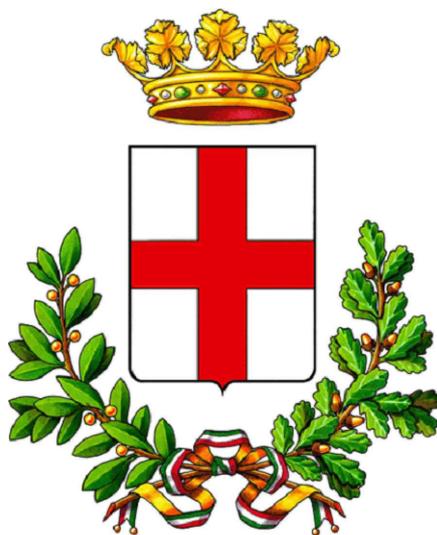


01	27/11/2023	AGGIORNAMENTO	Emanuel Ruvoletto 	Tonino Giuseppe Perri 	Massimo Davanzo 
00	08/11/2023	PRIMA EMISSIONE	Emanuel Ruvoletto 	Tonino Giuseppe Perri 	Massimo Davanzo 
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTORE	VERIFICATORE	VALIDATORE



**Comune di Padova**  
**Settore Lavori Pubblici**  
Via Nicolò Tommaseo, 60  
35135 Padova (PD)



Oggetto	LL.PP. EPD 2023 / 089 Riqualificazione impianti termici di edifici comunali ad uso scolastico e sportivo - CUP H94D23001250004	Tavola	
Sito	CT 64 - Scuola Secondaria di I grado "Francesco Petrarca" Via Concariola, 9 - 35139 - Padova	APPR_08	
Elaborato	Diagnosi Energetica Dettagliata	Data	Scala
		27-11-2023	---
<b>Progettista</b>	<b>HSE Hera Servizi Energia S.p.A.</b> Società a socio unico, soggetta alla direzione e al coordinamento di AcegasApsAmga S.p.A.  Sede operativa: Viale dell'Industria, 23/A - 35129 Padova Sede legale: Via del Cottonificio, 60 - 33100 Udine  pec: heraservizienergia@pec.gruppohera.it	<b>Responsabile Unico del Procedimento</b> Ing. Federica Bonato	
Studio Tecnico SeR Emanuel Ruvoletto Perito Industriale Via Irpinia, 52/54 35020 - Saonara (PD) T 0490962113 E info@sersolutions.it			

I presenti elaborati sono opera d'ingegno e tenuto conto dell'importanza che rivestono i medesimi, in quanto costituiscono il risultato di studi, scelte anche originali, esperienze e capacità di inventiva da parte della società HSE Hera Servizi Energia S.p.a., si vieta la divulgazione degli stessi, al fine di evitare che i medesimi possano essere diffusi e quindi portati a conoscenza di chi opera nello stesso settore, causando alla società HSE Hera Servizi Energia S.p.a un sicuro pregiudizio.



## INDICE

1	Premessa .....	2
1.1	Obiettivi dell'analisi energetica .....	2
1.2	Modalità di reperimento dei dati .....	6
1.3	Costruzione dell'inventario energetico.....	7
1.4	Simulazione sistema edificio impianto – software di calcolo .....	7
1.5	Risultati della simulazione.....	9
1.6	Risultati della simulazione.....	10
1.7	Norme tecniche e legislazione di riferimento .....	11
1.8	Periodo di riferimento .....	12
1.9	Documentazione acquisita .....	13
1.10	Unità di misura e fattori di conversione .....	14
2	Descrizione sistema edificio - impianto .....	16
2.1	Descrizione impiantistica stato di fatto .....	17
2.1.1	Impianti meccanici.....	17
2.1.2	Impianti elettrici .....	19
3	Analisi dei consumi .....	20
3.1	Individuazione dei vettori energetici .....	20
3.1.1	Gas metano.....	20
3.1.2	Energia elettrica .....	20
3.2	Ripartizione consumi.....	21
3.2.1	Gas metano.....	21
3.2.2	Energia elettrica .....	21
3.3	Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico per la gestione .....	21
4	Simulazione edificio impianto.....	22
4.1	Risultati simulazione sistema edificio impianto.....	22
4.2	Validazione del modello .....	22
4.3	Criteri di valutazione .....	23
5	Riepilogo degli interventi proposti .....	24



