di contenimento dei consumi energetici che sono oggi prioritari insieme al soddisfacimento dei requisiti di comfort globale.

Pertanto una progettazione volta al risparmio energetico deve saper controllare in maniera puntuale e precisa tre aspetti molto importanti: ambientale, tipologico e tecnico costruttivo:

Ambientale:

è necessario realizzare una progettazione attenta al clima del luogo, che tenga conto delle diverse condizioni stagionali di temperatura, umidità relativa, ventosità, irraggiamento solare e ombreggiamento.

Tipologico:

si devono opportunamente considerare le caratteristiche di forma dell'edificio, di orientamento, di distribuzione interna degli ambienti, della loro destinazione d'uso, della distribuzione e orientamento delle superfici trasparenti al fine di poter sfruttare gli apporti solari diretti nel periodo invernale e controllare l'irraggiamento nel periodo estivo oltre ad ottenere un adeguato livello di illuminazione naturale.

Tecnico costruttivo:

il comportamento energetico dell'edificio è influenzato pesantemente dal preciso controllo di parametri tecnico-costruttivi quali ad esempio l'isolamento termico efficace delle pareti opache, le prestazioni termiche elevate degli infissi, l'uso passivo dell'energia solare, l'utilizzo di tecnologie solari attive (pannelli solari) e utilizzo di tecnologie impiantistiche ad alto rendimento.

L'intervento nel suo complesso punta all'ottimizzazione dell'involucro minimizzandone le dispersioni termiche tenendo conto delle indicazioni evinte nella diagnosi dell'edificio allo stato attuale. Si riportano di seguito in maniera dettagliata i singoli interventi progettati al fine di garantire i requisiti energetico - ambientali richiesti.


5.1 INTERVENTI ENERGETICO-AMBIENTALI PROGETTATI

Viste le criticità rilevate e dati gli obiettivi da raggiungere in materia energetico - ambientale si è provveduto al miglioramento della classe energetica ed ambientale dell'immobile nel rispetto delle norme vigenti e dei requisiti minimi imposti dal bando tramite:

- a) L'isolamento termico del solaio di copertura andando a realizzare un tetto rovescio con un isolante di 16 cm in XPS avente resistenza alla compressione almeno CS300, il tutto rifinito con ghiaia di fiume bianca andando ad ottimizzare la l'efficienza della struttura nel periodo estivo.

|  | Trasmittanza [$\text{W/m}^2\text{K}$] | |
|---|---|---------|
| | ex ante | ex post |
| | 1,591 | 0,192 |
| Miglioramento dell'isolamento termico dell'88 %. La soluzione adottata eliminerà anche i problemi di condensa interstiziale attualmente presente. | | |


- b) Sostituzione degli infissi presenti nella palestra

|  | Trasmittanza [$\text{W/m}^2\text{K}$] | |
|---|---|--|
| | ex ante | ex post |
| | 5,571 $\text{W/m}^2\text{K}$ $g = 0,85$ $R_w \approx 32 \text{ dB}$ | 1,20 $\text{W/m}^2\text{K}$ $g < 0,35$ $R_w > 42 \text{ dB}$ |
| Miglioramento dell'isolamento termico dell'78% | | |


- c) Rifacimento degli intonaci interni presenti nella sola palestra in maniera da ridurre il tempo di riverbero presente e non in linea con il DPCM 05/12/97, per l'occasione di adatterà un intonaco acustico che faccia anche migliorare le prestazioni termiche della palestra tipo DIASEN ACUSTIK o in alternativa placcando la parete con prodotti idonei tipo CELENIT N o equivalenti.

| | | |
|---|---------------------------|---------|
|  | Trasmittanza [W/m^2K] | |
| | ex ante | ex post |
| | 1,035 | 0,846 |
| | Tempo di riverbero [s] | |
| | ex ante | ex post |
| | 7,51 | 1,21 |
| Miglioramento dell'isolamento termico dell'18% | | |
| Miglioramento acustico dell' 84% | | |

- d) Sostituzione dell'impianto di riscaldamento presente con due impianti distinti, uno a servizio del seminterrato per una gestione autonoma dello stesso, ed un secondo a servizio della palestra. L'impianto nel seminterrato sarà a pompa di calore aria-aria ed espansione diretta tramite dei fan coil e sarà in grado di generare caldo e freddo indipendente dal resto della struttura scolastica. L'impianto della palestra sarà gestito da una seconda pompa di calore aria-acqua e la realizzazione di un pavimento radiante, in alternativa nel caso in cui vi siano necessità economiche si può realizzare anche in questi spazi un sistema aria-aria ad espansione diretta ma con degli aerotermini che orientino il flusso d'aria calda verso il basso.

| | | |
|---|---------------------------------|---|
|  | Riscaldamento | |
| | ex ante | ex post |
| | CALDAIA A METANO E RADIATORI | POMPA DI CALORE ELETTRICHE FAN-COIL E PAVIMENTO RADIANTE |
| COP > 3,20 - EER > 3,00 | | |
| Potenza termica nominale 49 kW | | |


- e) verrà favorita la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili tramite l'installazione di 12 kWp di pannelli fotovoltaici sul solaio di copertura in corrispondenza della falda esposta ed ovest;

|  | Fotovoltaico | |
|---|--------------|---------|
| | ex ante | ex post |
| | ASSENTE | 12 KWp |
| | | |

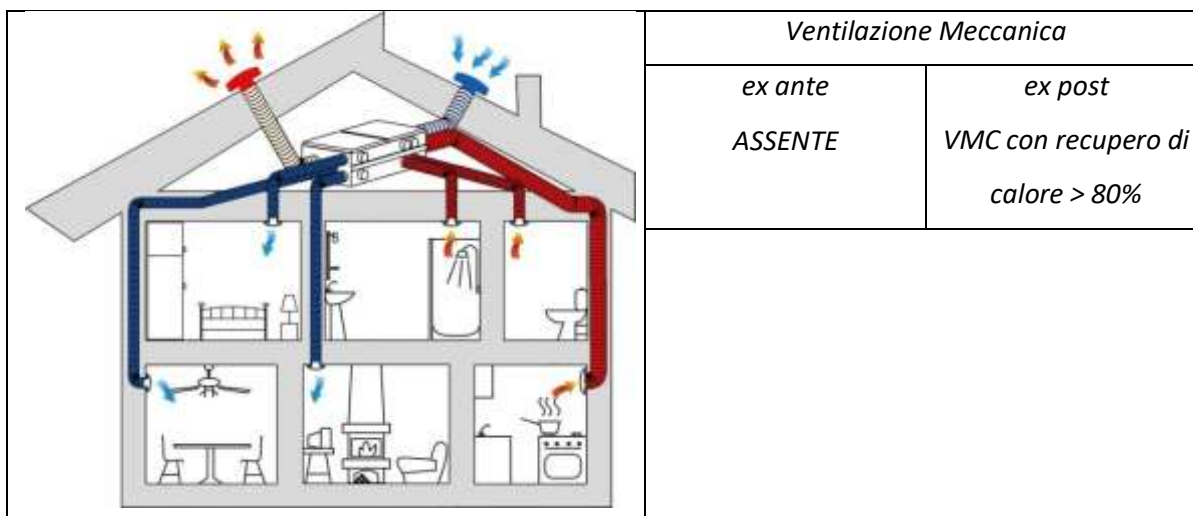
- f) Dimezzamento dei consumi elettrici legati all'illuminazione artificiale degli ambienti tramite la posa di sistemi a LED ad alta efficienza e schermate ai fini della protezione dei pericoli connessi con le emissioni dirette.

|  | Punti luce | |
|--|--------------|---------|
| | ex ante | ex post |
| | FLUORESCENTI | LED |
| | | |

- g) Garantire la produzione di acqua calda sanitaria tramite degli scaldini a pompa di calore con accumulo da 500 litri.

|  | Acqua calda | |
|---|-------------|----------------------------|
| | ex ante | ex post |
| | ASSENTE | Scaldino a Pompa di calore |
| | | |

a) Ventilazione meccanica controllata con recupero di calore invernale e bypass estivo sia nella palestra che nei locali seminterrati

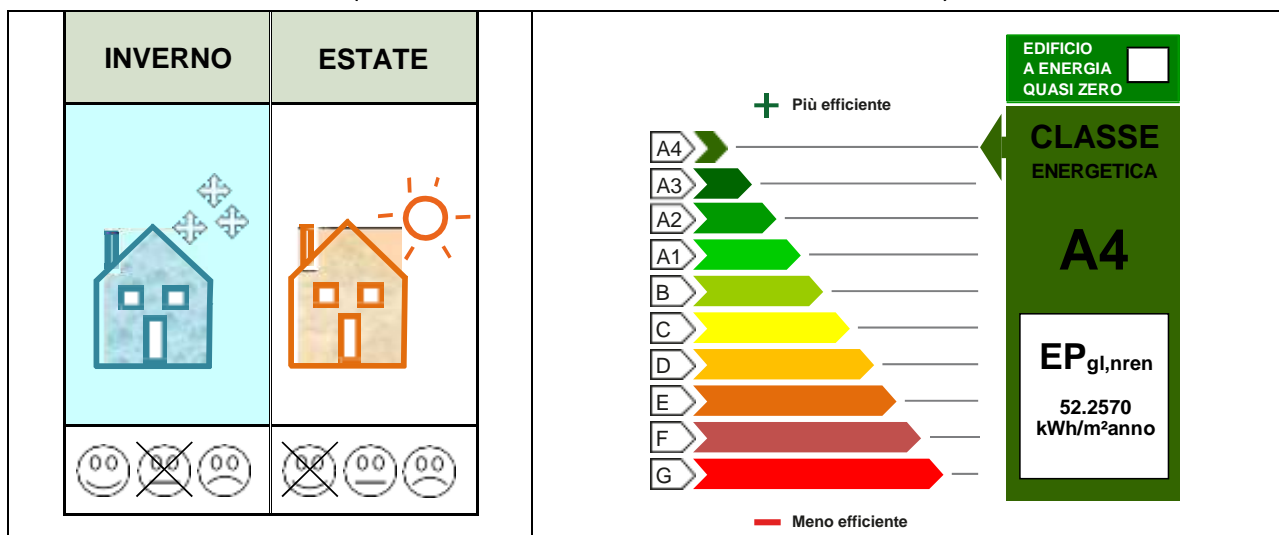


5.2 CLASSE ENERGETICA POST-OPERAM PREVISTA

Al fine di modellare lo stato previsionale dell'immobile e la sua prestazione energetica con uso e clima standard si è calcolata la classe energetica attuale dell'immobile, valutata in condizioni STANDARD come previsto dal DM 26/02/2015 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica" e dalla serie UNI TS 11300, corrispondete alla CLASSE A4 con un consumo di Energia Primaria Globale Non Rinnovabile pari a 52,2570 kWh/m²anno e con prestazioni energetiche dell'involucro in regime invernale ed estivo scadenti.

INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

(scenario **POST OPERAM** con condizioni STANDARD)



Dall'analisi dei consumi di energia si evince come si passa da un consumo di metano ad un consumo esclusivo di energia elettrica, questa per 22234 kWh è presa della rete, mentre per ulteriori 9110 kWh è direttamente ottenuta dalla produzione del fotovoltaico previsto sull'edificio. L'indice della prestazione energetica totale (quota non rinnovabile pari a 52,26 kWh/m² + quota rinnovabile pari a 161,89 kWh/m²) è di 214,15 kWh/m²anno con una emissione di CO₂ pari a 11,61 kg/m²anno.

| | FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE | Quantità annua consumata in uso standard | Indici di prestazione energetica globali ed emissioni |
|-------------------------------------|------------------------------|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Energia elettrica da rete | 22234.40 kWh | Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} 52.26 kWh/m ² anno |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gas naturale | | |
| <input type="checkbox"/> | GPL | | |
| <input type="checkbox"/> | Carbone | | |
| <input type="checkbox"/> | Gasolio e Olio combustibile | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse solide | | Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} 161.89 kWh/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse liquide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse gassose | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Solare fotovoltaico | 9109.65 kWh | Emissioni di CO ₂ 11.61 kg/m ² anno |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Solare termico | | |
| <input type="checkbox"/> | Eolico | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleriscaldamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleraffrescamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Altro: | | |

5.3 MIGLIORAMENTO ENERGETICO CONSEGUITO

Tutti gli interventi proposti sono stati quantificati progettualmente sia in termini economici che prestazionali dal punto di vista sia energetico che ambientale.

Dal punto di vista energetico con l'attuazione di tutti gli interventi proposti si ottiene:

- 1) una riduzione dei consumi energetici globali non rinnovabili $EP_{gl,nren}$ dell' 81% valutato secondo la UNI TS 11300 metodo STANDARD, passando da 276,83 kWh/m²anno a 52,26 kWh/m²anno;*
- 2) una riduzione dei consumi energetici globali totali $EP_{gl,tot}$ (rinnovabili + non rinnovabili) del 26% valutato secondo la UNI TS 11300 metodo STANDARD, passando da 289,53 kWh/m²anno a 214,51 kWh/m²anno;*
- 3) Si riducono le emissioni di CO₂ del 78 % passando da un emissione di 53,74 kgCO₂/m²anno a soli 11,61 kgCO₂/m²anno;*
- 4) Un miglioramento di 4 classe della prestazione energetica passando alla classe E alla classe A4;*
- 5) Si introduce un importante uso di fonti rinnovabili, tramite la presenza del fotovoltaico e della pompa di calore. La quota rinnovabile v' a coprire il 77 % dei fabbisogni energetici combinati tra il riscaldamento, il raffrescamento (assente) e la produzione di acqua calda sanitaria, dei quali l'87 % dei fabbisogni per la sola produzione di acqua calda sanitaria;*
- 6) Si portano i fabbisogni per il riscaldamento e per il raffrescamento dipendenti dal solo involucro da una condizioni scarsa (bassa secondo il DM 26/06/2015) ad una condizione buona nel periodo invernale ed ottima per il periodo estivo (medio secondo il DM 26/06/2015).*
- 7) Il coefficiente globale di scambio termico legato alla dispersione termica media dell'involucro oggetto di intervento $H'T$ passa da 1,19 W/m²K a 0,22 W/m²K con una riduzione delle dispersioni dell' 82%. Il coefficiente medio della trasmittanza termica periodica delle parti opache dell'edificio Yie passa da 0,35 W/m²K a 0,02 W/m²K con un riduzione degli effetti di surriscaldamento derivanti da una scarsa inerzia termica del 94%.*
- 8) Si migliora il sistema ombreggiante, l'area solare equivalente passa da 0,0394 a 0,0241 con una riduzione del 39%;*
- 9) la potenza termica totale richiesta Q_p , considerando un fattore di ripesa di 22 W/mq, passa da 89,35 kW a 68,87 kW con una riduzione del 23%;*

Si riporta di seguito la tabella comparativa tra la situazione ante operam (SdF) e quella post operam (IIM).

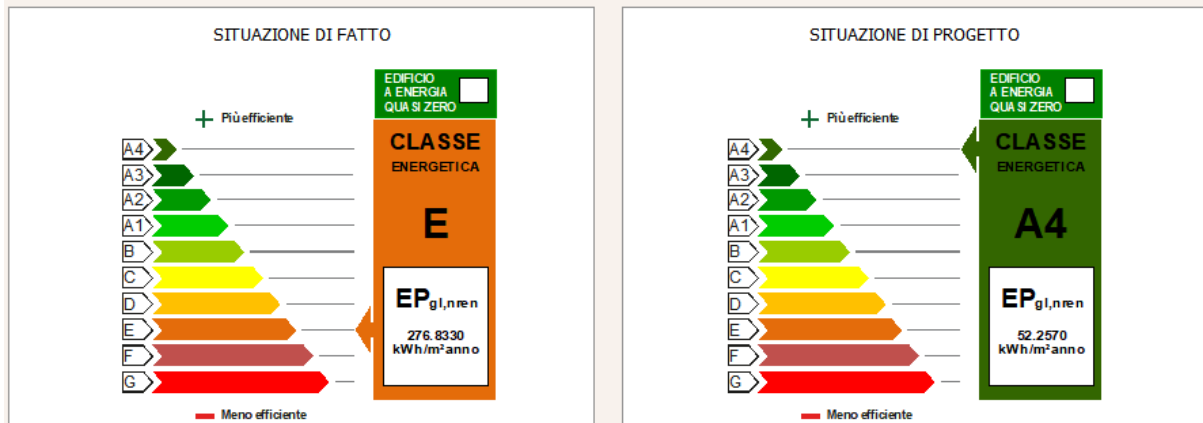
Si evidenzia che l'aumento del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento è dipendente dall'aver adeguato la temperatura del teatrino portandola dai 18°C attualmente previsti ai più idonei 20°C.

| Centrale Termica: Palestra Gabelli | | | | | |
|--|--------|------------|------------|------------|-----------|
| Descrizione | UM | SdF | IIM | Variazione | Variaz. % |
| CLASSE ENERGETICA | - | E | A4 | --- | |
| EMISSIONI di CO2 TOTALI | kgCO2 | 44 624.93 | 9 631.94 | -34992.99 | -78 |
| COSTO TOTALE di esercizio | € | 0.00 | 0.00 | --- | |
| INDICE prestazione energetica globale non rinnovabile (EPglnr) per la classificazione energetica | kWh/m² | 276.83 | 52.26 | -224.58 | -81 |
| INDICE prestazione energetica globale rinnovabile (EPglr) | kWh/m² | 12.70 | 161.89 | 149.19 | 1175 |
| INDICE prestazione energetica globale non rinnovabile (EPglnr) | kWh/m² | 276.83 | 52.26 | -224.58 | -81 |
| INDICE prestazione termica utile per riscaldamento (EP_h_nd) | kWh/m² | 127.01 | 150.04 | 23.03 | 18 |
| INDICE prestazione termica utile per raffrescamento (EP_c_nd) | kWh/m² | 26.48 | 11.80 | -14.68 | -55 |
| Area solare equivalente estiva (A'sol) | kWh/m² | 32.75 | 19.96 | -12.80 | -39 |
| Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento (Qh_nd) | kWh | 105 474.13 | 124 487.37 | 19013.24 | 18 |
| Fabbisogno di energia termica utile per raffrescamento (Qc_nd) | kWh | -21 989.97 | -9 790.85 | 12199.12 | -55 |
| Fabbisogno di energia termica per ACS (Qw) | kWh | 1 682.00 | 1 682.00 | 0.00 | 0 |
| Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPhNR) | kWh | 188 816.31 | 36 313.64 | -152502.68 | -81 |
| Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPcNR) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno di energia primaria per ACS (QPwNR) | kWh | 2 968.23 | 325.50 | -2642.73 | -89 |
| Fabbisogno totale di energia elettrica per riscaldamento (Qxh) | kWh | 2 896.98 | 2 282.17 | -614.81 | -21 |
| Fabbisogno totale di energia elettrica per raffrescamento (Qxc) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno totale di energia elettrica per ACS (Qxw) | kWh | 0.00 | 17.32 | --- | |
| Fabbisogno di energia elettrica per ventilazione meccanica (QxVe) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale (Qxill) | kWh | 19 540.95 | 9 292.38 | -10248.57 | -52 |
| Fabbisogno di energia elettrica per trasporto (QxT) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Energia prodotta dall'impianto Solare Termico (Q_STout) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per Riscaldamento (QhSTutile) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per ACS (QwSTutile) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (QelPVout) | kWh | 0.00 | 13 875.13 | --- | |
| Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per riscaldamento | kWh | 0.00 | 115 930.97 | --- | |
| Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per raffrescamento | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per ACS | kWh | 0.00 | 2 194.96 | --- | |
| Rendimento medio globale per riscaldamento (EtaGh) | - | 0.55 | 0.77 | 0.22 | 40 |
| Rendimento medio globale per raffrescamento (EtaGc) | - | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Rendimento medio globale per ACS (EtaGw) | - | 0.00 | 0.67 | --- | |
| Rendimento globale medio (EtaGhw) | - | 0.55 | 0.77 | 0.22 | 40 |
| Costo dell'energia elettrica per ventilazione, illuminazione e trasporto | € | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Costo globale per l'esercizio dell'impianto di riscaldamento | € | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Costo globale per l'esercizio dell'impianto di raffrescamento | € | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Costo globale per l'esercizio dell'impianto di ACS | € | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Emissioni di CO2 per riscaldamento (CO2h) | kgCO2 | 35 603.18 | 8 067.21 | -27535.97 | -77 |
| Emissioni di CO2 per raffrescamento (CO2c) | kgCO2 | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Emissioni di CO2 per ACS (CO2w) | kgCO2 | 556.61 | 72.31 | -484.30 | -87 |
| Emissioni di CO2 per ventilazione, illuminazione e trasporti (CO2v + CO2l + CO2t) | kgCO2 | 8 465.14 | 1 492.42 | -6972.72 | -82 |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per riscaldamento (Qxh_Rete) | kWh | 2 896.98 | 18 622.38 | 15725.40 | 543 |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per ACS (Qxw_Rete) | kWh | 0.00 | 166.92 | --- | |

