

**DEA**

Dipartimento  
Energia e  
Acustica

**DPI**

Dipartimento  
Progettazione  
Impianti

**DPS**

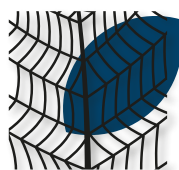
Dipartimento  
Progettazione  
Strutturale

**DPA**

Dipartimento  
Progettazione  
Architettonica

**CEM**

Consulenza  
Energy  
Management



**SEDE.** Piazza Luigi di Savoia, 22  
20124 Milano (MI)

**P.IVA** 07457800964

**TEL.** 02 45381170

**FAX.** 02 45381176

**MAIL.** info@sacee.it

**SITO.** www.sacee.it



## Diagnosi Energetica

Palazzetto Sportivo

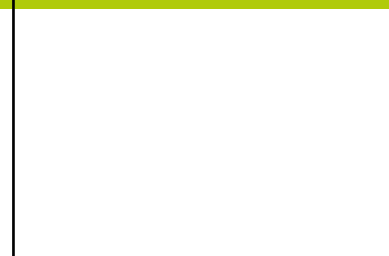
**CLIENTE:** Comune di Codogno (LO)

**ELABORATO** n°316.19.21.D.ENE.REL.001.00 **DEL** 12.09.2018

**DIRETTORE  
TECNICO**



**PROGETTISTA**





## Tabella Riassuntiva Revisioni

REVISIONE	DATA	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	12.09.2018	Diagnosi Energetica	MBO	MGC/KCI	MGC



# Sommario

<b>1. DEFINIZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA .....</b>	<b>4</b>
INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	5
SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	5
<b>2. I SOGGETTI COINVOLTI .....</b>	<b>6</b>
IL DIAGNOSTICATORE: SACEE S.r.L. ....	6
IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO .....	7
<b>3. METODOLOGIA DEL LAVORO .....</b>	<b>8</b>
DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE .....	8
SOFTWARE UTILIZZATO .....	8
FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	8
<b>4. LE TEMPISTICHE .....</b>	<b>10</b>
PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'ANALISI .....	10
VISITE E SOPRALLUOGHI .....	10
<b>5. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>11</b>
GEOLOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE SOGGETTO A DIAGNOSI .....	11
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE .....	13
<b>6. ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>14</b>
<b>7. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI .....</b>	<b>15</b>
PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA .....	15
ANALISI CONSUMI DA FATTURE ENERGETICHE .....	15
CONSUMI DI GAS METANO .....	17
<b>8. TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO .....</b>	<b>17</b>
<b>9. ORARI DI UTILIZZO IMPIANTI .....</b>	<b>18</b>
<b>10. COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO .....</b>	<b>19</b>



<b>11. IMPIANTI.....</b>	<b>26</b>
DESCRIZIONE IMPIANTO INSTALLATO .....	26
<b>12. VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>30</b>
<b>13. ANALISI DINAMICA ORARIA .....</b>	<b>32</b>
PROFILI D'USO.....	32
<b>14. PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI .....</b>	<b>33</b>
PARETI.....	33
SERRAMENTI .....	33
SOLAI E COPERTURE.....	33
IMPIANTI.....	33
ILLUMINAZIONE.....	34
<b>15. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>16. ANALISI ECONOMICA .....</b>	<b>36</b>
GRANDEZZE ECONOMICHE .....	36
TARIFE UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO .....	37
IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA .....	37
INCENTIVI ALL' EFFICIENZA ENERGETICA: CONTO TERMICO 2.0 .....	38
<b>17. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO.....</b>	<b>39</b>
INTERVENTO IM 1 .....	40
IM1.1 - COIBENTAZIONE ELEMENTI OPACHI VERTICALI .....	42
IM1.2 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI .....	43
INTERVENTO IM 1.3: RIFACIMENTO SISTEMA DI EMISSIONE PALESTRA E BAGNI E SISTEMA DI REGOLAZIONE .....	43
INTERVENTO IM 1.4: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI .....	44





# 1. DEFINIZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

Il Comune di Codogno (LO) ha programmato interventi di Riqualificazione Energetica sul Palazzetto di Codogno il quale ad oggi risulta servito dal medesimo impianto di riscaldamento dell'Istituto d'istruzione Superiore "Ambrosoli" limitrofo. Le opportunità di intervento valutate non riguardano però l'impianto di climatizzazione invernale, ma solo ed esclusivamente l'involucro del Palazzetto sportivo. Per tal motivo la Diagnosi Energetica viene effettuata solo ed esclusivamente sul Palazzetto escludendo quindi dalle analisi i locali destinati alle attività scolastiche appartenenti inoltre ad un altro subalterno.

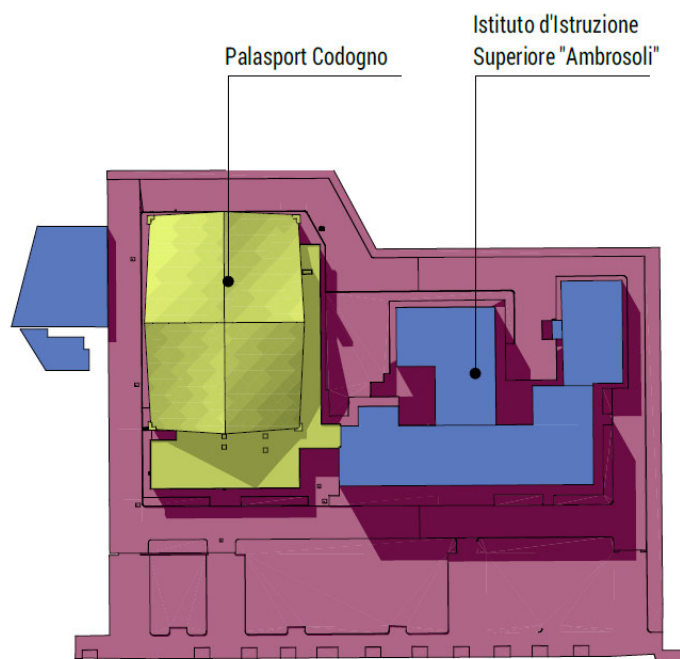


FIGURA 1 EDIFICIO OGGETTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

Al fine di verificare la bontà tecnico-economica di tale intervento, il committente, ha affidato alla Società SACEE il compito di svolgere una Diagnosi Energetica, volendo con tale analisi valutare opportunità di efficientamento energetico che possano essere adottate.

Il D.lgs. 115/08 definisce la «Diagnosi Energetica» (che frequentemente si identifica anche con il termine «Audit Energetico») **«una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati».**

L'analisi globale delle caratteristiche edilizie e impiantistiche dell'intero edificio evidenzia l'opportunità di risparmio energetico sugli edifici e sugli impianti.

La diagnosi infatti, oltre a fornire un quadro d'insieme completo delle caratteristiche energetiche dell'edificio, assegna delle priorità agli interventi da effettuare nei prossimi anni in termini di costi e benefici.

Nella prima parte del documento saranno esplicitati in dettaglio i criteri seguiti nell'analisi dello stato attuale degli edifici e nella sua modellizzazione termofisica, saranno riportati i risultati di questa analisi, lo studio degli

andamenti climatici attestati nel Comune di riferimento, l'esame dei consumi dell'edificio e infine l'indicazione delle maggiori criticità rilevate.

Nella seconda parte del documento verranno analizzati gli interventi di riqualificazione energetica dell'involucro e dell'impianto, che si riterranno ragionevoli, valutati in termini sia di energia primaria risparmiata che di ritorno economico dell'investimento. Saranno individuati anche alcuni indicatori economici (V.A.N., Payback time, tutti attualizzati) funzionali a verificare la bontà di ogni singolo investimento e a consentire un confronto tra un investimento e l'altro in termini di convenienza economica.

Le analisi messe in atto considerano l'attuale stile di gestione e di consumo dell'edificio e ipotizzano che gli stessi restino invariati nel corso dei prossimi anni.

In quanto procedura sistematica la Diagnosi Energetica deve possedere i seguenti requisiti:

- **Completezza:** definizione del sistema energetico comprensivo di tutti gli aspetti energetici significativi;
- **Attendibilità:** acquisizione di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico della diagnosi energetica e sopralluogo del sistema energetico; fatto salvo deroghe motivate limitate al contesto civile residenziale quando esplicitamente previsto dalla normativa vigente.
- **Tracciabilità:** identificazione e utilizzo di un inventario energetico, documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione dei suoi dati a supporto dei risultati della diagnosi energetica, comprensivo delle ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
- **Utilità:** identificazione e valutazione sotto il profilo costi/benefici degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica espressi attraverso documentazione adeguata e differenziata in funzione del settore, delle finalità e dell'ambito di applicazione, trasmessa al committente.
- **Verificabilità:** identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dalla applicazione degli interventi proposti nella diagnosi energetica e attuati.

## INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente documento, che rappresenta proprio la relazione conclusiva attestante le analisi e le conclusioni effettuate all'interno del processo di diagnosi, è conforme ai seguenti riferimenti legislativi e normativi:

- Allegato 2 del D.lgs. 102/2014
- UNI TS 11300 parte 1, 2, 3, 4, 5 e 6
- Norma UNI CEI EN 16247-1 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali"
- Norma UNI CEI EN 16247-2 "Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici residenziale e terziario."

## SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

In seguito alle premesse sopracitate, risulterà chiaro come la Diagnosi Energetica abbia scopo di

- Analizzare la situazione energetica dell'edificio
- Valutare gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio e degli impianti
- Valutare il ritorno economico degli interventi suggeriti

## 2. I SOGGETTI COINVOLTI

### IL DIAGNOSTICATORE: SACEE S.r.L.

Il 18 luglio 2014 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102, recante "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE". Il decreto impone che a partire dal 18 luglio 2016, gli unici soggetti a poter eseguire diagnosi energetiche riconosciute come tali dallo Stato, sono:

- Società di Servizi Energetici (SSE) certificate secondo UNI CEI 11352:2014,
- Esperti in Gestione dell'Energia (EGE) certificati secondo UNI CEI 11339:2009.

Il soggetto diagnosticatore, SACEE S.r.L., con sede legale in Piazza Luigi di Savoia 22 (di seguito detta SACEE), è una Società di Servizi Energetici, vale a dire è una società che ha come oggetto sociale l'offerta di servizi integrati per la realizzazione e l'eventuale successiva gestione di interventi di efficienza energetica, e che è accreditata come tale al sistema di "Accreditamento Operatori" gestito dal Gestore dei Servizi Energetici (di seguito GSE).

- SACEE è certificata secondo UNI CEI 11352:2014 e l'organismo certificatore è il Cersa.
- L'amministratore Unico e Direttore Tecnico di Sacee, Ing. Maria Grazia Costa, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.

Di seguito si riassumono le informazioni del soggetto diagnosticatore:

Informazioni soggetto diagnosticatore	
Ragione sociale	SACEE S.r.L.
Sede legale	Piazza Luigi di Savoia 22, 20124 Milano
P. IVA e C.F.	07457800964
Numero REA	MI 2119247
Indirizzo PEC	saceesrl@pec.it
Website	www.sacee.it
Qualifica Energetica	E.S.C.o. certificata 11352
Amministratore Unico di SACEE S.r.L.	Ing. Maria Grazia Costa
Qualifica Energetica dell'Amministratore	EGE certificato 11339



## IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO

Informazioni generali	
Committente	Comune di Codogno
Sede legale del committente	Via Vittorio Emanuele II, 4 26845 – Codogno (LO)
Indirizzo edificio diagnosticato	Viale Resistenza 13/15 – Codogno (LO)
Proprietario edificio	Comune di Codogno
Tipologia di edificio	Palazzetto dello Sport
Referente tecnico	Arch. Antonino Ceruti



### 3. METODOLOGIA DEL LAVORO

#### DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE

In linea generale la differenza fra il sistema utilizzato per la redazione della Diagnosi Energetica, che rappresenta un'analisi del reale utilizzo di un edificio, e il metodo impiegato ai fini della Certificazione Energetica, il cui obiettivo è invece la definizione della classe energetica dell'edificio, consta nel fatto che nella certificazione una serie di parametri di input sono normalizzati, ossia standardizzati.