## 1 Premessa

L'obiettivo del presente studio risulta essere lo svolgimento di un'attività finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e l'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementarne l'efficienza, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

Con riferimento all'edificio in oggetto, gli usi energetici possono essere così suddivisi:

Gas metano:

- Climatizzazione invernale;

Energia elettrica:

- Climatizzazione invernale;
- Produzione acqua calda sanitaria;
- Illuminazione;

Il presente documento è finalizzato all'analisi ed alla definizione delle strategie di miglioramento per i seguenti servizi:

Climatizzazione invernale;

Produzione acqua calda sanitaria;

Illuminazione.

### 1.1 Obiettivi dell'analisi energetica

La necessità di realizzare la Diagnosi Energetica (DE) degli edifici è prevista in molti ambiti delle norme sia italiane che comunitarie; in particolare tra le disposizioni legislative italiane troviamo le prime tracce dal D.lgs. n.192/2005 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia" e ss.mm.ii. che richiedeva alle Regioni ed alle Province Autonome di Trento e Bolzano di predisporre un programma di sensibilizzazione e riqualificazione energetica del parco immobiliare territoriale sviluppando in particolare alcuni aspetti, tra i quali la realizzazione di diagnosi energetiche a partire dagli edifici presumibilmente a più bassa efficienza.

Successivamente la "Diagnosi Energetica" (o Audit Energetico) è stata definita in maniera puntuale dal D.lgs. n.115/2008 che la indica come quella procedura sistematica che permette di:

- 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;
- individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
- riferire in merito ai risultati.

Il successivo D.lgs. n.102/2014 di attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica definisce i criteri minimi per la redazione di Audit Energetici:



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

Gli Audit Energetici consentono di effettuare calcoli dettagliati sulle misure di efficientamento proposte in modo da fornire informazioni chiare sui potenziali risparmi.

I dati di ingresso utilizzati per gli Audit Energetici inoltre possono essere conservati per le analisi storiche e per il monitoraggio della prestazione.

Allo scopo di garantire il rispetto dei criteri minimi su elencati la presente Diagnosi Energetica è stata sviluppata seguendo i parametri e le indicazioni contenuti all'interno delle norme UNI CEI EN 16247, parti da 1 a 5, e del Rapporto Tecnico UNI CEI/TR 11428.

Lo scopo che ci si propone con l'elaborazione del presente documento è dunque quello di raggiungere una conoscenza approfondita del reale comportamento (e del consumo) energetico della realtà sottoposta ad esame al fine di individuare le più efficaci modifiche da mettere in atto per conseguire i seguenti obiettivi:

- miglioramento dell'efficienza energetica;
- riduzione dei costi energetici;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;
- l'eventuale riqualificazione del sistema energetico.
- Il conseguimento di tali obiettivi verrà perseguito mediante l'impiego dei seguenti strumenti:
- lavori di riqualificazioni energetiche degli edifici;
- razionalizzazione dei flussi energetici;
- razionalizzazione dei comportamenti dell'utenza ai fini dei flussi energetici;
- recupero delle energie disperse;
- individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione.