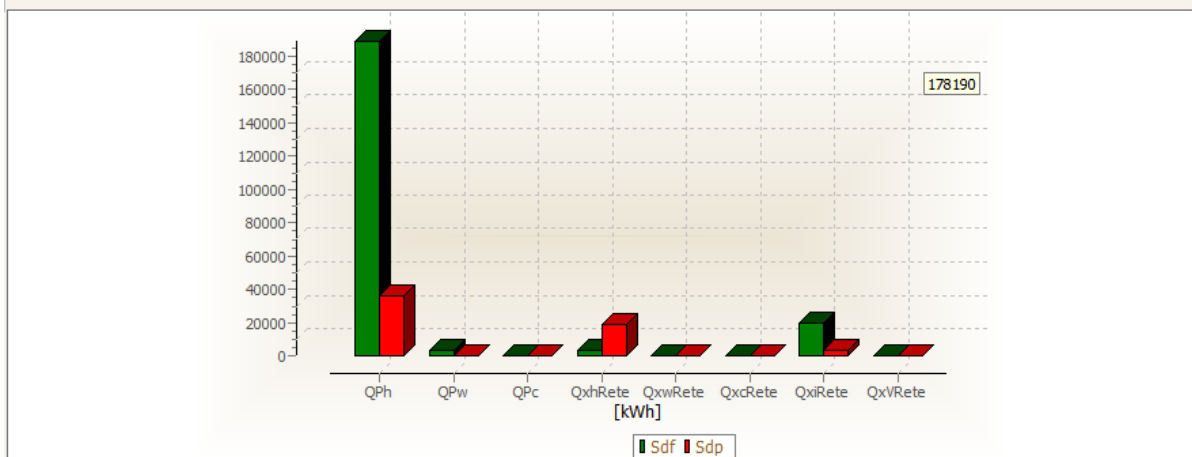
| | | | | | |
|---|-----|-----------|-----------|-----------|--------|
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per raffrescamento (Qxc_Rete) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per ventilazione (Qxv_Rete) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per illuminazione (Qxi_Rete) | kWh | 19 540.95 | 3 445.10 | -16095.84 | -82 ↓ |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete per trasporti (QxT_Rete) | kWh | 0.00 | 0.00 | --- | |
| Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Qx_Rete) | kWh | 22 437.92 | 22 234.40 | -203.52 | -1 ↓ |
| Energia elettrica esportata (QxExp) | kWh | 0.00 | 4 765.47 | --- | |
| Metano | Sm³ | 18 758.93 | 0.00 | -18758.93 | -100 ↓ |
| Elettricità | kWh | 0.00 | 17 966.57 | --- | |

I risultati forniti sono da intendersi al NETTO delle eventuali fonti rinnovabili.

Classificazione energetica globale



Energia



6. RELAZIONE SUI PRINCIPALI INVESTIMENTI DERIVANTI DALL'INTERVENTO

L'analisi economica confronta i costi di esercizio e i costi di gestione e manutenzione dell'edificio, prima e dopo l'intervento migliorativo.

Nel calcolo si tiene conto delle variazioni dei costi dell'energia, del degrado delle prestazioni degli impianti e del tasso di inflazione medio annuale; se presenti, sono conteggiati eventuali sgravi fiscali, legati all'utilizzo di tecnologie a basso impatto ambientale e/o fonti rinnovabili, e il guadagno economico derivante dal funzionamento di un eventuale impianto a pannelli fotovoltaici. I parametri economici scaturiti dal confronto sono tutti attualizzati.

La valutazione ambientale, in termini di energia primaria spesa e di emissioni inquinanti in atmosfera risparmiate, si basa sul consumo di energia del sistema edificio-impianto a partire dai fabbisogni dell'involucro e dai rendimenti dell'impianto (è prevista una maggiorazione dell'1%, dovuta alla perdita di efficienza media degli impianti termici).

La valutazione degli interventi verrà eseguita considerando due opzioni in modo da poter dare al tecnico valutatore tutte le opzioni per poter quantificare il punteggio da attribuire alla presente proposta di efficientamento energetico in funzione del rapporto costi / benefici e del parametro che verrà preso in considerazione per paragonare tutte le proposte partecipanti dal bando in funzione dei costi e dei benefici:







- **VALUTAZIONE 1:** Valutazione costi-benefici effettuato su una **MODELLAZIONE ADATTATA ALL'UTENTE IN FUNZIONE DELLE BOLLETTE ENERGETICHE, DEL CLIMA REALE COINCIDENTE CON LE BOLLETTE E DELLA CURVA INTERNA REALE DELLE TEMPERATURE RILEVATA A MARZO 2017;**
- **VALUTAZIONE 2:** Valutazione costi-benefici effettuato su una **MODELLAZIONE STANDARD** con edificio reale ma clima esterno secondo la UNI 10349 ed uso standard secondo la UNI TS 11300;

Poiché le scelte progettuali vertono sull'applicazione di tutti gli interventi prima citati si analizzerà il rapporto costo-benefici di tutti gli interventi prima elencati e valutati secondo le due metodologie indicate con l'ausilio degli opportuni fattori correttivi.

Ai fini del calcolo si sono considerati i seguenti costi dell'energia e tassi di interesse:

- ***Corso energia elettrica pari a 0,22 €/kWe (rilevato dalle bollette)***
- ***Costo metano pari a 0,55 €/mc (rilevato dalle bollette)***

Si riporta di seguito in ogni modo anche una tabella sintetica in cui sono stati valutati con tempo di ritorno semplice i singoli interventi citati nel punto 7.1 della relazione, valutati con il metodo STANDARD. Per convertire il tempo di ritorno da metodo STANDARD a metodo ADATTATO ALL'UTENTE basterà moltiplicare gli stessi per il fattore correttivo in precedenza individuato e pari a 4,460.

| DESCRIZIONE INTERVENTI PER OGNI EODC | | COSTO [€] | Prestazione Energetica | CLASSE | Tempo di ritorno [anni] |
|---|--|-------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------|
| Palestra Gabelli | | 316 000.00 | 29.79 | A4 | 25 |
|  | Isolamento termico solaio di copertura con $U < 0,20 \text{ W/mqK}$ | 40 000.00 | 221.13 | D | 16 |
|  | Isolamento termico solaio a pavimento verso terreno/vespaio con $U < 0,24 \text{ W/mqK}$ | 60 000.00 | 260.52 | E | 86 |
|  | Sostituzione infissi con $U_w < 1,20 \text{ W/mqK}$ e fattore solare $g < 0,35$ | 20 000.00 | 268.02 | E | 52 |
|  | Isolamento termico murature esterne con $U < 0,24 \text{ W/mqK}$ | 80 000.00 | 241.27 | D | 51 |
|  | Sostituzione della centrale termica con PdC avente COP > 3.80 | 80 000.00 | 91.07 | A2 | 10 |
|  | Installazione fotovoltaico pari a 12 kWp, con produttività mensile stimata di 1400 kWh | 36 000.00 | 237.38 | D | 11 |

Ai fini della valutazione dell'investimento legato allo scenario totale degli interventi di efficienza energetica descritti si sono utilizzati i tassi in interesse, di inflazione l'aumento percentuale dei costi dell'energia. Al fine di ottenere dati congruenti si è considerato un tasso di interesse del 3%, un tasso di inflazione dell' 1,5 % ed un tasso di aumento del costo dell'energia pari al 3%.

Dall'analisi economica si rilevano i seguenti tempi di ritorno dell'investimento COMPLETO in funzione del metodo considerato, non tenendo conto del finanziamento previsto dal bando oggetto della presente diagnosi e dell'eventuale recupero ulteriori adottando il CONTO TERMICO.

| MODELLI DI CALCOLO | TEMPO DI RITORNO |
|---|------------------|
| VALUTAZIONE 1: Modello ADATTATO ALL'UTENTE ed approssimato ai consumi reali delle bollette | 112 ANNI |
| VALUTAZIONE 2: Modello STANDARD | 25 ANNI |

Si può pertanto affermare che la combinazione degli interventi che hanno il miglior rapporto costi benefici sono:

- 1) Isolamento termico del solaio di copertura
- 2) Sostituzione dell'impianto termico con sistema a Pompa di calore
- 3) Installazione dei pannelli fotovoltaici per almeno 12 kWp

Allegato 1: Report Termografico

Allegato 2:

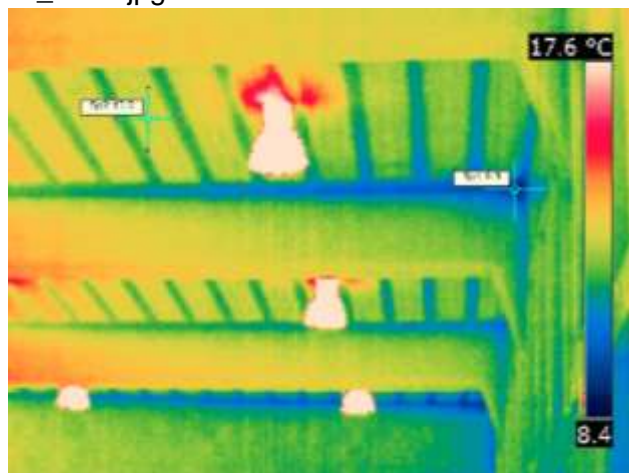
Calcoli del Tempo di Riverbero

Allegato 3:

APE ANTE OPERAM

Allegato 4:
APE PREVISIONALE POST OPERAM

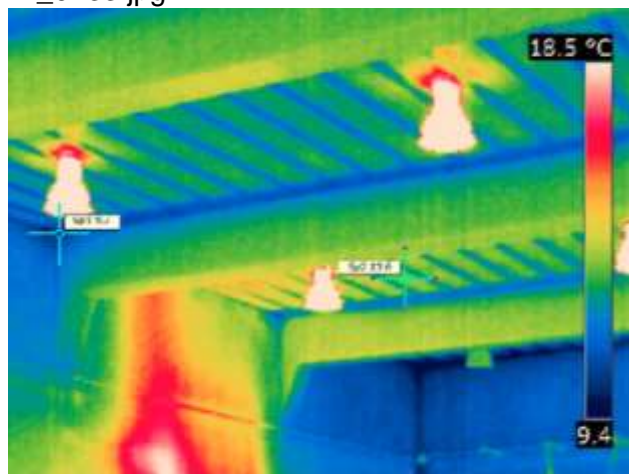
IR_0732.jpg



26/01/2019 10:54:42



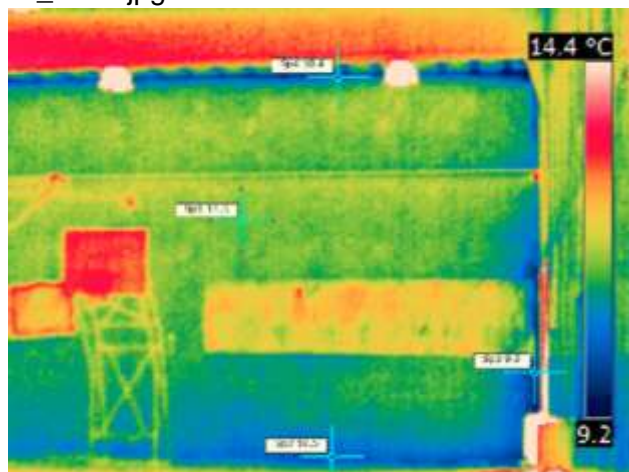
IR_0733.jpg



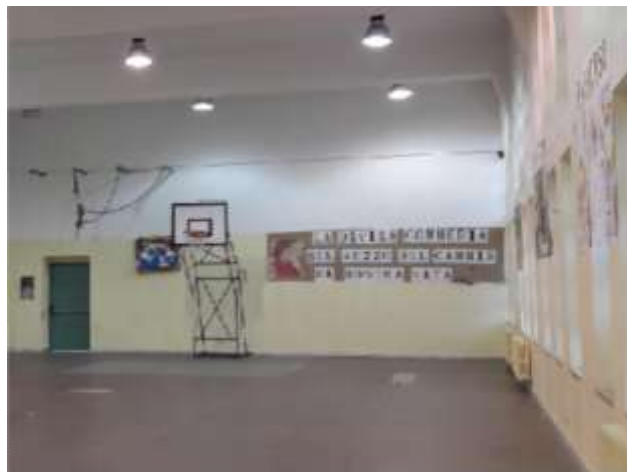
26/01/2019 10:55:42



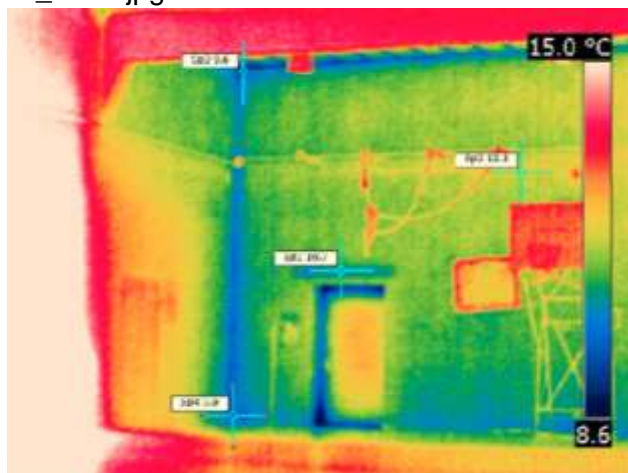
IR_0734.jpg



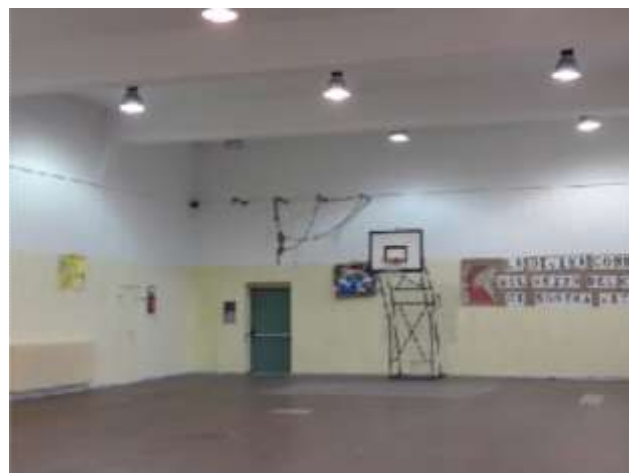
26/01/2019 10:55:04



IR_0735.jpg



26/01/2019 10:55:04



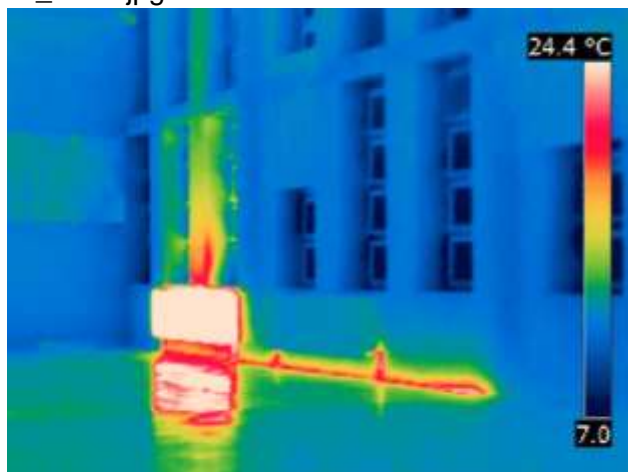
IR_0736.jpg



26/01/2019 10:55:04



IR_0737.jpg



26/01/2019 10:56:10



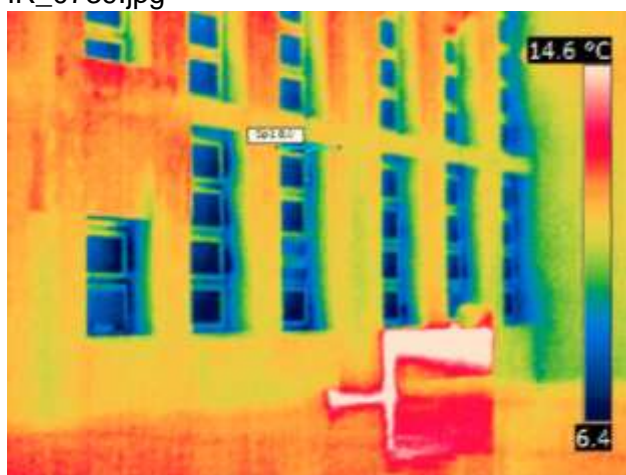
IR_0738.jpg



26/01/2019 10:57:01



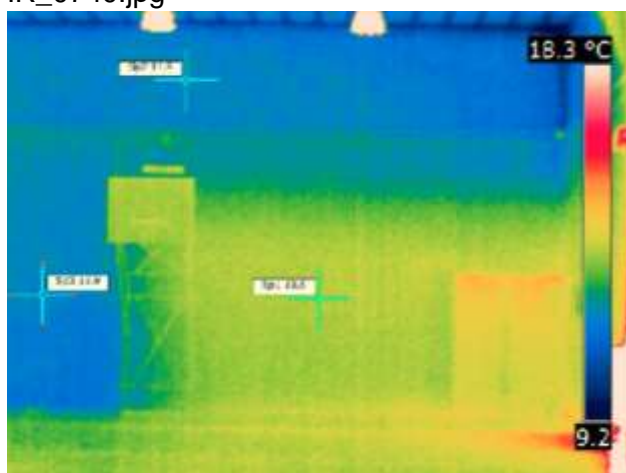
IR_0739.jpg



26/01/2019 10:57:01



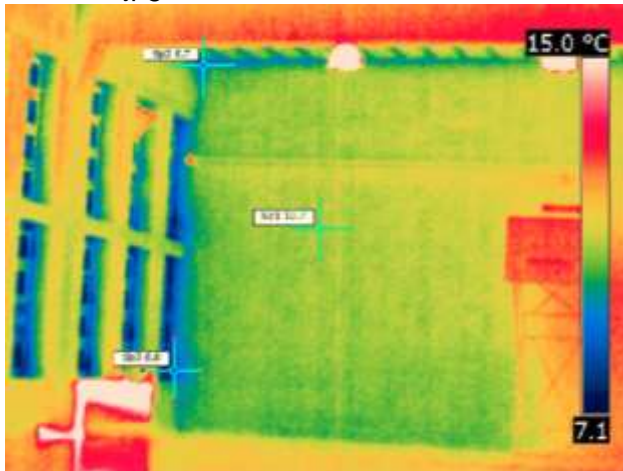
IR_0740.jpg



26/01/2019 10:57:46



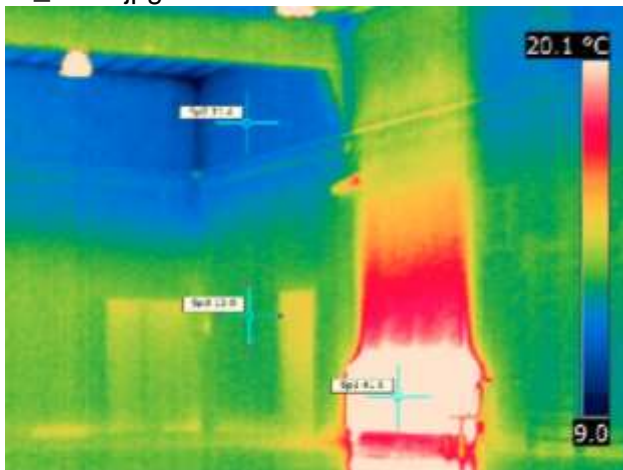
IR_0741.jpg



26/01/2019 10:57:46



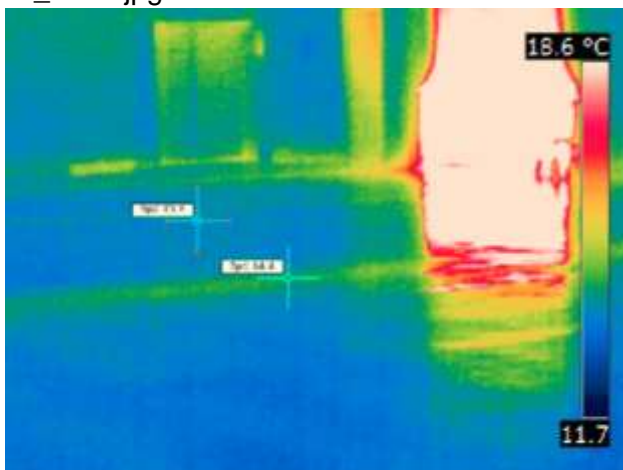
IR_0742.jpg



26/01/2019 10:58:12



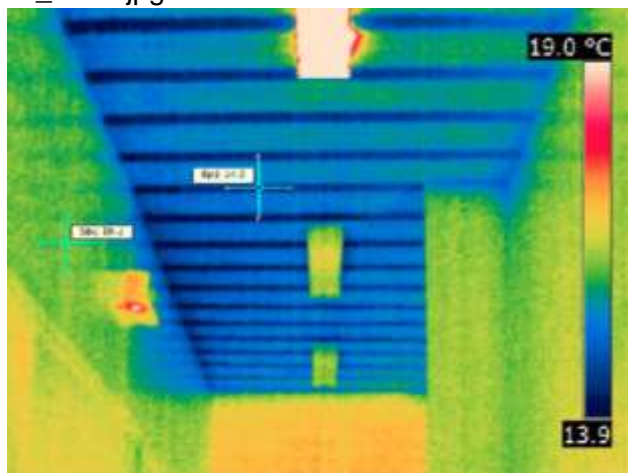
IR_0743.jpg



26/01/2019 10:58:12



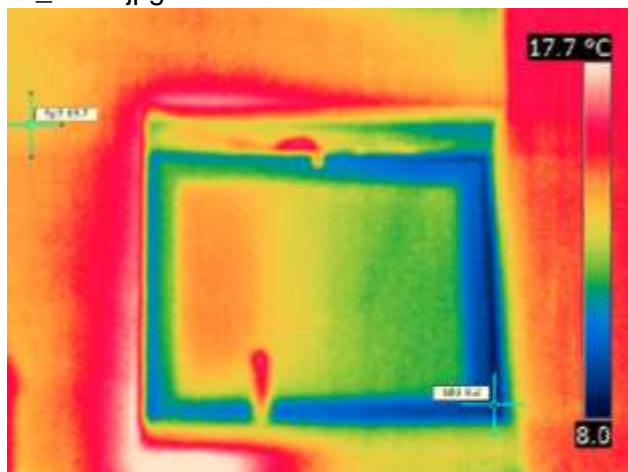
IR_0744.jpg



26/01/2019 11:00:10



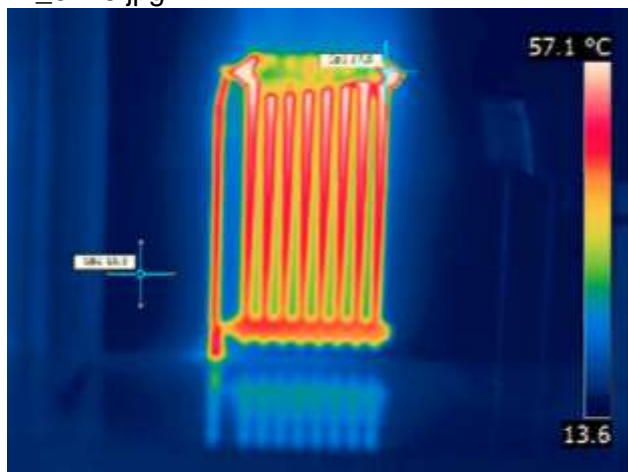
IR_0745.jpg



IR_0745x.jpg 26/01/2019 11:00:56



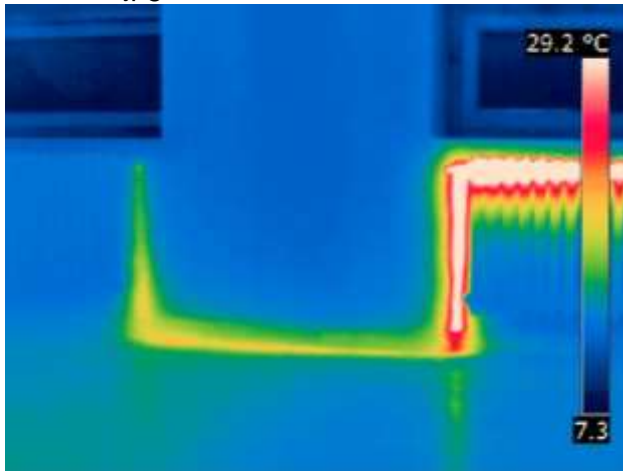
IR_0746.jpg



26/01/2019 11:00:56



IR_0747.jpg



26/01/2019 11:01:39



IR_0748.jpg



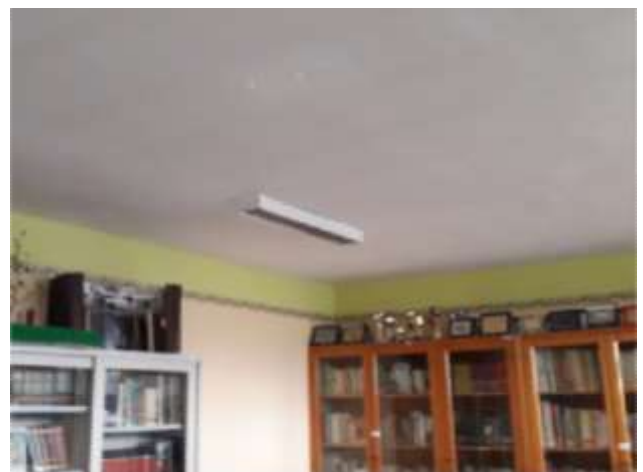
26/01/2019 11:07:49



IR_0749.jpg



26/01/2019 11:08:03