Infatti, essendo l'obiettivo della Certificazione quello di individuare la maggiore o minore qualità di involucro e impianti valutando la performance energetica dell'edificio attraverso la definizione di una classe energetica e quindi di un valore di consumo confrontabile con altri edifici, è necessario che i calcoli non risultino influenzati dagli stili di gestione dell'edificio stesso. Questo implica la necessità di normalizzare parametri come la temperatura degli ambienti interni (per la certificazione si considera pari a 20° indipendentemente da quella effettiva), le ore di funzionamento dell'impianto termico (per la certificazione va considerato che l'impianto termico deve garantire un'uniformità temporale della temperatura interna per 24 ore al giorno, pari a 20 °C), la ventilazione (calcolata ai fini della certificazione secondo valori predefiniti dalla normativa tecnica di riferimento).

L'obiettivo di una diagnosi energetica invece è quello di valutare la qualità dell'involucro e degli impianti al fine di definire priorità d'intervento anche attraverso una valutazione economica d'investimento. È evidente, quindi, la necessità di considerare lo stile di gestione reale dell'edificio. Più l'edificio viene utilizzato e riscaldato, più rapidi risulteranno i tempi di ritorno di interventi di retrofit.

#### SOFTWARE UTILIZZATO

Per la redazione della Diagnosi Energetica si è fatto uso dei seguenti programmi:

- Termolog Epix per la progettazione termotecnica statica e dinamica

#### FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La Diagnosi Energetica si concretizza nell'esecuzione di sei fasi di lavoro, identificate di seguito:

- Analisi dei documenti e dei dati forniti dal cliente
- Sopralluogo tecnico sull'edificio
- Costruzione del modello termo-fisico dell'edificio
- Validazione del modello termo-fisico con i dati di consumo reale
- Individuazione degli interventi di efficientamento possibili
- Analisi Costi-Benefici degli interventi individuati



**FASE 1: ANALISI DEI DOCUMENTI E DEI DATI FORNITI DAL CLIENTE**

Per riuscire a caratterizzare il potenziale di miglioramento dell'involucro edilizio e il risparmio ottenibile mediante interventi su involucro e impianti, o di installazione di impianti a fonte rinnovabile, si procede dapprima alla raccolta di dati e informazioni sull'edificio e sui suoi consumi energetici, possedute dal cliente. Si analizzano planimetrie, prospetti, sezioni, schemi di impianto, fatture attestanti i consumi energetici, analisi energetiche eseguite nel passato, materiale storico.

**FASE 2: SOPRALLUOGO TECNICO SULL'EDIFICIO**

In questa fase vengono eseguiti da tecnici specializzati dettagliati sopralluoghi atti a:

- effettuare rilievi visivi e dimensionali,
- identificare le condizioni ambientali per mezzo di sensori di temperatura, umidità e se possibile rilievi termografici,
- individuare eventuali discordanze rispetto alla documentazione esaminata nella fase precedente

**FASE 3: COSTRUZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO**

Con la fase 3 della diagnosi si passa alla costruzione di un modello dell'edificio. Il primo passo, al fine di realizzare un modello quanto più simile all'edificio reale, è la ricostruzione dell'involucro in termini di caratteristiche termofisiche di ogni elemento costruttivo, attraverso i parametri dei singoli materiali componenti le varie stratigrafie (pareti verticali, pareti sottofinestra, solai di copertura, solai di basamento, serramenti). Per ogni elemento viene indicata la superficie, distinta a seconda dell'orientamento e delle trasmittanze. Questa ricostruzione dell'involucro edilizio, congiuntamente all'individuazione della temperatura interna degli ambienti, permette di definire come le dispersioni di calore si distribuiscono attraverso l'involucro.

In secondo luogo, vengono individuate le grandezze che consentono di calcolare gli apporti gratuiti (sia da serramenti attraverso l'irraggiamento solare incidente che da strumentazione elettronica o elettrodomestici che apportano calore all'interno degli ambienti) e le dispersioni dovute alla ventilazione (la ventilazione è un parametro necessario al fine del benessere e della salubrità degli ambienti).

Il comportamento dell'edificio durante la stagione di riscaldamento viene quindi simulato, prendendo in considerazione i parametri dell'impianto termico legati alla produzione, alla distribuzione, all'emissione e alla regolazione del calore.

La valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio viene effettuata attraverso il calcolo di alcuni indicatori di efficienza energetica:

- Domanda totale di energia per riscaldamento invernale e per raffrescamento estivo (kWh);
- Consumo teorico (kWh);
- Distribuzione delle dispersioni attraverso l'involucro (W/mq).

**FASE 4: Validazione del modello termofisico con i dati di consumo reale**

A valle dell'individuazione di questi indicatori di performance, si procede alla validazione del modello, calibrando il modello dell'edificio sui dati di consumo reale, opportunamente analizzati e interpretati. Questo passaggio rappresenta la fase più importante e interessante di una modellizzazione in quanto permette di valutare la bontà del modello costruito e di ricalibrare, se necessario, il modello interpretativo in modo che lo stesso risulti il più possibile rappresentativo della realtà dell'edificio.

**FASE 5: Individuazione degli interventi di efficientamento possibili**

Il modello dell'edificio viene poi modificato per mezzo dell'inserimento degli interventi ipotizzabili e ritenuti fattibili, per poterne calcolare la bontà dal punto di vista della diminuzione dei consumi energetici. Quindi,

grazie a questa operazione, vengono individuati gli interventi di efficientamento energetico e di miglioramento dell'utilizzo dell'edificio, delle strutture e degli impianti, che sono sensati dal punto di vista della diminuzione dei consumi.

#### **FASE 6: Analisi Costi-Benefici degli interventi individuati**

L'ultima fase della diagnosi consiste nell'analisi costi/benefici degli interventi individuati nella fase 5, sulla quale è fortemente impattante la possibilità di accesso a sistemi incentivanti. Questa fase consente al cliente di definire, a seconda di budget e necessità, una scala di priorità degli interventi possibili, dopo aver escluso quelli il cui tempo di rientro non è sensato.

## 4. LE TEMPISTICHE

### PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'ANALISI

L'Analisi Energetica è stata condotta raccogliendo, identificando e analizzando il maggior numero di informazioni a disposizione riguardo dati di consumo e dati tecnici di impianto, relativi all'anno 2017/2018.

### VISITE E SOPRALLUOGHI

Sono stati concordati ed effettuati i sopralluoghi presso l'edificio oggetto di diagnosi durante i seguenti mesi:

- Agosto 2018





## 5. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

### GEOLOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE SOGGETTO A DIAGNOSI



FIGURA 2 INQUADRAMENTO SATELLITARE

L'edificio oggetto di Diagnosi Energetica è ubicato in Viale Resistenza, nella zona della periferia nord della cittadina lodigiana.

Si individuano primariamente le caratteristiche del Palazzetto sportivo in quanto principale oggetto di analisi. L'edificio scolastico rientra nelle analisi esclusivamente per il fatto che la centrale termica è unica comportando quindi la modellazione dell'intero edificio.

La struttura di copertura del vano palestra è realizzata con una soluzione "sottile" a quattro falde con geometria a paraboloide iperbolico poggiate su 4 timpani frontali realizzato con telaio in calcestruzzo. La struttura del palazzetto è caratterizzata da un telaio in cemento armato, tamponata perimetralmente con una

muratura per uno spessore totale di 45 cm. Perimetralmente al volume principale del palazzetto che contiene il campo di gioco e le tribune sono stati realizzati degli ambienti di altezza inferiore asserviti al palazzetto e di collegamento con il fabbricato della scuola, oggi istituto IPSIA Ambrosoli.

I suddetti volumi perimetrali di altezza inferiore a quella del volume principale sono realizzati con strutture indipendenti e separate da un giunto strutturale.

Le strutture dei volumi perimetrali sono realizzate con un telaio di calcestruzzo armato con impalcati di copertura in laterocemento. I tamponamenti perimetrali sono in laterizio, probabilmente a cassavuota, ma non sono stati effettuati sondaggi.

I serramenti esistenti sono a telaio con sezioni in lamiera di alluminio presso piegata e vetro singolo. Alcuni vetri sono tra l'altro rotti e andrebbero necessariamente sostituiti.

Dal punto di vista impiantistico, si rileva una assoluta mancanza di comfort sia per quanto riguarda l'impianto di riscaldamento che l'impianto di illuminazione.



FIGURA 3 PROSPETTO PRINCIPALE

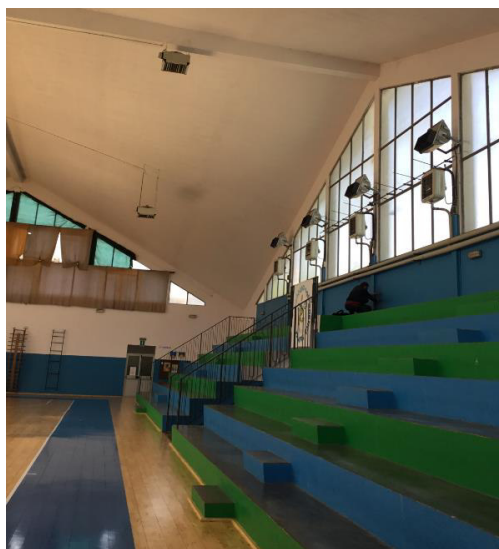


FIGURA 4 ZONA TRIBUNE



FIGURA 5 CAMPO SPORTIVO



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

INDICATORI	VALORI
Gradi giorno	2545 GG
Zona climatica	E
Durata convenzionale della stagione termica	183 gg
Altitudine sopra il livello del mare	57 m slm
Velocità del vento	1,30 m/s
Direzione prevalente	SW
Temperatura esterna di progetto (UNI 12831)	-5,0 °C
Temperatura massima estiva (UNI 13789)	34,3 °C
Escursione termica giornaliera	14,4 °C





## 6. ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO

INDICATORI	Palazzetto Sportivo	Istituto "Ambrosoli"
Numero di piani riscaldati	1	3
Superficie riscaldata (mq)	1.361	2.680
Superficie raffrescata (mq)	-	650
Volume riscaldato (mc)	11.495	10.884
Volume raffrescato (mc)	-	1.950
Superficie involucro (mq) TOTALE	4.068	4.594
Rapporto S/V medio TOTALE	0,35	0,42

INDICATORI	DEFINIZIONI
<b>Numero di piani</b>	Numero totale di piani riscaldati (fuori terra ed interrati)
<b>Superficie riscaldata</b>	Somma delle superfici riscaldate
<b>Superficie raffrescata</b>	Somma delle superfici raffrescate
<b>Volume riscaldato</b>	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) riscaldato degli edifici
<b>Volume raffrescato</b>	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) raffrescato degli edifici
<b>Superficie involucro</b>	Superfici che racchiudono il volume riscaldato, ovvero le pareti verticali perimetrali, la copertura e il basamento, anche dette "involucro disperdente"
<b>Rapporto S/V medio</b>	Rapporto fra la superficie dell'involucro e il volume lordo riscaldato, che indica una propensione alla dispersione di calore dovuta alle geometrie

## 7. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Per la validazione del modello energetico vengono valutati in dettaglio i consumi dell'edificio attraverso la raccolta dei seguenti documenti:

- Fatture di Energia Elettrica
- Consumi di Gas Metano

### PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA

#### ANALISI CONSUMI DA FATTURE ENERGETICHE

I dati relativi all'energia elettrica forniti dal Comune di Codogno sono riferiti ai prelievi di energia dell'anno 2017/2018.

Un contatore viene identificato con il termine POD (Point of Delivery), un codice alfa-numerico che indica il punto di connessione alla rete elettrica nazionale.

Nel caso oggetto di analisi, risulta il seguente POD:

POD	INDIRIZZO	DESTINAZIONE D'USO
IT001E19131766	Viale Resistenza	PALESTRA

L'edificio è alimentato in bassa tensione con una potenza disponibile pari a 44,80 kW.