La diagnosi energetica, in quanto procedura sistematica per il conseguimento di obiettivi stabiliti, deve possedere cinque requisiti fondamentali:

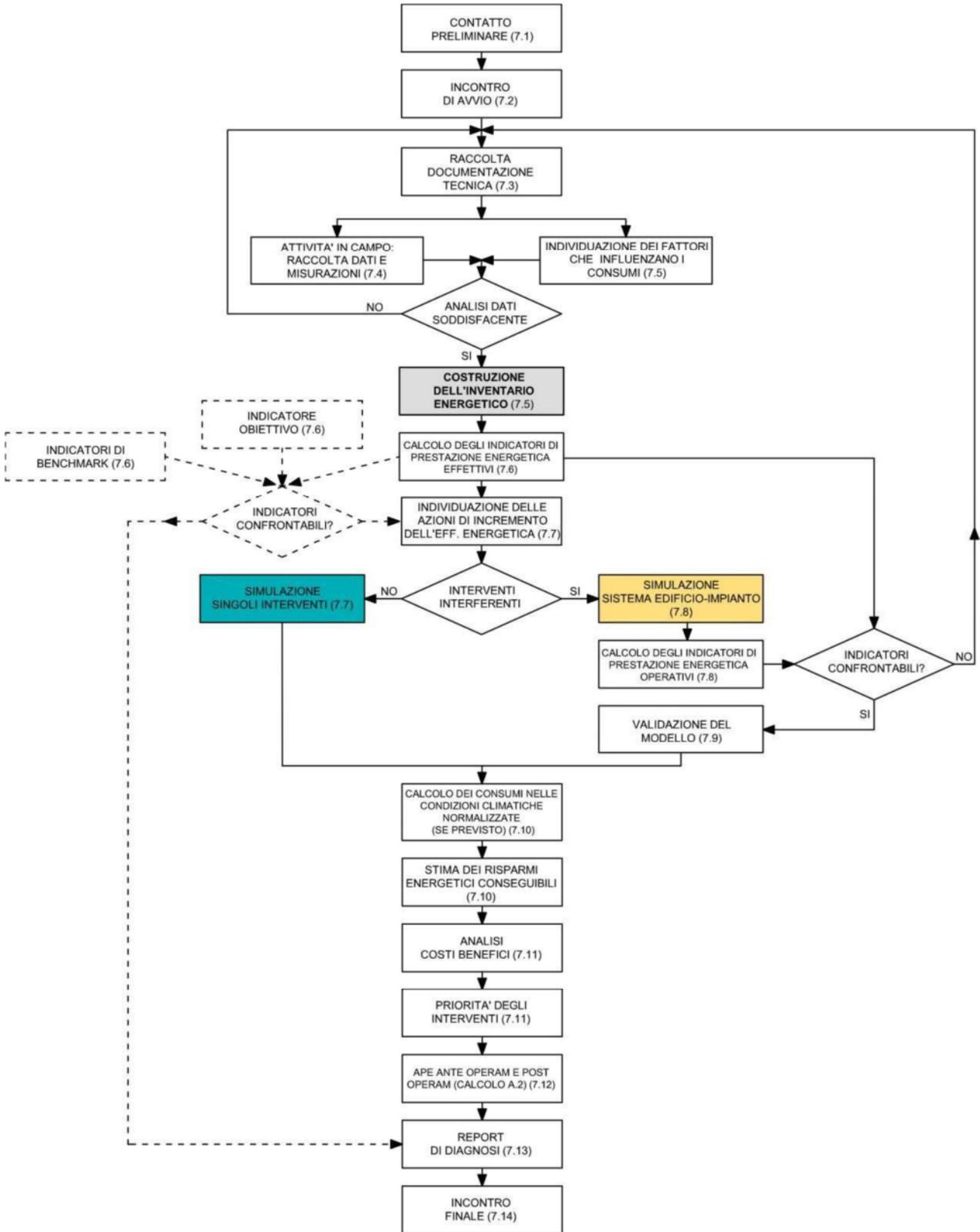
- Completezza: per completezza si intende la capacità di descrivere il sistema energetico includendo tutti gli aspetti significativi di uno, di parte o di tutti i seguenti elementi: involucro dell'edificio, impianto di riscaldamento, impianto di ventilazione e trattamento aria, impianto di raffrescamento estivo, impianto elettrico, impianti a fonti rinnovabili, sistemi di automazione