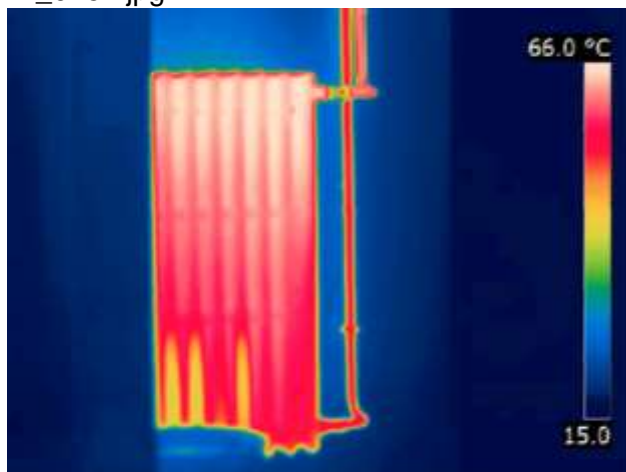
IR_0750.jpg



26/01/2019 11:16:54



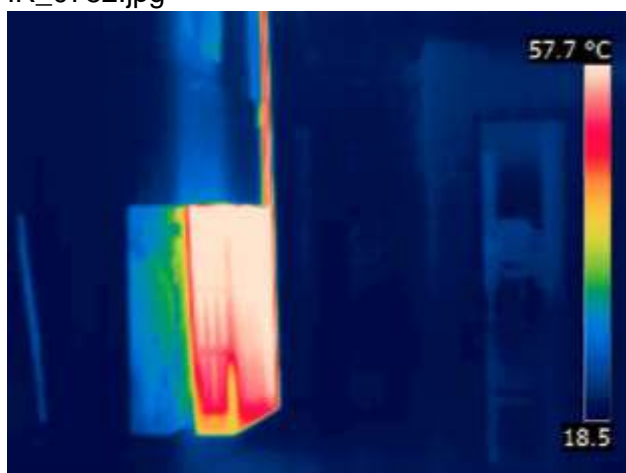
IR_0751.jpg



26/01/2019 11:16:54



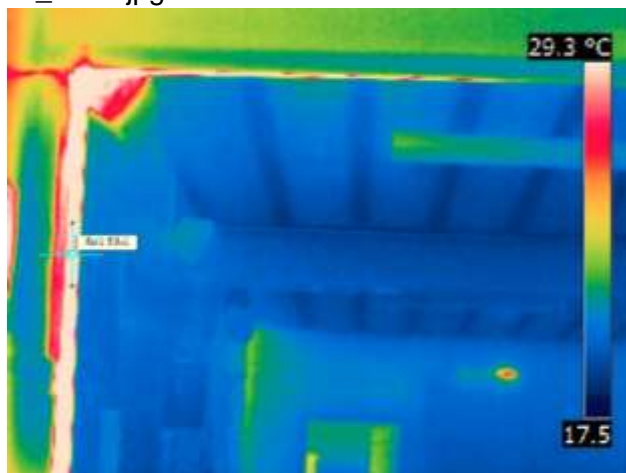
IR_0752.jpg



26/01/2019 11:17:46



IR_0753.jpg



26/01/2019 11:17:49



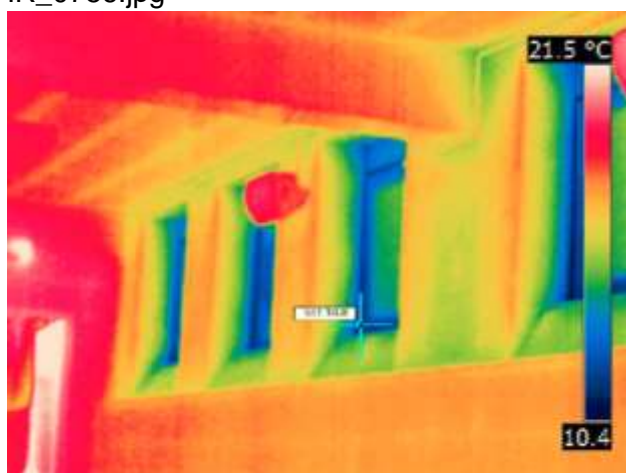
IR_0755.jpg



26/01/2019 11:18:15



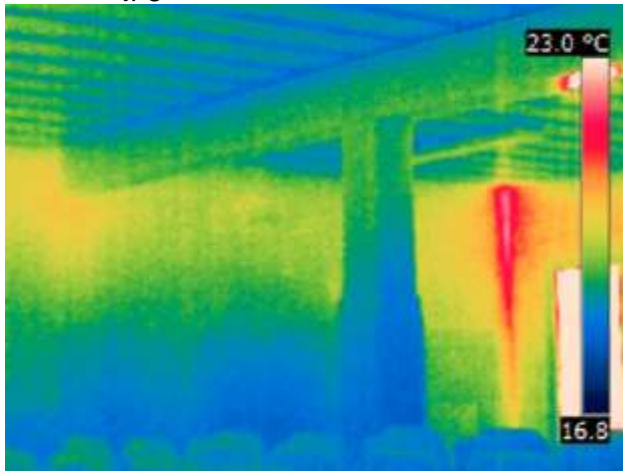
IR_0756.jpg



26/01/2019 11:18:48



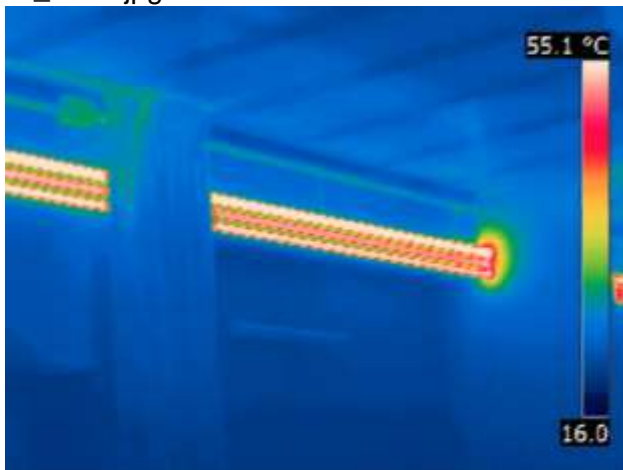
IR_0758.jpg



26/01/2019 11:18:55



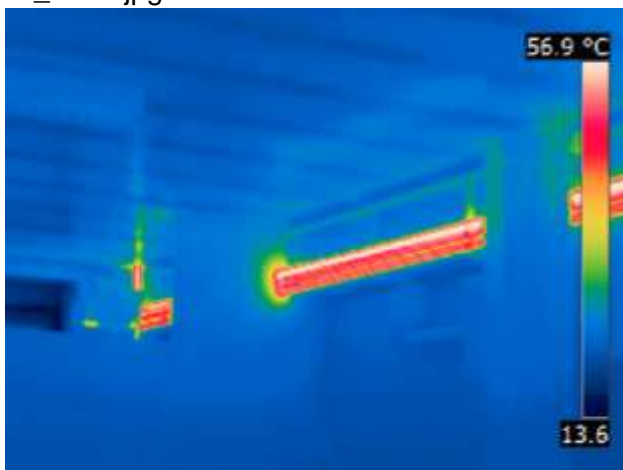
IR_0759.jpg



26/01/2019 11:19:44



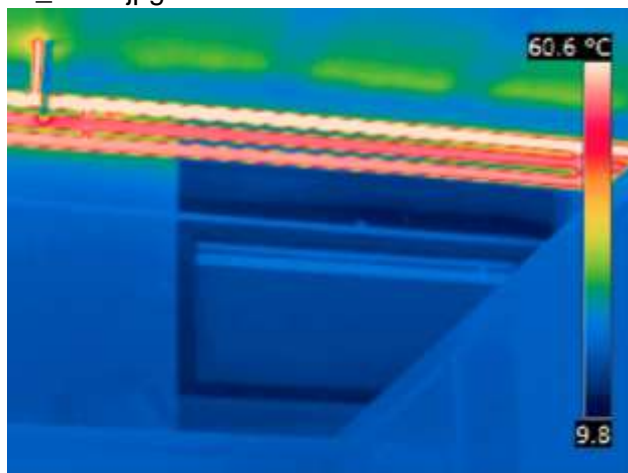
IR_0760.jpg



26/01/2019 11:20:06



IR_0761.jpg



26/01/2019 11:21:07



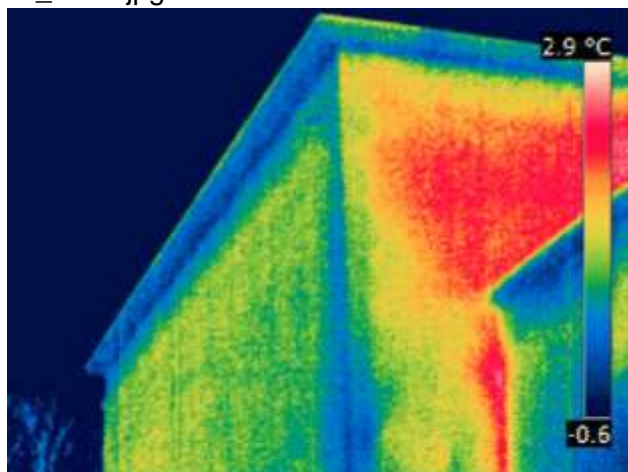
IR_0762.jpg



26/01/2019 11:23:20



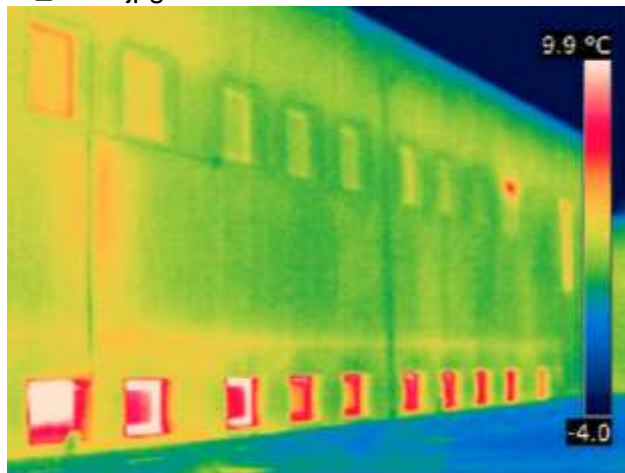
IR_0763.jpg



26/01/2019 11:24:51



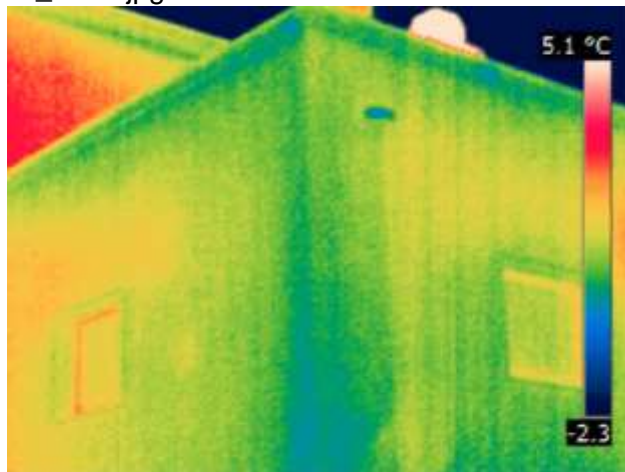
IR_0764.jpg



26/01/2019 11:24:49



IR_0765.jpg



26/01/2019 11:24:51



IR_0766.jpg



26/01/2019 11:25:20



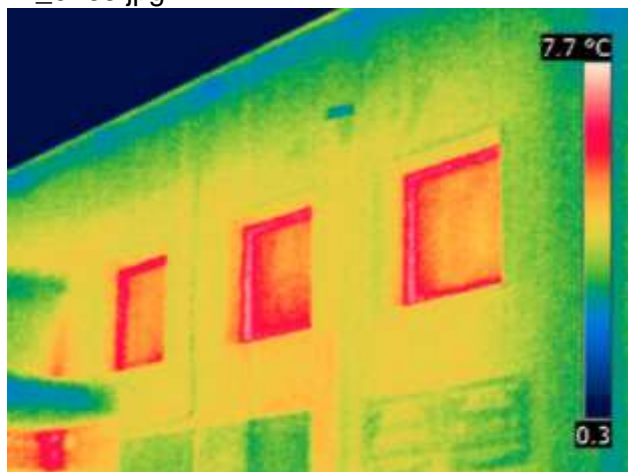
IR_0767.jpg



26/01/2019 11:25:20



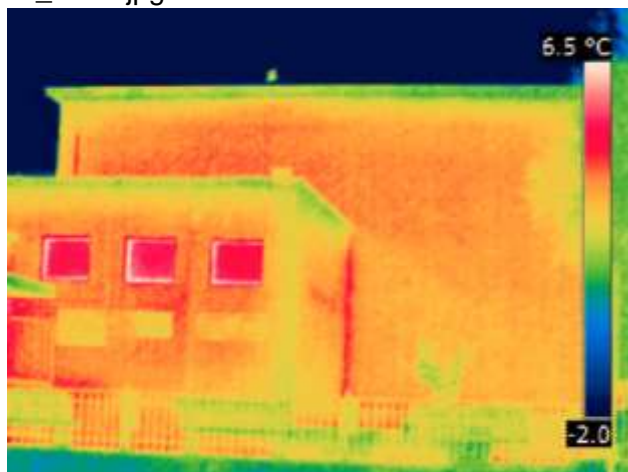
IR_0768.jpg



26/01/2019 11:27:18



IR_0770.jpg



26/01/2019 11:28:11



CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Palestra Gabelli - ANTE OPERAM

Volume dell'ambiente 1623,00
m³

Aree di assorbimento equivalente

| Materiale | Superficie [m ²] | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
|---|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Coperture morbide su pavimenti pesanti ; < 5 mm | 295,00 | 5,90 | 8,85 | 17,70 | 44,25 | 88,50 | 118,00 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 295,00 | 2,95 | 2,95 | 2,95 | 5,90 | 5,90 | 8,85 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 67,10 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 1,34 | 1,34 | 2,01 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 67,10 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 1,34 | 1,34 | 2,01 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 133,10 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 2,66 | 2,66 | 3,99 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 81,80 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 1,64 | 1,64 | 2,45 |
| Finestre, facciata di vetro | 51,30 | 6,16 | 4,10 | 2,57 | 2,05 | 1,54 | 1,03 |

Risultati

| | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
|------------------------------|-----------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| T60 | 14,04 s | 13,39 s | 9,72 s | 4,39 s | 2,52 s | 1,88 s |
| T60 ottimale (UNI 11367) | | | 0,00 s | | | |
| T60 massimo (UNI 11367) | | 0,00 s | | | | |
| T60 medio (250 Hz - 2000 Hz) | 7,51 s | | | | | |
| T60 massimo (DPCM 5/12/97) | 2,20 s | | | | | |
| | Limite non verificato | | | | | |