Il consumo elettrico attribuibile a questo contatore è da imputarsi a:

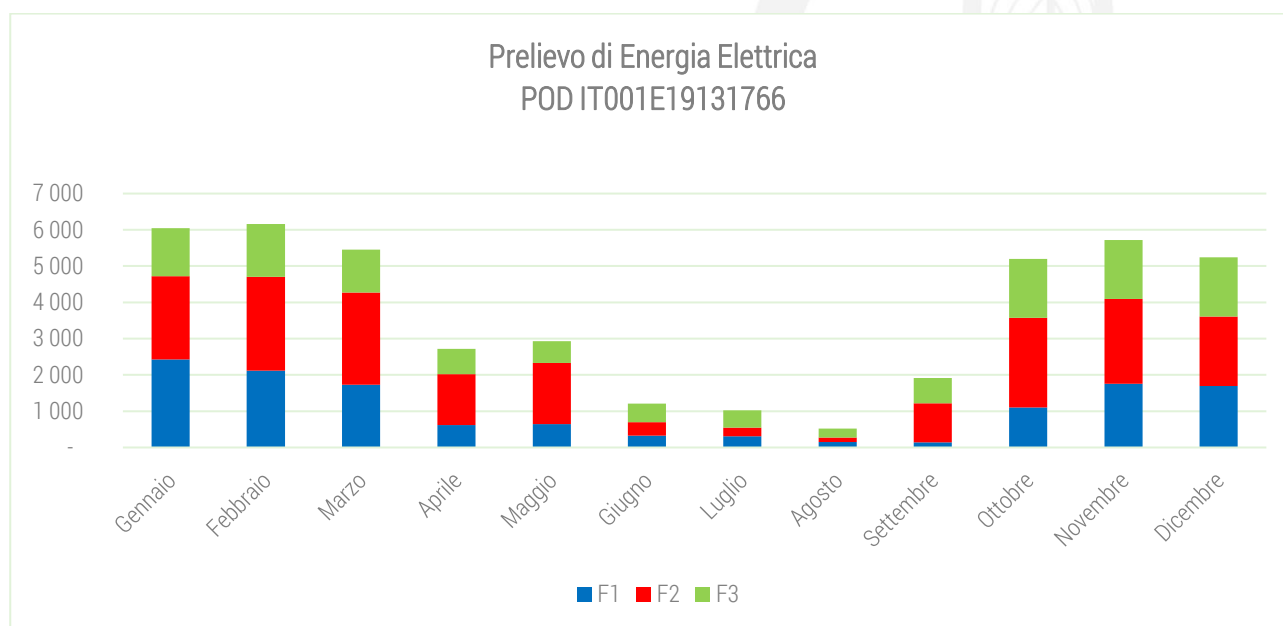
- Illuminazione interna ed esterna
- Apparecchiature in dotazione (Proiettori, computer, stampanti etc....)
- Generatori termici e per la produzione di acqua calda sanitaria
- Ausiliari e sistemi di emissione degli impianti termici (ventole, pompe, etc....)

Si riportano di seguito i dati relativi al prelievo mensile dalla rete elettrica nazionale dell'anno 2017/2018.

POD IT001E19131766					
Anno	Mese	F1	F2	F3	TOT (kWh)
2018	Gennaio	2 430	2 288	1 324	6 042
2018	Febbraio	2 116	2 590	1 457	6 163
2018	Marzo	1 730	2 545	1 179	5 454
2018	Aprile	621	1 398	704	2 723
2018	Maggio	645	1 681	605	2 931
2018	Giugno	329	368	517	1 214
2018	Luglio	312	236	480	1 028
2018	Agosto	150	123	249	522
2017	Settembre	140	1 081	699	1 920
2017	Ottobre	1 105	2 468	1 626	5 199
2017	Novembre	1 758	2 341	1 616	5 715
2017	Dicembre	1 695	1 912	1 635	5 242
<b>TOTALE</b>		<b>13 031</b>	<b>19 031</b>	<b>12 091</b>	<b>44 153</b>

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>lunedì-venerdì</i>	F3							F1													F2			
<i>sabato</i>																								
<i>domenica-festivi</i>																								

I consumi mensili di energia elettrica, rilevati dalle fatture energetiche del cliente sono di seguito riportati suddivisi per le tre fasce di riferimento (F1, F2 e F3).



**FIGURA 6 ANDAMENTO PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA - ESTRATTO FATTURA ENERGIA ELETTRICA 2017/2018**

Come si evince dal grafico è visibile un andamento variabile del consumo di energia elettrica con picchi durante i mesi invernali. I consumi risultano quasi nulli durante i periodi estivi in quanto la struttura risulta chiusa.

## CONSUMI DI GAS METANO

Per quanto riguarda i consumi di gas metano sono da imputarsi alla centrale termica caratterizzata da due caldaie a gas risalenti al 2011 e asservite al riscaldamento del Palazzetto e della Scuola. Le fatture energetiche di gas pervenute dal Comune di Codogno riportano consumo nullo in quanto questi vengono gestiti da un Terzo Responsabile a cui ne è subentrato un nuovo. Ad oggi non è stato possibile reperire i consumi reali nonostante le richieste effettuate. Per quanto riguarda i consumi del locale limitrofo in gestione ai carabinieri di Codogno si rileva l'accensione della caldaia autonoma una sola volta alla settimana. I consumi che ne derivano sono quindi del tutto irrilevanti rispetto all'impianto centralizzato.

## 8. TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO

L'edificio, è stato suddiviso in più zone termiche in base alla tipologia di terminale presente, all'uso e al tipo di impianto di asservimento.

Una zona termica è un'unione di locali caratterizzati da omogenee temperature di utilizzo, tipologie di terminali e destinazione d'uso.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle zone termiche presenti all'interno dell'edificio.

Zona Termica	Destinazione d'uso	Sistema di emissione invernale	Sistema di emissione estate	T.int Invernale	T.int Estiva
ZT.01	Campo Sportivo	Aerotermini ad acqua	Assente	18°C	-
ZT.02	Spogliatoi Nord-Ovest	Radiatori	Assente	20/22°C	-
ZT.03	Spogliatoi Sud-Est	Radiatori	Assente	20/22°C	-
ZT.04	Atrio di Ingresso	Radiatori	Assente	20°C	-
ZT.05	Locali di gestione comunale	Radiatori	Assente	20°C	-
ZT.06	Istituto Scolastico	Radiatori	Split System (parziale)	20°C	26°C
ZNR		-	-	-	-



## 9. ORARI DI UTILIZZO IMPIANTI

Gli impianti di riscaldamento vengono accesi durante i periodi di utilizzo in base alla tipologia di destinazione d'uso presente. In particolare, si indicano gli orari associati al gruppo di generazione.

Giorno settimanale	Centrale Termica
Lunedì	6.00 – 19.00
Martedì	6.00 – 19.00
Mercoledì	6.00 – 19.00
Giovedì	6.00 – 19.00
Venerdì	6.00 – 19.00
Sabato	Chiuso
Domenica	Chiuso

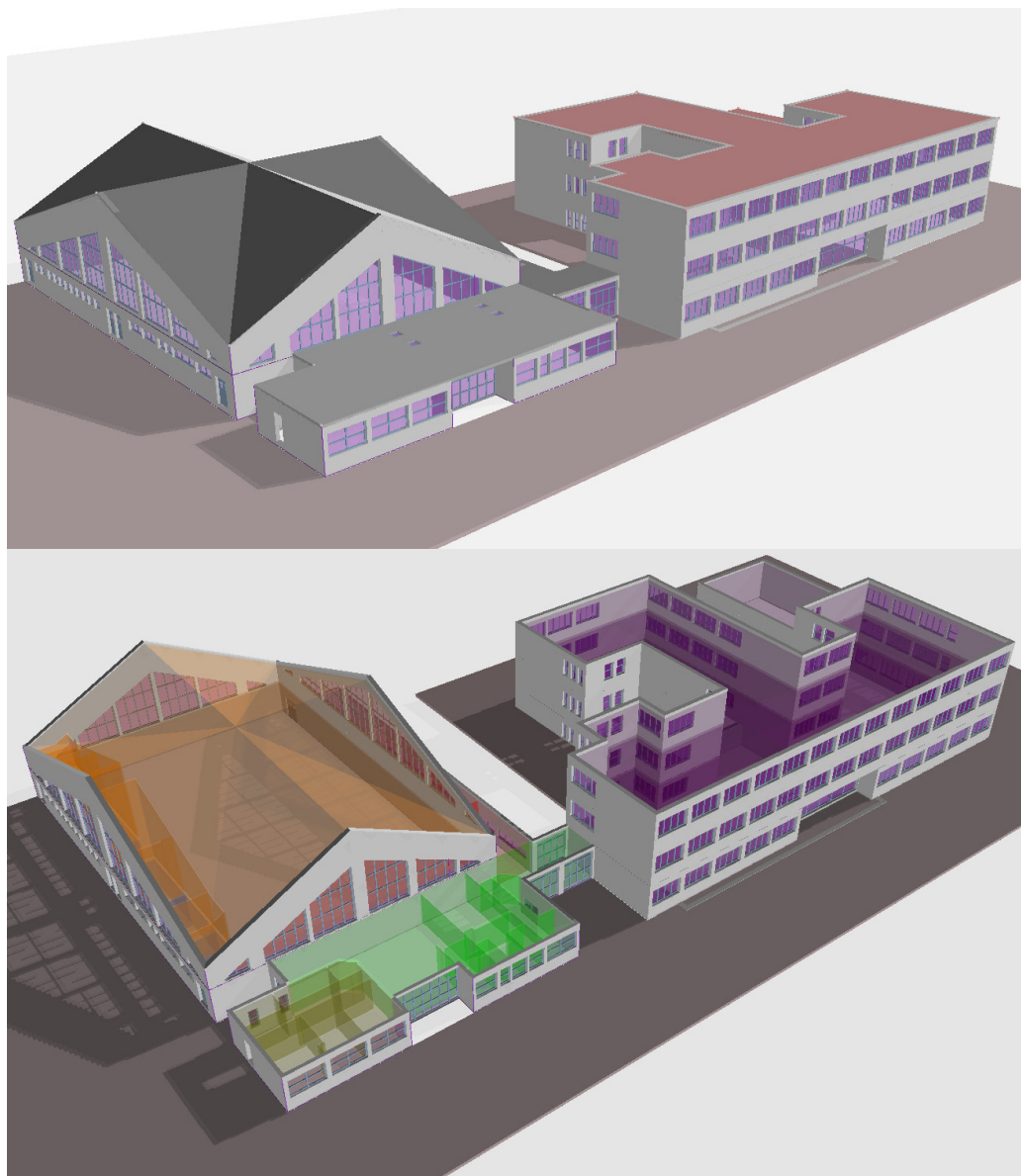
Di seguito la tabella fornita dal Comune per l'utilizzo:

2017	ORE DI UTILIZZO DIVISE PER UTILIZZATORE			ORE MENSILI
	Scuola	Società sportive	Eventi sportivi	
Gennaio	136	101		237
Febbraio	160	114	8	282
Marzo	184	126	8	318
Aprile	136	133		269
Maggio	176	139		315
Giugno	40	71	4	115
Luglio	0	0		0
Agosto	0	6		6
Settembre	120	106		226
Ottobre	176	175		351
Novembre	168	169	12	349
Dicembre	120	116		236
Ore TOT.	1416	1256	32	2704

## 10. COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO

### MODELLO TERMOFISICO E TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE PARETI OPACHE

Il calcolo delle superfici corrispondenti alle tipologie di seguito censite è stato effettuato a partire dalle tavole planimetriche fornite oltre che dalle verifiche in sito effettuate durante i sopralluoghi. Le tabelle di seguito riportate riassumono gli elementi censiti e riportano la trasmittanza calcolata per tutti gli elementi opachi. Vengono prima forniti degli estratti del modello termofisico riferito all'edificio in analisi.



**FIGURA 7- ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO**

Come si evince dal modello termofisico è stato riprodotto l'intero edificio comprensivo di Palazzetto, Istituto scolastico e relative pertinenze. È bene sottolineare che le ipotesi di intervento migliorativo si concentreranno sul Palazzetto sportivo, nonché primario oggetto delle analisi.

Per la modellazione termofisica la struttura è stata suddivisa in zone termiche in base all'utilizzo prevalente ed alla tipologia di terminale presente.