- e controllo del sistema edificio-impianto (BACS), componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori e comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione;
- **Attendibilità:** l'attendibilità si esplicita attraverso l'acquisizione di dati soddisfacenti dal punto di vista quantitativo e qualitativo, ossia di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico. Tale requisito è perseguibile attraverso l'analisi della documentazione tecnica reperita, la predisposizione di sopralluoghi e rilievi strumentali dell'edificio per la definizione delle caratteristiche essenziali del sistema e del consumo energetico, il quale sarà soggetto a verifica di coerenza con i dati di fatturazione e/o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura;
  - **Attendibilità:** l'attendibilità si esplicita attraverso l'acquisizione di dati soddisfacenti dal punto di vista quantitativo e qualitativo, ossia di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico. Tale requisito è perseguibile attraverso l'analisi della documentazione tecnica reperita, la predisposizione di sopralluoghi e rilievi strumentali dell'edificio per la definizione delle caratteristiche essenziali del sistema e del consumo energetico, il quale sarà soggetto a verifica di coerenza con i dati di fatturazione e/o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura;
  - **Tracciabilità:** la tracciabilità consiste nell'agevole individuazione delle fonti di dati, delle modalità di elaborazione dei risultati e delle ipotesi di lavoro assunte. Ciò si traduce nell'utilizzo di una procedura standardizzata di diagnosi energetica, nell'identificazione dei consumi energetici del sistema edificio impianto, nella documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
  - **Utilità:** l'utilità è intesa nell'accezione di identificazione e valutazione degli interventi di efficienza energetica sotto il profilo costi/benefici. Per ogni scenario di intervento saranno formulati la descrizione, l'analisi dei benefici energetici, economici ed ambientali ed i relativi indici di prestazione energetica, economici e finanziari;
  - **Verificabilità:** La verificabilità si esplicita nell'identificazione degli elementi e delle procedure che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2 la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione dello stesso al committente.

Quello riportato nell'Appendice A della UNI CEI EN 16247-2 è uno schema sintetico. È stato quindi elaborato un diagramma di flusso più dettagliato in cui viene approfondita la fase di analisi, che è la fase centrale e tecnicamente più complessa dell'intero processo di diagnosi.



Di seguito, si descrivono brevemente alcune fasi di fondamentale importanza del processo diagnosi energetica.



## 1.2 Modalità di reperimento dei dati

La raccolta dei dati di input avviene secondo due modalità, da eseguirsi in serie l'una prima dell'altra, ovvero la raccolta di documentazione tecnica e l'attività in campo.

Il Responsabile della procedura di Diagnosi Energetica (REDE) deve raccogliere con il contributo dell'organizzazione i seguenti dati:

- documenti tecnici esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie, disegni tecnici, schemi di impianto, abaco infissi...);
- valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature, portate d'aria, illuminamento) ed ogni loro variazione stagionale;
- profili di occupazione per le differenti tipologie di attività svolte all'interno dell'edificio;
- eventuali cambiamenti avvenuti negli ultimi tre anni o per il periodo di disponibilità dei dati
- certificazione energetica dell'edificio e la relazione tecnica (ex legge 10), qualora disponibili;
- documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione precedentemente eseguiti.

Dopo aver individuato i vettori energetici utilizzati e quelli eventualmente disponibili, occorre inoltre acquisire:

- consumi energetici, tramite letture dai contatori generali e dai contatori dedicati (se disponibili) e/o tramite dati da bolletta, possibilmente mensili, relativi agli ultimi tre anni;
- energia prodotta ed esportata per ogni vettore energetico, qualora presente;
- elenco delle apparecchiature presenti e i relativi consumi e profili di utilizzo;
- fattori in grado di influenzare i consumi energetici, quali, a titolo esemplificativo: temperature, gradi-giorno.