T60 calcolato

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE Palestra Gabelli - POST OPERAM

Volume dell'ambiente 1623,00
m³

Aree di assorbimento equivalente

| Materiale | Superficie [m ²] | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
|--|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Linoleum o parquet di legno, su cls | 295,00 | 11,80 | 11,80 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 |
| Calcestruzzo, mattoni intonacati | 295,00 | 2,95 | 2,95 | 2,95 | 5,90 | 5,90 | 8,85 |
| Finestre, facciata di vetro | 51,30 | 6,16 | 4,10 | 2,57 | 2,05 | 1,54 | 1,03 |
| Intonaco fonoassorbente DIATHONITE ACUSTIX | 67,10 | 6,71 | 23,49 | 43,62 | 50,33 | 43,62 | 46,97 |
| Intonaco fonoassorbente DIATHONITE ACUSTIX | 67,10 | 6,71 | 23,49 | 43,62 | 50,33 | 43,62 | 46,97 |
| Intonaco fonoassorbente DIATHONITE ACUSTIX | 133,10 | 13,31 | 46,59 | 86,52 | 99,83 | 86,52 | 93,17 |
| Intonaco fonoassorbente DIATHONITE ACUSTIX | 81,80 | 8,18 | 28,63 | 53,17 | 61,35 | 53,17 | 57,26 |

Risultati

| | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T60 | 4,65 s | 1,84 s | 1,05 s | 0,91 s | 1,04 s | 0,97 s |
| T60 ottimale (UNI 11367) | | | 0,00 s | | | |
| T60 massimo (UNI 11367) | | 0,00 s | | | | |
| T60 medio (250 Hz - 2000 Hz) | 1,21 s | | | | | |
| T60 massimo (DPCM 5/12/97) | 2,20 s | | | | | |
| | Limite verificato | | | | | |



T60 calcolato



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:*

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- ☐ Residenziale
☒ Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: **E6(2)**
palestre e assimilabili

Oggetto dell'attestato

- ☒ Intero edificio
☐ Unità immobiliare
☐ Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari
di cui è composto l'edificio: 1

- ☐ Nuova costruzione
☐ Passaggio di proprietà
☐ Locazione
☒ Ristrutturazione importante
☐ Riqualificazione energetica
☒ Altro: Valutazione ANTE OPERAM

Dati identificativi



Regione: PUGLIA
Comune: FOGGIA
Indirizzo: via Saverio Capezzone,
Piano: S,T
Interno:
Coordinate GIS: Lat: 41°27'54" Long: 15°32'42"

Zona climatica: D
Anno di costruzione: 1960
Superficie utile riscaldata (m²): 830.43
Superficie utile raffrescata (m²): 0.00
Volume lordo riscaldato (m³): 4 390.83
Volume lordo raffrescato (m³): 0.00

| | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|---|---|---|---------|----|--------|---|------------|---|
| Comune catastale | FOGGIA (FG) - D643 | | | | Sezione | U | Foglio | 0 | Particella | 0 |
| Subalterni | da | 0 | a | 0 | \ | da | a | \ | da | a |
| Altri subalterni | | | | | | | | | | |

Servizi energetici presenti

- ☒ Climatizzazione invernale
☐ Climatizzazione estiva
☐ Ventilazione meccanica
☒ Prod. acqua calda sanitaria
☒ Illuminazione
☐ Trasporto di persone o cose

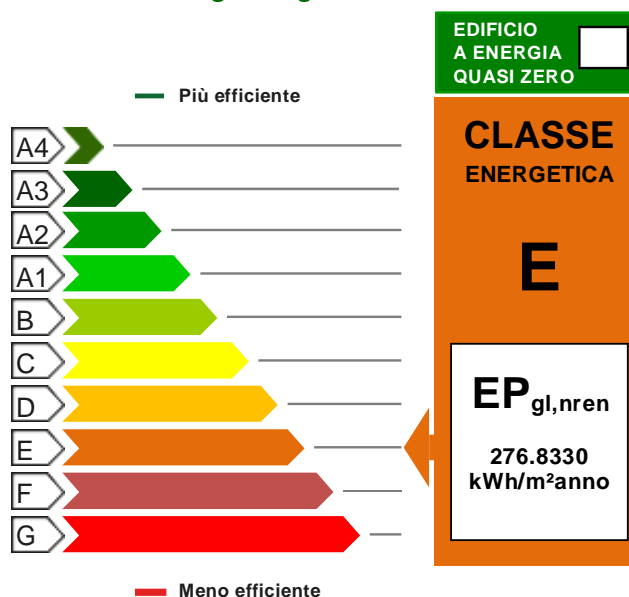
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato

| INVERNO | ESTATE |
|---------|--------|
| | |
| | |

Prestazione energetica globale



Riferimenti
Gli immobili simili
avrebbero in media
la seguente
classificazione:

Se nuovi:

A1 (121.22)

Se esistenti:



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo uno standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

| | FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE | Quantità annua consumata in uso standard | Indici di prestazione energetica globali ed emissioni |
|-------------------------------------|------------------------------|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Energia elettrica da rete | 22437.92 kWh | Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} 276.83 kWh/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Gas naturale | 18758.93 Sm ³ | |
| <input type="checkbox"/> | GPL | | |
| <input type="checkbox"/> | Carbone | | |
| <input type="checkbox"/> | Gasolio e Olio combustibile | | Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} 12.70 kWh/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse solide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse liquide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse gassose | | |
| <input type="checkbox"/> | Solare fotovoltaico | | Emissioni di CO ₂ 53.74 kg/m ² anno |
| <input type="checkbox"/> | Solare termico | | |
| <input type="checkbox"/> | Eolico | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleriscaldamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleraffrescamento | | |
| | Altro: | | |

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

| Codice | TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO | Comporta una Ristrutturazione importante | Tempo di ritorno dell'investimento anni | Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno) | CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati |
|--------|--|--|---|--|--|
| REN1 | Isolamento termico solaio di copertura con U < 0,20 W/mqK | No | 16.0 | D (221.13) | A4 29.79 kWh/m ² anno |
| REN1 | Isolamento termico solaio a pavimento verso terreno/vespaio con U < 0,24 W/mqK | No | 86.0 | E (260.52) | |
| REN2 | Sostituzione infissi con Uw < 1,20 W/mqK e fattore solare g < 0,35 | No | 52.0 | E (268.03) | |
| REN1 | Isolamento termico murature esterne con U < 0,24 W/mqK | No | 51.0 | D (241.27) | |
| REN3 | Sostituzione della centrale termica con PdC avente COP > 3.80 | No | 10.0 | A2 (91.07) | |
| REN6 | Installazione fotovoltaico pari a 12 kWp, con produttività mensile stimata di 1400 kWh | No | 11.0 | D (237.38) | |



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

| | | |
|-------------------|---------------|---------------------------------|
| Energia esportata | 0.00 kWh/anno | Vettore energetico: Elettricità |
|-------------------|---------------|---------------------------------|

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

| | | |
|--|----------|-------------------------|
| V - Volume riscaldato | 4 390.83 | m ³ |
| S - Superficie disperdente | 2 333.31 | m ² |
| Rapporto S/V | 0.53 | |
| EP _{H,nd} | 127.012 | kWh/m ² anno |
| A _{sol} /A _{sup,utile} | 0.04 | - |
| Y _{IE} | 0.2526 | W/m ² K |

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

| Servizio energetico | Tipo di impianto | Anno di installazione | Codice catasto regionale impianti termici | Vettore energetico utilizzato | Potenza Nominale kW | Efficienza media stagionale | | EPren | EPnren |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------|-------|--------|
| Climatizzazione invernale | 1 - Altro | 2010 | | Metano | 326.00 | 0.55 | η_H | 1.64 | 227.37 |
| Climatizzazione estiva | - | - | - | - | - | - | η_C | - | - |
| Prod. acqua calda sanitaria | Impianto Simulato | - | - | Metano | - | 0.57 | η_W | 0.00 | 3.57 |
| Impianti combinati | - | - | - | - | - | - | | - | - |
| Produzione da fonti rinnovabili | - | - | - | - | | - | | - | - |
| Ventilazione meccanica | - | - | - | - | | - | | - | - |
| Illuminazione | Fluorescenza compatte | - | - | - | 3.50 | - | | 11.06 | 45.89 |
| Trasporto di persone o cose | - | - | - | - | | - | | - | - |



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:*

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

Note per la redazione dell'APE

- 1) Tutti i dati della u.i., le planimetrie e le caratteristiche delle strutture, sono stati evinti dalle informazioni messe direttamente a disposizione dai proprietari. Ci si è inoltre avvalsi delle tabelle della UNI TS 11300 e delle banche dati sui materiali UNI 10351, UNI 10355, UNI EN ISO 10456 ed UNI TR 11552 al fine di ridurre gli oneri per il committente come previsto dal DM 26 giugno 2015.
- 2) I Ponti termici sono stati inseriti in funzione della tipologia costruttiva in base a calcoli eseguiti sulla base dell'abaco dei ponti termici conforme alla UNI 14683 così come richiesto dalla UNI TS 11300-1:2014
- 3) L'attestato di prestazione energetica ha una validità temporale massima di dieci anni a partire dal suo rilascio e deve essere aggiornato a ogni intervento di ristrutturazione o riqualificazione che ne modifichi la classe energetica
- 4) L'immobile all'atto del rilievo risulta dotato di una caldaia a metano.

IL PRESENTE CERTIFICATO HA SOLO CARATTERE INFORMATIVO DA UTILIZZARSI AI FINI DEI BANDI PO FESR 2014-2020 - STUDIO DI FATTIBILITA' - ED IN QUESTA FASE NON VIENE TRASMESSO ALLA REGIONE

SOGGETTO CERTIFICATORE

| | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ente/Organismo pubblico | <input checked="" type="checkbox"/> Tecnico abilitato | <input type="checkbox"/> Organismo/Società |
| Nome e Cognome / Denominazione | | |
| Indirizzo | | |
| E-mail | | |
| Telefono | | |
| Titolo | | |
| Ordine/iscrizione | | |
| Dichiarazione di indipendenza | | |
| Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale ed ai sensi dell'art.3 del DPR 16 aprile 2013, n. 75, al fine di poter svolgere con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore per il sistema edificio/impianto DICHIARA l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, e di non essere ne' coniuge, ne' parente fino al quarto grado del proprietario, ai sensi del comma b), art. 3 del DPR 16 aprile 2013, n. 75 | | |
| Informazioni aggiuntive | | |

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

| | |
|---|----|
| E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE? | SI |
|---|----|

SOFTWARE UTILIZZATO

| | |
|--|----|
| Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale? | SI |
| Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato? | NO |

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L. 63/2013.