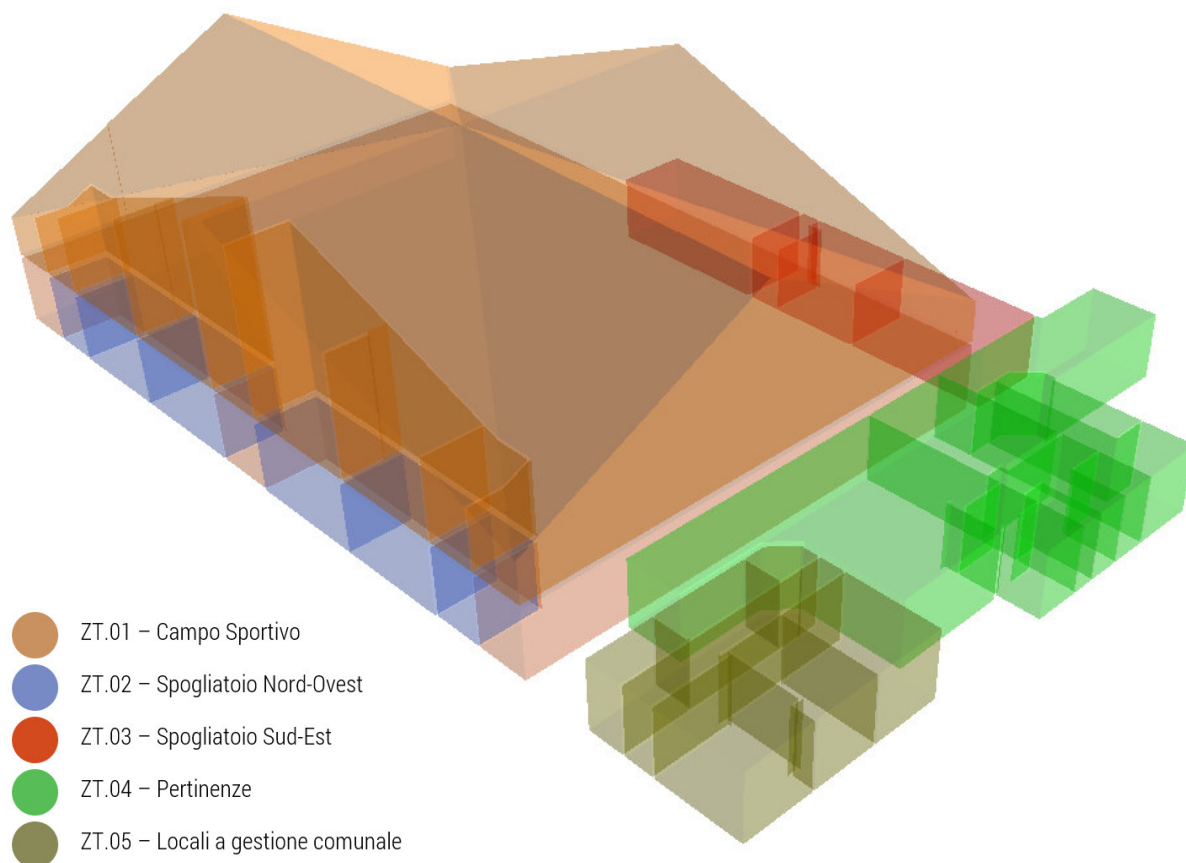


FIGURA 8- SUDDIVISIONE ZONE TERMICHE

Nel modello sono riprodotti sia i locali riscaldati che non riscaldati, mentre non vengono rappresentati spazi esterni che al fine del calcolo del fabbisogno non hanno alcun tipo di rilevanza. Per i valori di trasmittanza si rimanda alla tabella seguente.



CODICE	TIPOLOGIA	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	TRASMITTANZA [W/mq K]
M.01.EXT	PARETE	ESTERNO	45	0,753
M.01.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	45	0,705
M.02.EXT	PARETE	ESTERNO	30	1,108
M.02.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	30	1,007
S.01 - TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO/ VESPAIO	-	0,197
S.02 - TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO/ VESPAIO	-	0,282
C.01.EXT	COPERTURA	ESTERNO	24	1,533
C.02.EXT	COPERTURA	ESTERNO	24	1,533

Sono stati quindi riprodotti in modo realistico gli ombreggiamenti forniti da ostacoli prossimi all'edificio in analisi che quindi andranno a dare un contributo in termini di fabbisogno, il tutto considerando il corretto orientamento geografico dell'edificio in oggetto.





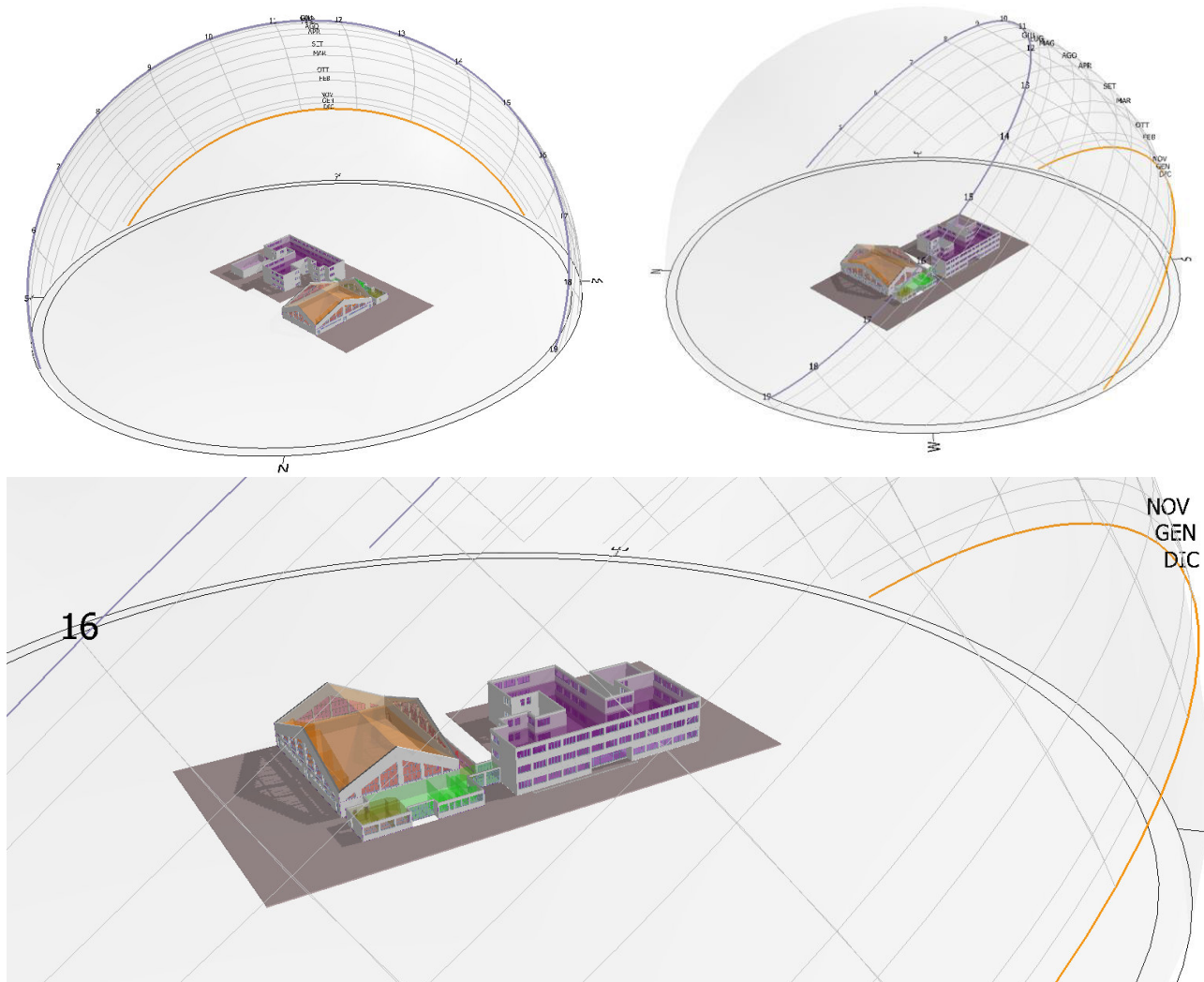


FIGURA 9 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

## SERRAMENTI

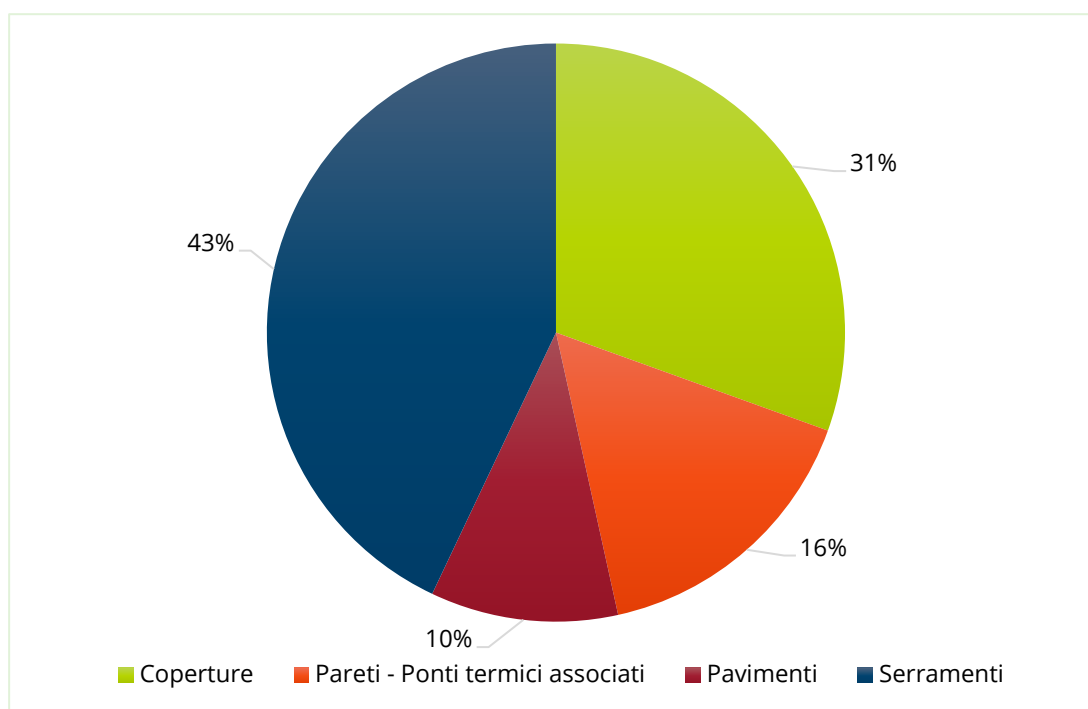
I serramenti risultano essere interamente di alluminio con vetro singolo dotato quindi di scarso prestazionale termo-acustico.



## DISPERSIONI TOTALI DELL'INVOLUCRO

Sulla base di quanto rilevato è stato costruito il modello termofisico della struttura dal quale sono state ricavate le dispersioni totali.

Di seguito viene riportato un grafico raffigurante il peso delle dispersioni dei singoli macro-elementi dell'involucro disperdente dell'intero edificio caratterizzato dal Palazzetto e dall'Istituto Scolastico.



Dai grafici si evince che le superfici di involucro maggiormente disperdenti risultano essere quella relativa ai serramenti con una percentuale piuttosto elevata, pari al 43% del totale e quella relativa alle coperture rispettivamente pari al 31%.



Di seguito vengono fornite al dettaglio le informazioni relative al solo Palazzetto sportivo.