L'attività in campo invece consiste in sopralluoghi, durante i quali il REDE è tenuto a verificare la rispondenza dei dati ricevuti ed integrare quelli mancanti, attraverso rilievi ed interviste agli occupanti.

In particolare, è opportuno accertarsi di essere in possesso dei dati relativi a:

- dati dimensionali dell'edificio;
- servizi energetici presenti;
- locali climatizzati e non climatizzati e sistemi impiantistici associati;
- caratteristiche dell'involucro;
- specifiche dei sistemi tecnici;
- parametri delle apparecchiature;
- destinazione d'uso degli ambienti e profili di occupazione;
- parametri ambientali interni (temperatura, illuminamento, umidità);
- ombreggiamenti.

Qualora si riscontrassero, negli ultimi tre anni, una o più variazioni relative agli aspetti precedentemente elencati (ad esempio cambio di destinazione d'uso, variazione delle superfici riscaldate, cambio del generatore...), è opportuno, in sede di analisi, tenerne in dovuta considerazione gli effetti.



### 1.3 Costruzione dell'inventario energetico

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

I consumi reali, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione, ascensori e scale mobili. La ricostruzione dei consumi, ripartiti secondo i servizi energetici presenti, può derivare da dati acquisiti tramite misure o, in alternativa, da stime o calcoli. In assenza di un sistema di monitoraggio, i consumi relativi ad ogni servizio energetico potranno essere stimati attraverso ipotesi di calcolo basate su dati tecnici e di funzionamento dei vari utilizzatori/impianti (forniti o desunti in sede di diagnosi, quali la potenza nominale, il fattore di carico, le ore di funzionamento, il rendimento, ecc.) oppure sulla base di rilevazioni strumentali di tipo spot.

### 1.4 Simulazione sistema edificio impianto – software di calcolo

Per poter valutare le opportunità di risparmio energetico, è necessaria la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto e che descriva il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio. Questa operazione, per il presente edificio, è eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). Le modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere)

Per la modellazione termica dell'edificio sono stati utilizzati i seguenti software:

- EDILCLIMA EC700 versione 12.23.04 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73)
- EDILCLIMA EC720 versione 5.19.49 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica)
- della software-house "Edilclima s.r.l." di Borgomanero (NO).



 <p>20124 Milano - Italy Via Scarlatti, 29 Tel. +39 02 2662651 Fax +39 02 26626550 cti@cti2000.it www.cti2000.it</p> <p>C.F. P.I. 11494010157</p> <p>Ente Federato all'UNI per l'unificazione nel settore termotecnico</p> <p>Fondato nel 1933 Sotto il Patrocinio del CNR</p> <p>Riconosciuto dal MAP con D.D. del 4.6.1999 Iscritto nel Registro delle Persone Giuridiche col n. 604</p>   	<h2>Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente</h2> <p>Dichiarazione di esito positivo della Verifica di Sorveglianza Periodica sul</p> <p><b>CERTIFICATO N. 73</b> di garanzia di conformità</p> <p>rilasciato a</p> <p><b>Edilclima S.r.l.</b> Via Vivaldi 7 - 28021 Borgomanero (NO) P.IVA 00460470032 - prot. N. 79</p> <p><b>Il Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente</b></p> <p><b>Certifica</b></p> <p>che il software applicativo <b>EC 700 calcolo prestazioni energetiche degli edifici - Versione 7.2.0</b></p> <p>Ha superato positivamente la Verifica di Sorveglianza Periodica conclusasi in data 13 gennaio 2022</p>  <p>Il Presidente Prof. Ing. Cesare Boffa</p>  <p>Milano, 19 gennaio 2022</p>
---	--

La versione impiegata è la più aggiornata disponibile emessa alla data di redazione della presente relazione tecnica.

I softwares sono conformi alle specifiche tecniche UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2, UNI/TS 11300-3, UNI/TS 11300-4, UNI/TS 11300-5, UNI/TS 11300-6, alla norma UNI EN 15193 e alle norme EN richiamate dalle UNI/TS 11300 e dal D.I. del 26/06/2015 Allegato 2 inoltre garantiscono uno scostamento massimo nel calcolo dell'indice di prestazione di più o meno il 5% rispetto allo stesso parametro calcolato con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento come richiesto da normativa.