Data di emissione **22/01/2019**

Firma e timbro del tecnico o firma digitale_____



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "**raccomandazioni**" (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

Prestazione energetica globale (EPgl,nren) : fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice dà un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizza la seguente criterio:



I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.

Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

| Codice | TIPO DI INTERVENTO |
|--------|---------------------------------|
| RE N 1 | FABBRICATO-INVOLUCROOPACO |
| RE N 2 | FABBRICATO-INVOLUCROTRASPARENTE |
| RE N 3 | IMPIANTOCLIMATIZZAZIONE-INVERNO |
| RE N 4 | IMPIANTOCLIMATIZZAZIONE-ESTATE |
| RE N 5 | ALTRIIMPIANTI |
| RE N 6 | FONTIRINNOVABILI |

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:*

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- ☐ Residenziale
☒ Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: **E6(2)**
palestre e assimilabili

Oggetto dell'attestato

- ☒ Intero edificio
☐ Unità immobiliare
☐ Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari
di cui è composto l'edificio: 1

- ☐ Nuova costruzione
☐ Passaggio di proprietà
☐ Locazione
☒ Ristrutturazione importante
☐ Riqualificazione energetica
☒ Altro: Valutazione POST OPERAM

Dati identificativi



Regione: PUGLIA

Comune: FOGGIA

Indirizzo: via Saverio Capezone,

Piano: S,T

Interno:

Coordinate GIS: Lat: 41°27'54" Long: 15°32'42"

Zona climatica: D

Anno di costruzione: 1960

Superficie utile riscaldata (m²): 829.69Superficie utile raffrescata (m²): 0.00Volume lordo riscaldato (m³): 4 508.74Volume lordo raffrescato (m³): 0.00

| | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|---|---|---|---------|----|--------|---|------------|---|
| Comune catastale | FOGGIA (FG) - D643 | | | | Sezione | U | Foglio | 0 | Particella | 0 |
| Subalterni | da | 0 | a | 0 | \ | da | a | \ | da | a |
| Altri subalterni | | | | | | | | | | |

Servizi energetici presenti

- ☒ Climatizzazione invernale
☐ Climatizzazione estiva
☐ Ventilazione meccanica
☒ Prod. acqua calda sanitaria
☒ Illuminazione
☐ Trasporto di persone o cose

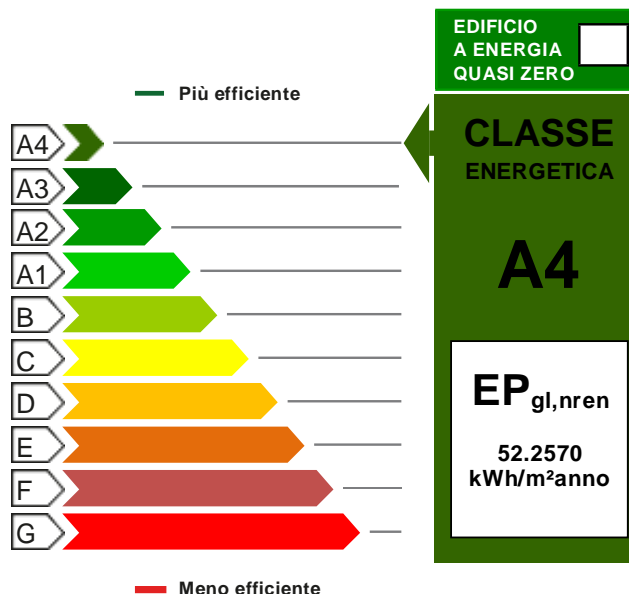
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato

| INVERNO | ESTATE |
|---------|--------|
| | |
| | |

Prestazione energetica globale



Riferimenti

Gli immobili simili
avrebbero in media
la seguente
classificazione:

Se nuovi:

A3 (92.94)

Se esistenti:



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo uno standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

| | FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE | Quantità annua consumata in uso standard | Indici di prestazione energetica globali ed emissioni |
|-------------------------------------|------------------------------|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Energia elettrica da rete | 22234.40 kWh | Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} 52.26 kWh/m ² anno |
| | Gas naturale | | |
| <input type="checkbox"/> | GPL | | |
| | Carbone | | |
| <input type="checkbox"/> | Gasolio e Olio combustibile | | Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} 161.89 kWh/m ² anno |
| | Biomasse solide | | |
| <input type="checkbox"/> | Biomasse liquide | | |
| | Biomasse gassose | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Solare fotovoltaico | 9109.65 kWh | Emissioni di CO ₂ 11.61 kg/m ² anno |
| | Solare termico | | |
| <input type="checkbox"/> | Eolico | | |
| | Teleriscaldamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Teleraffrescamento | | |
| | Altro: | | |

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

| Codice | TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO | Comporta una Ristrutturazione importante | Tempo di ritorno dell'investimento anni | Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno) | CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati |
|--------|---|--|---|--|--|
| REN6 | Installazione fotovoltaico per ulteriori 12 kWp, con produzione mensile stimata di 1400 kWh | No | 42.0 | A4 (42.67) | A4 42.67 kWh/m ² anno |



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

| | | |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| Energia esportata | 4 765.47 kWh/anno | Vettore energetico: Elettricità |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

| | | |
|--|----------|-------------------------|
| V - Volume riscaldato | 4 508.74 | m ³ |
| S - Superficie disperdente | 2 359.23 | m ² |
| Rapporto S/V | 0.52 | |
| EP _{H,nd} | 150.041 | kWh/m ² anno |
| A _{sol} /A _{sup,utile} | 0.02 | - |
| Y _{IE} | 0.0292 | W/m ² K |

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

| Servizio energetico | Tipo di impianto | Anno di installazione | Codice catasto regionale impianti termici | Vettore energetico utilizzato | Potenza Nominale kW | Efficienza media stagionale | | EPren | EPnren |
|---------------------------------|--|-----------------------|---|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------|--------|--------|
| Climatizzazione invernale | 1 - HP elettrica aria-acqua | 2010 | | Elettricità | 49.00 | 0.77 | η_H | 150.28 | 43.77 |
| Climatizzazione estiva | - | - | - | - | - | - | η_C | - | - |
| Prod. acqua calda sanitaria | 1 - HP elettrica aria-acqua | 2019 | | Elettricità | 2.20 | 0.67 | η_W | 2.62 | 0.39 |
| Impianti combinati | - | - | - | - | - | - | | - | - |
| Produzione da fonti rinnovabili | Impianto fotovoltaico Pompa di calore | 2019 - | - | - - | 12.00 51.20 | - | | - | - |
| Ventilazione meccanica | - | - | - | - | | - | | - | - |
| Illuminazione | Led | - | - | - | 1.75 | - | | 9.00 | 8.10 |
| Trasporto di persone o cose | - | - | - | - | | - | | - | - |



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:*

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

Note per la redazione dell'APE

- 1) Tutti i dati della u.i., le planimetrie e le caratteristiche delle strutture, sono stati evinti dalle informazioni messe direttamente a disposizione dai proprietari. Ci si è inoltre avvalsi delle tabelle della UNI TS 11300 e delle banche dati sui materiali UNI 10351, UNI 10355, UNI EN ISO 10456 ed UNI TR 11552 al fine di ridurre gli oneri per il committente come previsto dal DM 26 giugno 2015.
- 2) I Ponti termici sono stati inseriti in funzione della tipologia costruttiva in base a calcoli eseguiti sulla base dell'abaco dei ponti termici conforme alla UNI 14683 così come richiesto dalla UNI TS 11300-1:2014
- 3) L'attestato di prestazione energetica ha una validità temporale massima di dieci anni a partire dal suo rilascio e deve essere aggiornato a ogni intervento di ristrutturazione o riqualificazione che ne modifichi la classe energetica
- 4) L'immobile all'atto del rilievo risulta dotato di una caldaia a metano.

IL PRESENTE CERTIFICATO HA SOLO CARATTERE INFORMATIVO DA UTILIZZARSI AI FINI DEI BANDI PO FESR 2014-2020 - STUDIO DI FATTIBILITA' - ED IN QUESTA FASE NON VIENE TRASMESSO ALLA REGIONE

SOGGETTO CERTIFICATORE

| | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ente/Organismo pubblico | <input checked="" type="checkbox"/> Tecnico abilitato | <input type="checkbox"/> Organismo/Società |
| Nome e Cognome / Denominazione | | |
| Indirizzo | | |
| E-mail | | |
| Telefono | | |
| Titolo | | |
| Ordine/iscrizione | | |
| Dichiarazione di indipendenza | | |
| Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale ed ai sensi dell'art.3 del DPR 16 aprile 2013, n. 75, al fine di poter svolgere con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore per il sistema edificio/impianto DICHIARA l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, e di non essere ne' coniuge, ne' parente fino al quarto grado del proprietario, ai sensi del comma b), art. 3 del DPR 16 aprile 2013, n. 75 | | |
| Informazioni aggiuntive | | |

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

| | |
|---|----|
| E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE? | SI |
|---|----|

SOFTWARE UTILIZZATO

| | |
|--|----|
| Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale? | SI |
| Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato? | NO |

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L. 63/2013.

Data di emissione **22/01/2019**

Firma e timbro del tecnico o firma digitale_____



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: *

VALIDO FINO AL: 22/01/2019



LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "**raccomandazioni**" (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

Prestazione energetica globale (EPgl,nren) : fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice dà un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizza la seguente criterio:



I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.

Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

| Codice | TIPO DI INTERVENTO |
|--------|------------------------------------|
| RE N 1 | FABBRICATO-INVOLUCRO - OPACO |
| RE N 2 | FABBRICATO-INVOLUCRO - TRASPARENTE |
| RE N 3 | IMPIANTOCLIMATIZZAZIONE-INVERNO |
| RE N 4 | IMPIANTOCLIMATIZZAZIONE-ESTATE |
| RE N 5 | ALTRI IMPIANTI |
| RE N 6 | SISTEMI A FONTI RINNOVABILI |

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.