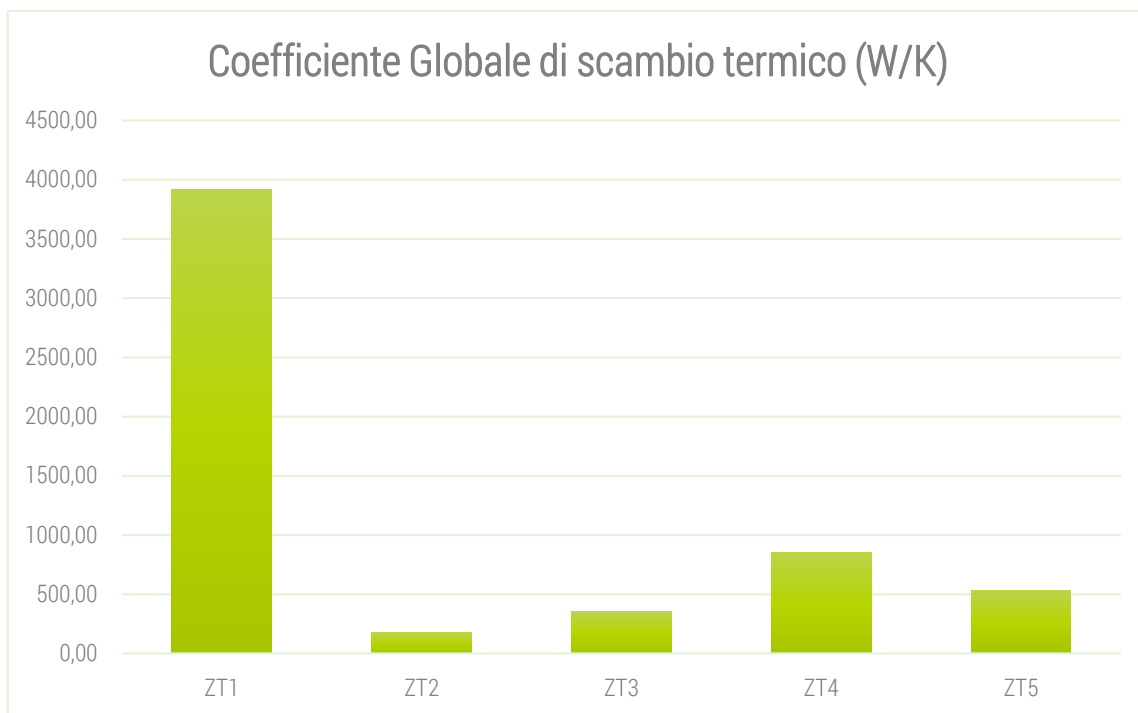


FIGURA 10 - COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO SUDDIVISO PER ZONE

## CARICO TERMICO INVERNALE SDF

Il fabbisogno invernale è stato valutato sulla base dello stato di fatto attuale delle strutture opache e trasparenti. È doveroso sottolineare che la matrice materica delle strutture risulta ipotizzata sulla base delle informazioni fornite dalla committenza e dalle indagini eseguite in loco.

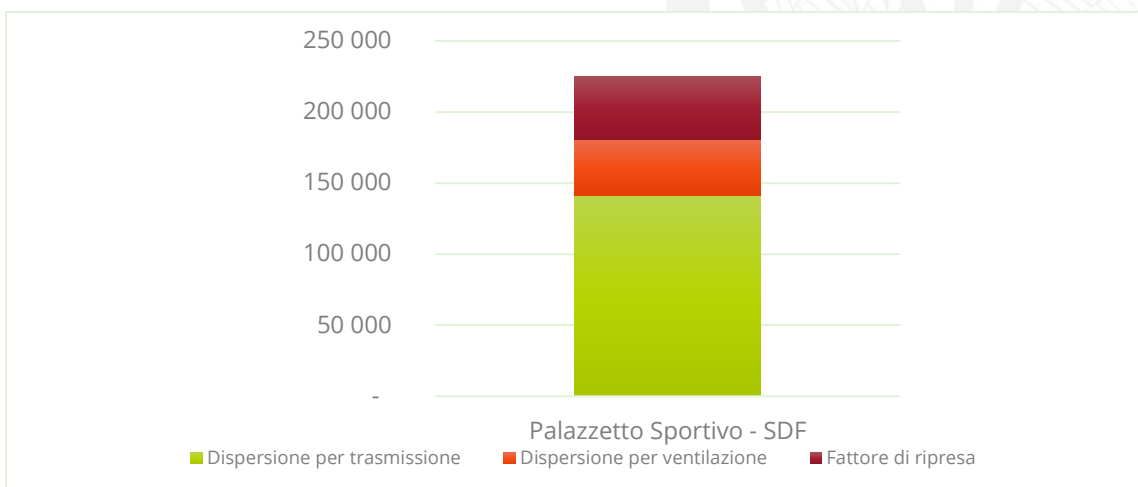


FIGURA 11 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE TOTALE (WATT)





	PALAZZETTO SPORTIVO
Dispersione per trasmissione	141 229
Dispersione per ventilazione	39 654
Fattore di ripresa	44 286
<b>TOTALE</b>	<b>225 kW</b>

Il fabbisogno termico invernale complessivo risulta essere pari a circa **225 kW**. È tuttavia escluso il fabbisogno di ACS.

Al fine di ottenere dei valori maggiormente realistici l'edificio è stato suddiviso nei vari locali e a ciascuno di essi sono stati associati le differenti componenti in grado di portare ad una dispersione di calore, in particolare:

- Chiusure verticali opache e trasparenti
- Chiusure orizzontali opache e trasparenti
- Ponti termici orizzontali e verticali
- Infiltrazioni

Per quanto riguarda l'Istituto Scolastico viene calcolato un carico termico invernale di progetto **pari a 270 kW**.





## 11.IMPIANTI

### DESCRIZIONE IMPIANTO INSTALLATO

La generazione del calore a servizio dell'impianto è assicurata da n° 2 generatori di calore a gas metano a condensazione di potenzialità pari a 285,2 kW cadauna per una potenza complessiva installata pari a 570,4 kW. Come premesso nei capitoli precedenti la centrale termica è asservita al Palazzetto sportivo oggetto di Diagnosi Energetica ed all'Istituto Superiore "Ambrosoli".

L'impianto di produzione acqua calda sanitaria è affidato alle caldaie connesse a n° 1 accumulo di capacità pari a 2000 l.

All'interno della centrale termica sono installate le caldaie e i circolatori del circuito primario e la parte di circuito relativa alla distribuzione alle utenze mentre l'accumulo è collocato in ambiente limitrofo destinato a magazzino con presenza di terminali.

I terminali di emissione all'interno degli edifici sono di 2 tipologie: radiatori in tutti gli spazi ad eccezione della palestra in cui sono presenti aerotermini ad acqua.

Ad oggi è presente un sistema di regolazione con impostazione della curva climatica indipendente sul circuito primario. I terminali sono invece sprovvisti di termoregolazione.





FIGURA 12 CALDAIA A GAS METANO ELCO



FIGURA 13 SCAMBIATORE



FIGURA 14 ACCUMULO ACS - 2000 LITRI



FIGURA 15 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CENTRALE TERMICA

## IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

### GENERATORE

DATI GENERALI	TIPOLOGIA	Caldaia a condensazione
	MARCA	ELCO
	MODELLO	RENDAMAX R 604
	PERIODO INSTALLAZIONE	2011
	POTENZA TERMICA	285,2 kW
	NUMERO	2

### TERMINALI RISCALDAMENTO

DATI GENERALI	TERMINALE – TIPOLOGIA 1	Radiatori
	TERMINALE – TIPOLOGIA 2	Aerotermini ad acqua in palestra
	REGOLAZIONE	Sistema di regolazione con impostazione della curva climatica indipendente sul circuito primario. Assenza di termoregolazione sui terminali.
	PRESENZA DI ADDOLCITORE	SI

## IMPIANTO DI ACS

### ACCUMULO

DATI GENERALI	TIPOLOGIA	Accumulo ACS
	MARCA/MODELLO	CORDIVARI
	PERIODO INSTALLAZIONE	ND
	CAPACITA'	2000 litri

## IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE CALDAIE

### GENERATORE

DATI GENERALI	TUBAZIONI - MATERIALI	Acciaio zincato, rame, polietilene ad alta densità
	ISOLAMENTO TERMICO	Presente
	TIPO DI POSA	a vista all'interno



POMPE DI CIRCOLAZIONE		
CIRCOLATORE P01		
DATI GENERALI	NUMERO	-
	TIPO	Singolo
	MARCA/MODELLO	GRUNDFOS MAGNA
	POTENZA MAX	430 W
CIRCOLATORI P02		
DATI GENERALI	A SERVIZIO DI	-
	TIPO	Gemellare
	MARCA/MODELLO	DAB - DPH 120/280 50M
	POTENZA MAX	870 W
CIRCOLATORI P03		
DATI GENERALI	A SERVIZIO DI	Primario
	TIPO	Gemellare
	MARCA/MODELLO	DAB - DPH 120/360 80T
	POTENZA MAX	1820 W
CIRCOLATORE P04		
DATI GENERALI	A SERVIZIO DI	-
	TIPO	Gemellare
	MARCA/MODELLO	Grundfos
	POTENZA MAX	ND
CIRCOLATORE P05		
DATI GENERALI	A SERVIZIO DI	-
	TIPO	Gemellare
	MARCA/MODELLO	Grundfos
	POTENZA MAX	ND
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE		
LAMPADE	TIPOLOGIA	Fluorescenti/Ad incandescenza
IMPIANTO FORTI RINNOVABILI		
DATI GENERALI	TIPOLOGIA	Assente
	POTENZA	-
VALUTAZIONE	STATO	-





Per quanto riguarda i dati della caldaia autonoma asservita al locale Carabinieri si rilevano i seguenti dettagli tecnici:

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO		
GENERATORE		
DATI GENERALI	TIPOLOGIA	Caldaia Tradizionale
	MARCA	BERETTA
	MODELLO	Mynute 20/20 C.S.P.
	PERIODO INSTALLAZIONE	ND
	POTENZA TERMICA	23,70 kW
	NUMERO	1

## 12. VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

Al fine di validare il modello termofisico per il regime invernale di riscaldamento sono state riprodotte le reali condizioni di funzionamento dell'impianto, le temperature interne ed esterne reali del periodo di riferimento e le reali condizioni di utilizzo dell'edificio.

Come premesso, la centrale termica serve sia il Palazzetto che l'Istituto "Ambrosoli", ed i consumi sono quindi riferiti all'intero plesso di edifici. Come anticipato all'interno del capitolo dedicato non siamo in possesso degli effettivi consumi di gas metano. Si procede quindi con una validazione basata sul calcolo del fabbisogno termico, in particolare il modello energetico ha condotto ad un carico termico invernale complessivo pari a 225 kW al quale dovremo aggiungere un ipotetico carico termico legato alla produzione di ACS per i quali stimiamo ulteriori 30 kW di picco per un totale di 255 kW. Considerando che la potenza installata risulta essere pari a 571 kW ed ipotizzando che il Palazzetto sportivo richiede circa il 45/50% del carico termico complessivo il modello può ritenersi validato e rappresentare quindi una realistica piattaforma di partenza per ipotizzare eventuali interventi migliorativi.

EDIFICIO OGGETTO DI DIAGNOSI – VALIDAZIONE PALAZZETTO	
POTENZA INSTALLATA COMPLESSIVA (Palazzetto/Scuola)	571 kW
POTENZA INSTALLATA PALAZZETTO (Ipotesi Volumetrica 45/50%)	270 kW
CARICO TERMICO PALAZZETTO DA MODELLO TERMOFISICO	255 kW
VALIDAZIONE	Esito Positivo



EDIFICIO OGGETTO DI DIAGNOSI – VALIDAZIONE PALAZZETTO + SCUOLA	
POTENZA INSTALLATA COMPLESSIVA (Palazzetto/Scuola)	571 kW
POTENZA INSTALLATA PALAZZETTO (Ipotesi Volumetrica 45/50%)	270 kW
CARICO TERMICO PALAZZETTO DA MODELLO TERMOFISICO	255 kW
POTENZA INSTALLATA SCUOLA (Ipotesi Volumetrica 50/55%)	301 kW
CARICO TERMICO SCUOLA DA MODELLO TERMOFISICO	290 kW
<b>CARICO TERMICO COMPLESSIVO DA MODELLO TERMOFISICO</b>	<b>545 kW</b>
VALIDAZIONE	<b>Esito Positivo</b>

Si ritiene doveroso sottolineare che vi sono comunque delle incertezze legate principalmente alla non conoscenza esatta dello stato attuale delle stratigrafie ulteriormente sondabili se non con valutazioni più approfondite e invasive.

Sulla base di quanto sondabile allo stato attuale e non prevedendo ulteriori indagini invasive si ritiene che il modello rappresenti in modo fedele lo stato di fatto.

Per affinare ulteriormente il modello sarebbe necessario prevedere una campagna di misure più specifica relativa alle temperature interne per un periodo maggiore di tempo (indicativamente una stagione termica) e una campagna di rilevazione termo-flussimetrica delle stratigrafie.