## 1.5 Risultati della simulazione

Per ciascuna zona dell'edificio verranno calcolati, se presenti:

- fabbisogno di energia termica per riscaldamento o raffrescamento;
- fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria
- fabbisogno di energia per ventilazione meccanica
- fabbisogno di energia per illuminazione
- fabbisogno di energia per trasporto cose e persone

Al termine della simulazione, è possibile determinare un indicatore di prestazione energetica totale (EP<sub>tot</sub>), sia complessivo dell'edificio che relativo a ciascuna tipologia di servizio presente, definito come consumo ed energia consegnata (espressi in energia primaria) su metro quadro di superficie utile dell'edificio, e degli Indicatori di Prestazione Energetica (EnPI), definiti opportunamente in base ai servizi presenti, che permettono di individuare meglio i consumi specifici quantificando solo i consumi che possono essere ridotti intervenendo sul sistema processo/edificio/impianto, scomputando quindi quelli

che non ricadono nel campo dell'efficienza energetica.

I dati di consumo ottenuti dalla simulazione devono essere confrontati con quelli effettivi per effettuare la validazione, ossia verificare l'attendibilità del modello, tenendo conto delle condizioni a contorno (es.le condizioni climatiche) reali di riferimento.

Affinchè si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi e i consumi effettivi deve essere al massimo del 5%.

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

Dove:

$C_o$  = consumo operativo;

$C_e$  = consumo effettivo.

In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio-impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...) potrà essere stabilito uno scostamento maggiore del 5% ma comunque contenuto nel doppio limite previsto, ovvero del 10%.

$$-0,10 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,10$$

Accertata la validazione del modello, è possibile simulare interventi di efficientamento energetico ottenendo risparmi energetici abbastanza realistici. Inoltre, definiti i costi unitari dei vettori energetici, si può procedere ad un'analisi di Life Cycle Cost Analysis (LCCA) che confronti i costi di investimento con i costi energetici e di manutenzione del bene oggetto dello studio, per tutta la durata della presunta vita tecnica del bene medesimo e che dimostri la sostenibilità economica dell'intervento proposto.



Per ciascun intervento di efficientamento, gli indici economici e finanziari valutati sono i seguenti:

- $t_{r,det}$ : tempo di ritorno semplice (con detrazioni);
- $t_r$ : tempo di ritorno semplice (senza detrazioni);
- VAN<sub>rp</sub>: Valore attuale netto dell'operazione;
- TIR: Tasso interno di rendimento.

Le condizioni minime di ammissibilità degli interventi e quindi il relativo vantaggio economico alla loro realizzazione si possono riassumere come segue:

$$t_r(t_{r,det}) < DR$$
$$VAN_{rp} > 0$$
$$TIR \geq WACC$$

## 1.6 Risultati della simulazione

La società incaricata per la redazione della diagnosi energetica è Hera Servizi Energia S.p.a., società di servizi energetici certificata ESCO ai sensi della Norma UNI CEI 11352/14.

Hera Servizi Energia S.p.a. sviluppa i propri interventi avvalendosi di un team di lavoro consolidato e costituito da specialisti del settore. Nello specifico, il presente audit è redatto da un ingegnere certificato EGE (Esperti in Gestione dell'energia) secondo la norma UNI CEI 11339/09.