Rispetto alle analisi effettuate e i dati forniti dalla committenza si ritiene il modello termofisico validato.







## 13. ANALISI DINAMICA ORARIA

Per ottenere output di analisi maggiormente verosimili e rispondenti alla realtà sono stati inseriti i profili di utilizzo delle varie zone dell'edificio e sono stati simulati con un metodo di calcolo dinamico i comportamenti della struttura.

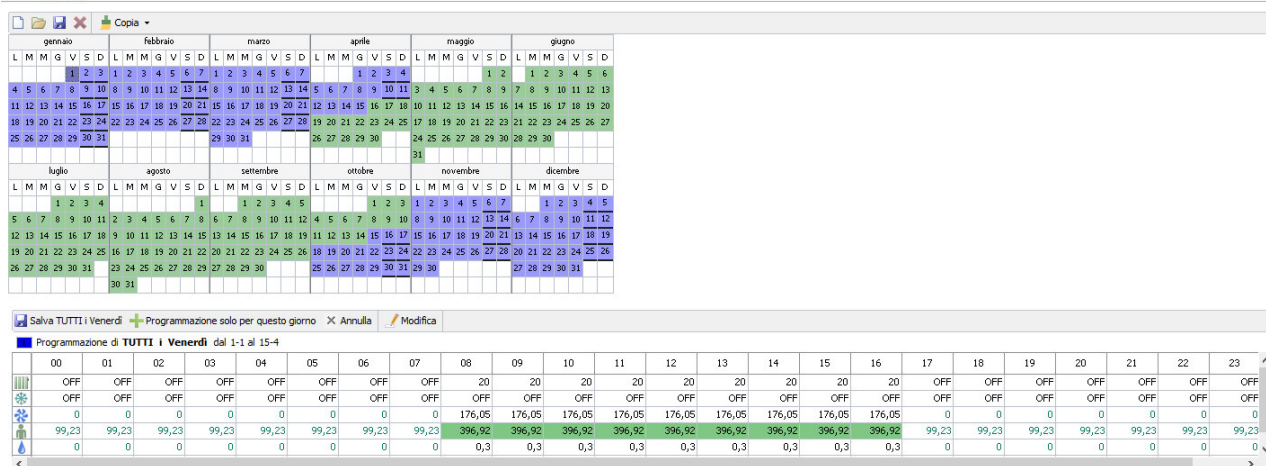
Il modello dinamico permette infatti di tenere conto delle caratteristiche capacitive della struttura e della variabilità oraria delle temperature esterne e interne dell'edificio.

### PROFILI D'USO

In base all'orario di accensione effettivo degli impianti sono stati inseriti i profili d'uso nel calcolo dinamico che consentono di definire i principali parametri che influenzano la stima dei consumi all'interno del modello termofisico:

- le temperature e gli orari di utilizzo degli impianti
- i carichi interni
- l'umidità

► Profili d'uso



L'inserimento dei profili definiti per ciascuna zona termica ha consentito l'elaborazione di dati in grado di fornire consumi realistici in funzione delle effettive caratteristiche dell'edificio.

In particolare, è stato effettuato il calcolo dinamico per lo stato di fatto e per i vari scenari di intervento ipotizzati in modo da definire la percentuale di riduzione o aumento dei consumi e poter quindi stabilire una priorità e rilevanza di intervento.



## 14. PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI

Da una analisi dei parametri costruttivi dell'edificio è possibile evidenziare i problemi indicati in seguito con una breve descrizione.

### PARETI

L'involucro dell'edificio in oggetto risulta realizzato da un telaio in cemento armato, tamponato perimetralmente con una muratura per uno spessore totale di 45 cm privo di strato di isolamento termico. Le strutture attuali, presentano una buona inerzia termica ed efficienza da un punto di vista energetico dati gli spessori pur non avendo elevati prestazionali a livello energetico data la mancanza di strato isolante. Si ritiene infatti vi siano delle fragilità prestazionali soprattutto in corrispondenza dei punti nodali come ad esempio i serramenti in cui si generano numerosi ponti termici e infiltrazioni d'aria. È ipotizzabile quindi la realizzazione di un cappotto esterno valutando l'impatto che lo stesso potrebbe avere nel contesto architettonico esistente. Per quanto riguarda la realizzazione di contro-pareti isolate interne, esse rappresentano un modesto impegno economico a fronte di una riduzione dei consumi contenuta ed una riduzione effettiva degli spazi funzionali. Il cappotto interno inoltre è sconsigliabile rispetto a quello esterno in quanto non può essere garantita la continuità di isolamento termico.

### SERRAMENTI

I serramenti caratterizzanti l'edificio in oggetto sono interamente caratterizzati da singolo vetro. Da un punto di vista energetico non garantiscono performance soddisfacenti oltre al fatto di non essere di recentissima installazione. L'ipotesi di sostituzione degli stessi garantirebbe un miglioramento in termini di prestazionale energetico.

### SOLAI E COPERTURE

Per quanto riguarda i solai permangono problematiche di natura energetica in quanto non coibentati. Si ritiene utile la coibentazione della copertura.

### IMPIANTI

Dal punto di vista impiantistico, si rileva una assoluta mancanza di comfort sia nell'impianto di riscaldamento che nell'impianto di illuminazione. L'impianto di generazione pur essendo stato installato nel 2011 risulta discretamente performante in quanto a condensazione. Ad oggi, all'interno dello spazio di gioco, si registra un discomfort dovuto alle elevate temperature prodotte dagli attuali terminali di riscaldamento (aerotermi) ed anche alla conformazione geometrica dell'edificio, in quanto le elevate altezze inducono una stratificazione dell'aria nelle parti superiori del volume riscaldato, questa condizione si configura in un elevato consumo energetico per mantenere delle temperature accettabili all'interno del campo e delle tribune. Si propone di prevedere l'utilizzo di un sistema a pannelli radianti sotto il campo da gioco con integrazione di nuovi aerotermi in ambiente, comunque ridotti rispetto all'attuale numero di terminali.



## ILLUMINAZIONE

A fronte dello stato di fatto caratterizzato esclusivamente da corpi illuminanti fluorescenti si evince come le situazioni su cui intervenire siano la necessità di uniformare al requisito normativo tutti gli ambienti e al contempo, ove possibile, attuare un efficientamento delle potenze installate grazie all'utilizzo di apparecchiature a LED di nuova generazione.





## 15. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Il modello teorico dell'edificio costruito sulla base dell'analisi dell'esistente e validato grazie al confronto tra consumi ideali e consumi reali, rappresenta una sorta di piattaforma di partenza sulla quale possono essere implementate e simulate le modifiche desiderate alle caratteristiche termofisiche dell'involucro e dell'impianto.

La scelta degli interventi di efficientamento da analizzare dal punto di vista del ritorno economico dell'investimento, e quindi da applicare al modello validato e destagionalizzato, tiene conto nel caso in esame di molti elementi:

- Indicazioni fornite dalla committenza sugli interventi che si vorrebbero realizzare in futuro
- Esperienza del diagnosticatore
- Livello di complessità degli interventi



## 16. ANALISI ECONOMICA

### GRANDEZZE ECONOMICHE

Sono state fatte le valutazioni energetiche delle azioni di retrofit definite nel capitolo seguente e per le azioni previste sono state valutate le seguenti grandezze economiche:

#### Investimento iniziale

Rappresenta l'ammontare dei costi necessari a effettuare l'investimento previsto. Nel caso in cui l'investimento venga speso a fine lavori l'investimento iniziale è tutto attribuito all'anno zero, mentre se l'investimento è finanziato o rateizzato l'investimento iniziale viene diviso in più rate ognuna attribuita all'anno in cui viene effettuata la spesa. Ogni quota viene attribuita sulla base dell'effettivo flusso di cassa per cui viene imputata ad ogni anno la rata versata in quel periodo opportunamente attualizzata. L'investimento iniziale può comprendere il totale costo di un bene o solo una sua parte sulla base della valutazione che si sta facendo.

#### Costi

Nella valutazione dei costi ci si riferisce a tutte le voci di spesa che sono connesse con il lavoro valutato. Si considereranno inoltre i costi di ingegneria e l'IVA.

#### Benefici

Il calcolo dei benefici di un intervento migliorativo viene ottenuto trasformando il dato di risparmio energetico in valore economico.

#### Tasso di sconto

Il tasso di sconto è tecnicamente il fattore che permette di attualizzare i flussi di cassa. L'attualizzazione è il processo che permette di fare una valutazione economica che tenga presente anche il valore di una cifra nel tempo.

#### Costo dell'energia

Nella valutazione economica è necessario stimare i benefici economici del risparmio energetico. Questi benefici nascono dalla valutazione tecnica del risparmio in kWh/mc anno e dal costo al kWh dell'energia. Il costo dell'energia va rivalutato negli anni successivi all'anno di investimento ipotizzando un andamento progressivo fisso percentuale nel tempo.

#### VAN (Valore attuale netto)

Il VAN rappresenta la somma dei flussi di cassa di ogni anno compreso nella durata dell'investimento, attualizzati all'anno in cui si sta facendo la valutazione tenendo conto di tasso di inflazione, tasso di crescita del costo dell'energia e tasso di sconto reale.

$$VAN = \sum_{j=0}^T \frac{FC_j}{(1+r)^j}$$



**Payback time (Tempo di ritorno)**

Il Payback time (PT) è il numero minimo di anni per il quale il VAN è zero.

**Indice di profitto(IP)**

L'indice di profitto raffronta i benefici e i costi per individuarne il rapporto.

Viene calcolato come

$$IP = \frac{\sum_{j=0}^T \frac{B_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^T \frac{C_j}{(1+r)^j}}$$

**TARIFFE UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO**

Nelle valutazioni economiche è stato estratto dalle fatture energetiche il prezzo medio dell'energia elettrica pari a 0,19 €/kWh, mentre si ipotizza che il prezzo medio del gas sia pari a 0,80 €/Smc.

Si è stimato che il prezzo possa essere soggetto inoltre ad un aumento progressivo annuo pari al 3% per il gas a fronte di un tasso di attualizzazione pari al 3,7%.

Chiaramente a fronte di un aumento del costo dell'energia più elevato il ritorno economico risulterà più significativo, e viceversa se il costo dell'energia dovesse diminuire (evento improbabile), il rientro dell'investimento avverrà più in là nel tempo.

Tali valori sono stati stimati sulla base dei seguenti aspetti:

- Per l'energia è stata calcolata la variazione percentuale media dal 2009 ad oggi del costo dei combustibili sulla base dei dati storici dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.
- Per il tasso di sconto come media dei tassi di sconto bancari dai dati storici della Banca d'Italia degli ultimi 10 anni
- Per il tasso di inflazione come media dei tassi di inflazione degli ultimi 10 anni

**IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA**

Si premette che le stime economiche vanno inquadrare nel livello di approfondimento progettuale di uno studio di fattibilità. I costi degli interventi, diversi da quelli interessati dall'intervento di riqualificazione, sono stati valutati sulla base di prezzi ufficiali standardizzati. Eventuali preventivi ad hoc relativi agli interventi possono portare a variazioni locali dei prezzi.

Al costo dell'intervento è stata applicata una maggiorazione per tenere conto delle spese accessorie professionali ad esso connesse.

Sui costi è stata applicata l'IVA calcolata tenendo conto delle eventuali agevolazioni fiscali previste dalla normativa.

I prezzi considerati come voce di spesa cumulativa degli interventi analizzati sono da ritenersi comprensivi di IVA e tengono conto di una valutazione delle spese di progettazione e spese tecniche accessorie.



## INCENTIVI ALL' EFFICIENZA ENERGETICA: CONTO TERMICO 2.0

Le valutazioni economiche presuppongono, ove possibile, l'accesso al sistema incentivante definito dal D.M. 16.02.2016 detto Conto Termico 2.0.

L'incentivo definito dal DM 16.02.2016, detto Conto Termico 2.0, premia l'efficientamento energetico e consiste per le pubbliche amministrazioni in un bonifico unico, il cui valore complessivo dipende da dati tecnici dell'intervento in oggetto.

L'incentivo, nel caso specifico, consiste in:

- un bonifico di un valore totale pari al 50% della spesa per coibentazione delle strutture opache, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'impianto termico;
- un bonifico di un valore totale pari al 40% della spesa per la sostituzione di serramenti, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'involucro opaco e sull'impianto termico;
- un bonifico di un valore totale pari al 40% della spesa per la sostituzione dei generatori con caldaie a condensazione, elevabile al 55% se eseguito contestualmente a intervento sull'involucro opaco;
- un bonifico di un valore totale pari al 65% della spesa per la sostituzione dei generatori con pompe di calore;

L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative emesse dal Gestore dei Servizi Energetici S.p.A. (GSE), ente cui l'incentivo viene richiesto.



## 17. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Si riportano di seguito le analisi relative agli interventi ipotizzati. Si rammenta che tale analisi ha lo scopo di pura analisi di priorità di intervento e che si sofferma sulle valutazioni energetiche degli stessi.

Nel caso si decida di procedere a tali interventi sarà necessario effettuare uno studio di fattibilità più approfondito degli interventi che tenga conto delle seguenti valutazioni:

- Analisi architettonica
- Analisi di dettaglio dei ponti termici e loro risoluzione
- Analisi strutturale dei carichi
- Analisi acustica
- Analisi delle criticità relative alla prevenzione incendio
- Analisi della normativa paesaggistica e specifica territoriale
- Eventuali criticità ad oggi non evidenti

Ciascun intervento sull'involucro opaco prevede la conoscenza esatta della composizione stratigrafica per porre una base realistica di calcolo. Tale indagine non è stata effettuata in questa fase preliminare ed è quindi indispensabile sottolineare che le presenti ipotesi di scenario vogliono rappresentare uno studio di fattibilità e quindi una valutazione energetica della differenza di consumo pre e post intervento.

Per la valutazione dei seguenti interventi migliorativi sono stati utilizzati come dati dell'edificio nello stato di fatto i seguenti valori ottenuti dal modello energetico:

STATO DI FATTO	
CLASSE ENERGETICA	D
EPgl,nren	287 kWh/mq anno

La valutazione degli interventi migliorativi ha previsto una prima analisi di singoli interventi di efficientamento per poter valutare l'incidenza di ciascuno e decidere in un secondo momento quale fosse la migliore combinazione da proporre come intervento d'insieme.

## INTERVENTO IM 1

Il palazzetto viene riqualificato dal punto di vista energetico mediante le seguenti ipotesi di intervento illustrate anche tramite render schematici:

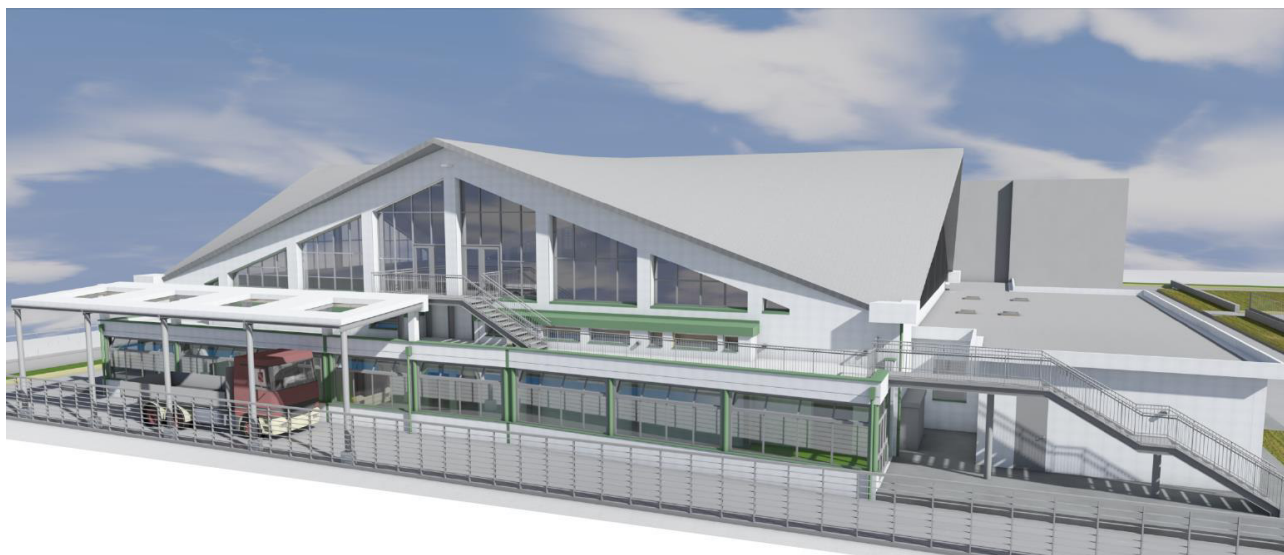
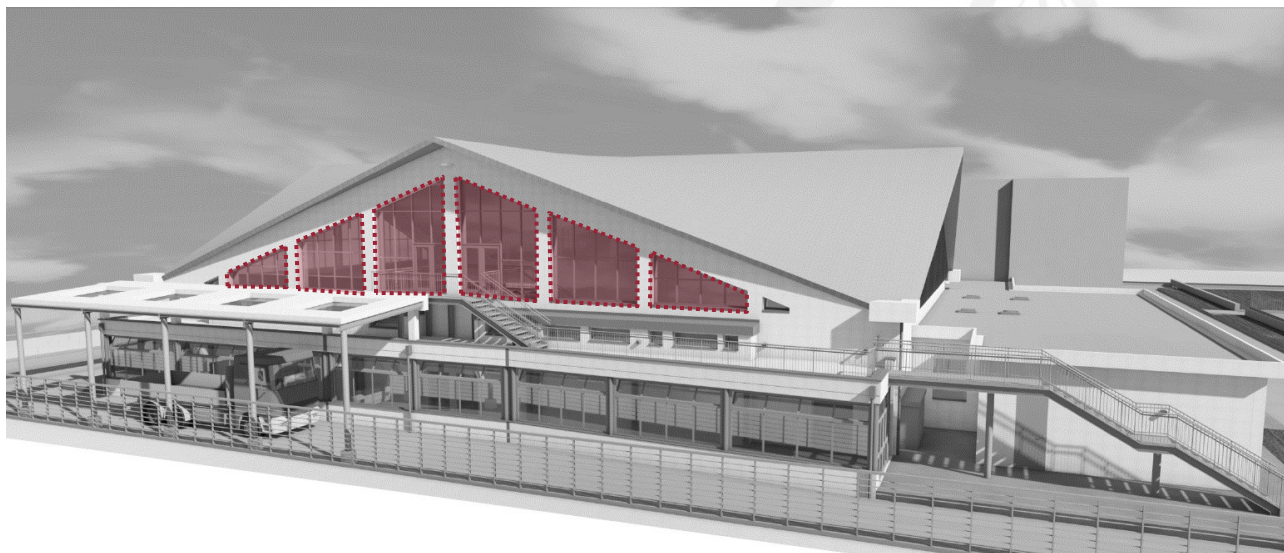


FIGURA 16 IPOTESI DI INTERVENTO

- Sostituzione dei serramenti delle quattro pareti del campo sportivo, di seguito si riporta a titolo esemplificativo l'intervento sulla facciata nord che è da riproporre su ciascuna facciata;



- Realizzazione di zona di ingresso non riscaldata sul lato nord. Tale intervento si inserisce nell'ambito della ridefinizione dei flussi avendo di fatto impatto anche in termini energetici, poiché come si evince dalla planimetria si prevede un ampliamento dei locali spogliatoi e la realizzazione di un corridoio non riscaldata per garantire l'accesso del pubblico (in verde);



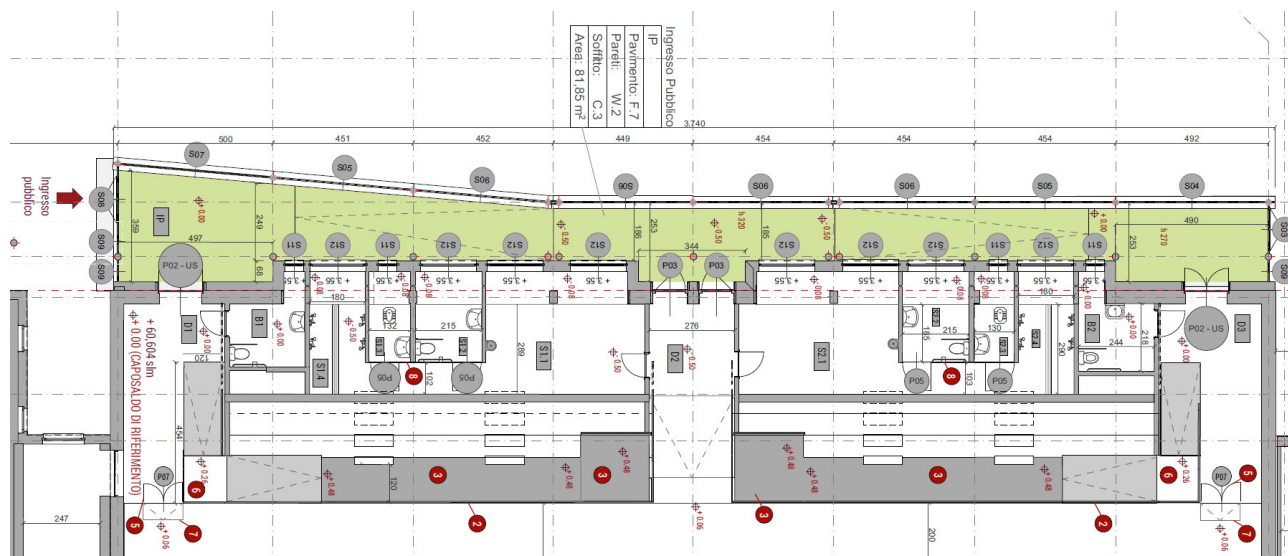


FIGURA 17 DEFINIZIONE DELLA PORZIONE IN IPOTESI IN AMPLIAMENTO

- Introduzione di un impianto a pannelli radianti in sostituzione dei sistemi ad areotermi esistenti all'interno del campo da gioco e sostituzione contestuale dei radiatori negli spogliatoi nord con radiatori in alluminio dotati di valvola termostatica;
- Sostituzione delle lampade attuali con corpi illuminanti a led.

Questi interventi, oltre a consentire un contenimento dei consumi energetici, permettono un miglioramento del comfort termico, una riqualificazione energetica e il raggiungimento di un confort anche visivo serale. L'impianto di illuminazione attuale infatti non è adeguato a fornire la giusta visibilità sul campo di gioco.

Verranno inoltre previsti dei vetri selettivi nel campo di gioco esposti a sud e a sud-est per eliminare il problema dell'abbagliamento diurno e per ridurre il problema del surriscaldamento in stagione estiva. Il palazzetto è infatti dotato di ampie superfici vetrate che determinano un ingresso eccessivo di luce e calore, soprattutto in estate.



## IM1.1 - COIBENTAZIONE ELEMENTI OPACHI VERTICALI

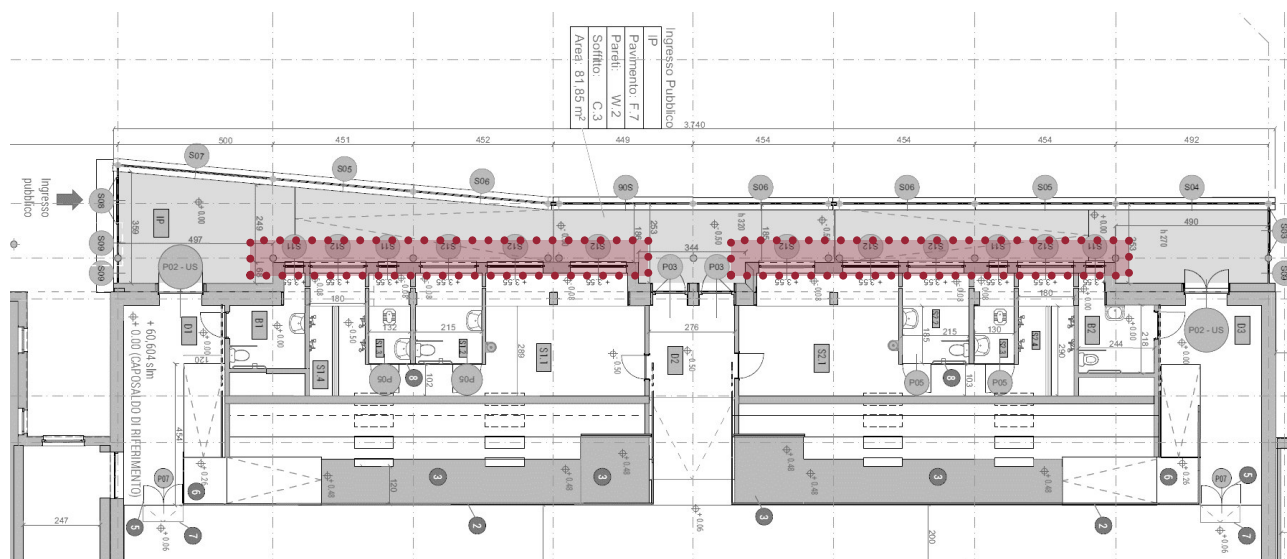


FIGURA 18 DEFINIZIONE DELLA PORZIONI COIBENTATE

L'intervento prevede la coibentazione delle pareti verso il nuovo ampliamento, come indicato all'interno del prospetto attraverso l'inserimento di un isolamento intercapedine che rivesta tutto lo sviluppo delle nuove pareti disperdenti dagli spogliatoi.