Il **REDE** (Responsabile della Diagnosi Energetica) è il seguente:

- Ing. Davanzo Massimo – EGE Certificato n° ICIM-EGE-012945-01

### Gruppo di lavoro:

- Ing. Favaro Giacomo - EGE Certificato n° P 200073 EM
- Ing. Perri Tonino Giuseppe
- Ing. Grante Francesco – EGE Certificato n° ICIM-EGE-012948-01
- Ing. Santoro Giuseppe – EGE Certificato n° P 180046 EM
- Per. Ind. Ruvoletto Emanuel



## 1.7 Norme tecniche e legislazione di riferimento

Nella stesura della Diagnosi Energetica sono state rispettate le disposizioni legislative e normative applicabili di cui in seguito vengono elencate le principali:

- D.I. 26/06/2015 – Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.I. 26/06/2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- UNI/TS 11300-1 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- UNI/TS 11300-3 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4 – Prestazioni energetiche degli edifici - 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 11300-5 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- UNI EN 15193 – Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione;
- UNI CEI EN 16247-1 – Diagnosi Energetiche – Parte 1: Requisiti generali;
- UNI CEI EN 16247-2 – Diagnosi Energetiche – Parte 2: Edifici;
- Raccomandazione CTI 14/2013 – Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio;
- D.lgs. 04/07/2014 n.102 – Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE ed abroga le direttive 2004/08/CE e 2006/32/CE;
- UNI EN ISO 52016-1:18 – Prestazione Energetica Degli Edifici – Fabbisogni energetici per il riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo;
- UNI CEN ISO/TR 52016-2:18 – Prestazione Energetica Degli Edifici – Fabbisogni energetici per il riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi sensibili e latenti - Parte 2: Spiegazione e giustificazione della ISO 52016-1 e ISO 52017-1;
- UNI EN ISO 52017-1:18 – Prestazione Energetica Degli Edifici – Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne –Parte 1: Procedure generali e di calcolo.



## 1.8 Periodo di riferimento

La presente diagnosi energetica è stata completata in data 16/10/2023 e descrive lo stato di fatto fino alla suddetta data.

Il periodo di riferimento preso in esame per i consumi di gas metano è quello relativo all'annualità 2019-2022.

Il periodo di riferimento preso in esame per i consumi di energia elettrica è quello relativo all'annualità 2019-2022.



## 1.9 Documentazione acquisita

A seguire si riporta l'elenco della documentazione e delle informazioni acquisite ai fini della redazione della presente diagnosi energetica.

### DATI GENERALI

- informazioni relative alla storia del complesso (epoca di costruzione, anno di realizzazione impianti, occupazione, ecc);

### DATI RELATIVI AI VETTORI ENERGETICI

- consumi elettrici annuali (kWh) riferiti all' annualità 2019 – 2022;
- consumi termici annuali (Sm<sup>3</sup> di metano) riferiti all'annualità 2019 – 2022;
- costi unitari per l'acquisto dei vettori energetici nel periodo considerato.

### DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI TERMICI

- specifiche tecniche dei componenti dell'impianto di riscaldamento e produzione ACS (individuate in sede di sopralluogo);
- censimento dei terminali di emissione (eseguito in sede di sopralluogo).

### DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI ELETTRICI

- censimento degli impianti di illuminazione interna (eseguito in sede di sopralluogo);
- censimento delle altre utenze alimentate elettricamente (eseguito in sede di sopralluogo).

### DATI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

planimetrie in formato dwg



## 1.10 Unità di misura e fattori di conversione

Nella tabella seguente si riportano i coefficienti proposti da FIRE in accordo con quanto previsto dalla circolare MiSE 18 dicembre 2014. I coefficienti, da utilizzare in assenza di dati più precisi, sono prevalentemente derivati dalla circolare citata e dalla tabella pubblicata annualmente da ISPRA (negli altri casi si è fatto ricorso a fonti di letteratura).