L'intervento ipotizzato prevede l'utilizzo di materiale isolante con conducibilità termica pari o inferiore a **0,035 W/mK**, nello specifico uno strato in XPS o similare, purché tale intervento non porti al superamento del limite di trasmittanza massima imposto dalla normativa pari a **0,23 W/mqK**.

Per la valutazione economica dell'intervento si è tenuto conto del costo dell'intervento sopra descritto con un margine di imprevisti dovuti alla non chiara conoscenza della composizione materica e strutturale dell'edificio. Si ribadisce che in ogni caso l'intervento potrebbe subire oscillazioni economiche anche significative nel caso in cui da un'analisi approfondita emergesse una situazione più semplice/complessa di quanto previsto.

ELEMENTO DISPERDENTE	TRASMITTANZA MINIMA
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	$\leq 0,23 \text{ W/mqK}$

## IM1.2 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI

L'intervento prevede la sostituzione di tutti i serramenti a vetro singolo del campo sportivo.

Per quanto riguarda i valori limite di trasmittanza si utilizzano quelli definiti dal DM 16.02.2016, detto Conto Termico 2.0, che stabilisce i seguenti limiti per la zona climatica E in cui è sito l'oggetto di Diagnosi Energetica:

Codifica	numero	area (m <sup>2</sup> )		pre			numero serramenti sostituiti	superficie serram sost.
	n.	sing	tot	tipo telaio	tipo vetro	trasmittanza (W/mqK)	n.	mq
F0.14	3	1,58	4,73	Alluminio	Singolo	5,805	<b>3</b>	<b>4,725</b>
F0.15	1	1,58	1,58	Alluminio	Singolo	5,805	<b>1</b>	<b>1,575</b>
F0.16	3	9,01	27,02	Alluminio	Singolo	5,783	<b>3</b>	<b>27,018</b>
F0.17	1	9,01	9,01	Alluminio	Singolo	5,783	<b>1</b>	<b>9,006</b>
F0.18	3	16,82	50,45	Alluminio	Singolo	5,778	<b>3</b>	<b>50,445</b>
F0.19	1	16,82	16,82	Alluminio	Singolo	5,778	<b>1</b>	<b>16,815</b>
F0.20	2	5,67	11,34	Alluminio	Singolo	5,746	<b>2</b>	<b>11,336</b>
F0.21	2	5,68	11,36	Alluminio	Singolo	5,792	<b>2</b>	<b>11,358</b>
F0.24	2	11,75	23,50	Alluminio	Singolo	5,777	<b>2</b>	<b>23,502</b>
F0.25	2	11,77	23,54	Alluminio	Singolo	5,779	<b>2</b>	<b>23,54</b>
F0.26	2	17,73	35,46	Alluminio	Singolo	5,776	<b>2</b>	<b>35,464</b>
F0.27	2	17,96	35,92	Alluminio	Singolo	5,770	<b>2</b>	<b>35,918</b>
<b>TOTALE</b>							<b>24</b>	<b>250,700</b>

ELEMENTO DISPERDENTE	TRASMITTANZA MINIMA
Serramenti	≤ 1,30 W/mqK

Si prevede che i serramenti rispettino il valore di fattore solare pari al 35%.

## INTERVENTO IM 1.3: RIFACIMENTO SISTEMA DI EMISSIONE PALESTRA E BAGNI E SISTEMA DI REGOLAZIONE

Per ovviare alle problematiche descritte nei capitoli precedenti, la soluzione prevede il rifacimento del sistema di emissione e l'implementazione di un sistema di regolazione.

Nello specifico, l'intervento sarà comprensivo di:



- Adeguamento del sistema di regolazione esistente alla nuova configurazione impiantistica
- Installazione di pannelli radianti a pavimento per garantire il riscaldamento all'interno del campo sportivo;
- Installazione di regolatori di portata sulla quota parte di radiatori sprovvisti di tali organi;
- Pulizia e sanificazione dei circuiti esistenti;
- Sostituzione dei radiatori dello spogliatoio nord.

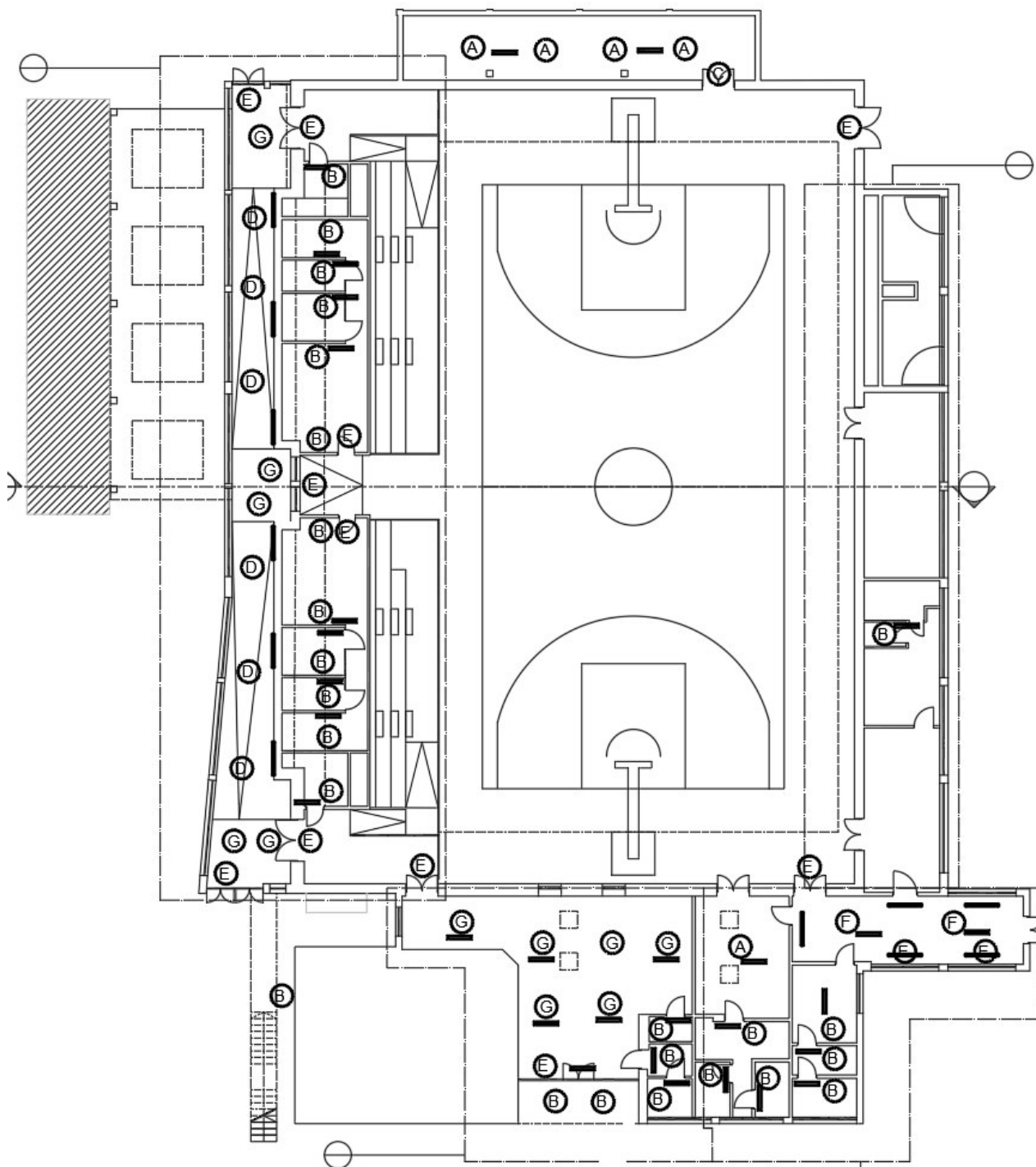
## INTERVENTO IM 1.4: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI

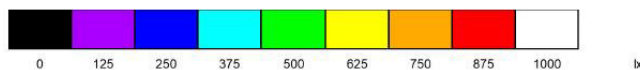
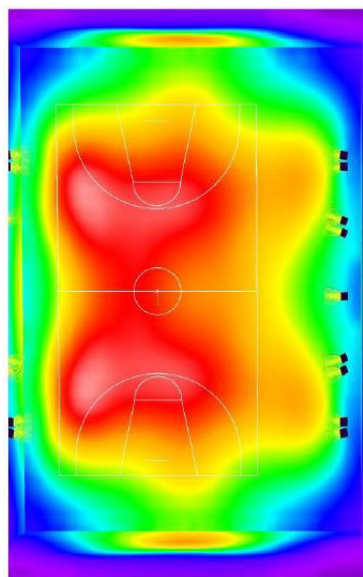
Si prevede di sostituire i corpi illuminanti esistenti con sistemi ad illuminazione a LED.

Di seguito vengono individuati i corpi illuminanti oggetto di ipotesi di sostituzione:

Ⓐ	Lampada DISANO 970 Thema - LED
Ⓑ	Lampada ARENA LUCI GEMMA LED - 17 W
Ⓒ —	Lampada SCHNEIDER OVA37107 - LED - 24 W
Ⓓ	Lampada Sylvania Start Batten IP65
Ⓔ	Lampada BEGHELLI Pratica 250LED - 24 W
Ⓕ	Lampada ARENA LUCI Thor LED 30x120 - 40 W
Ⓖ	Lampada ARENA LUCI Thor LED 60x60 - 40 W







Di seguito si propone una stima della nuova potenza installata suddivisa per macro zone:

Campo sportivo				
	Watt	N.	Potenza TOT	
	450	10	4500	Watt
	260	8	2080	Watt
			<b>6580</b>	<b>Watt</b>

Spogliatoi				
	Watt	N.	Potenza TOT	
A	48	1	48	Watt
B	17	22	374	Watt
C	24		0	Watt
D	48		0	Watt
E	24		0	Watt
F	40	2	80	Watt
G	40	6	240	Watt
			<b>742</b>	<b>Watt</b>

Esterni				
	Watt	N.	Potenza TOT	
A	48	4	192	Watt







B	17	3	51	Watt
C	24		0	Watt
D	48	6	288	Watt
E	24		0	Watt
F	40		0	Watt
G	40	5	200	Watt
	200	3	600	Watt
			<b>1331</b>	<b>Watt</b>

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1.2 - Serramenti
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO*	€ 102.804*
INCENTIVI - CONTO TERMICO	€ 41.122
RISPARMIO FATTURA	€ 3.421
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 16.459
PAYBACK TIME	19 anni
IP	1,2
TIR	2,55%

\*importo lavori compreso di somme a disposizione (spese tecniche e IVA)

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1.4 - Corpi Illuminanti
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO*	€ 45.879*
INCENTIVI - CONTO TERMICO	€ 18.352
RISPARMIO FATTURA	€ 3.538
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 62.810
PAYBACK TIME	9 anni
IP	2,4
TIR	10%

\*importo lavori compreso di somme a disposizione (spese tecniche e IVA)