Combustibile	Unità	Fattore di conversione in tep
Gasolio (1)	t	1,02
	1000 litri	0,860
olio combustibile	t	0,98
Gas di petrolio liquefatti (GPL) <sup>(6)</sup> – Stato liquido	t	1,10
Gas di petrolio liquefatti (GPL) <sup>(2)(6)</sup> – Stato liquido	1000 litri	0,616
Gas di petrolio liquefatti (GPL) <sup>(3)(5)(6)</sup> – Stato gassoso	1000 Sm <sup>3</sup>	2,53
Gas di petrolio liquefatti (GPL) <sup>(3)(5)(6)</sup> – Stato gassoso	1000 Nm <sup>3</sup>	2,67
Benzine autotrazione <sup>(4)</sup>	t	1,02
	1000 litri	0,765
Oli vegetali	t	0,88
	1000 litri	0,79
Pellet	t	0,40
Legna macinata fresca (cippato)	t	0,20
Gas naturale <sup>(5)</sup>	1000 Sm <sup>3</sup>	0,836
	1000 Nm <sup>3</sup>	0,882
Gas Naturale liquefatto (GNL)	t	1,08
Biogas <sup>(5)</sup>	1000 Sm <sup>3</sup>	0,52
	1000 Nm <sup>3</sup>	0,55
Elettricità approvvigionata dalla rete elettrica	MWh	0,187
Elettricità prodotta in loco da idraulico, fotovoltaico e geotermia	MWh	0,187
Calore consumato da fluido termovettore acquistato	MWh	0,103
	GJ	0,029



È stato considerato un fattore di conversione pari a 4,19 kJ/kcal;

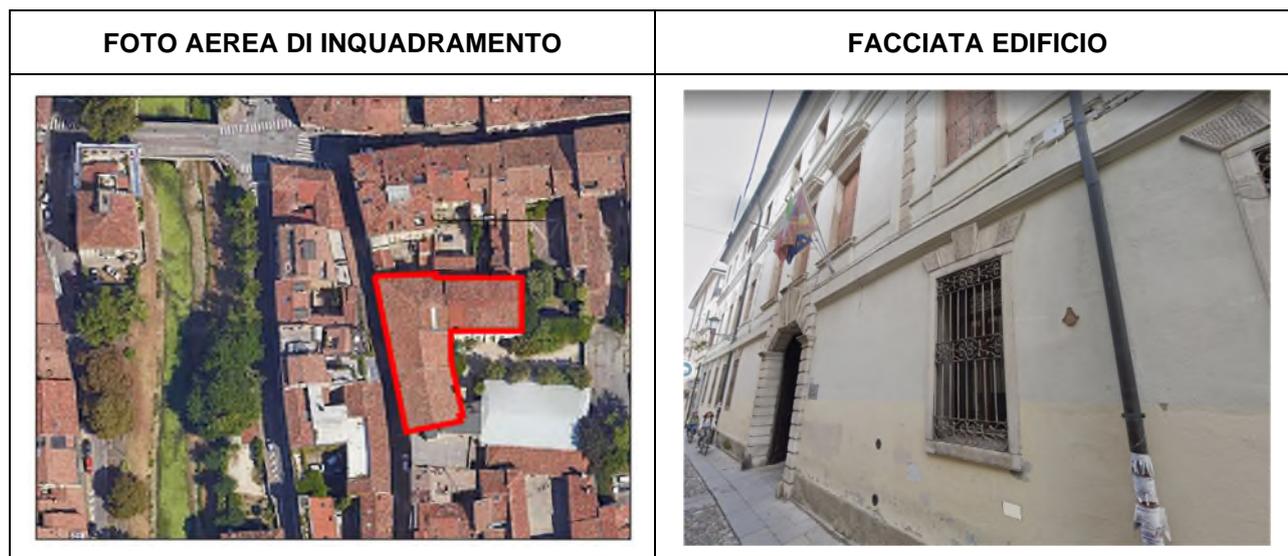
- (1) È stata adottata una densità pari a 0,84 kg/dm<sup>3</sup>;
- (2) È stata adottata una densità pari a 0,56 kg/l;
- (3) È stata adottata una densità pari a 2,3 kg/m<sup>3</sup> a T=15,5°C e pressione atmosferica;
- (4) È stata adottata una densità pari a 0,74 kg/dm<sup>3</sup>;
- (5) È stato adottato un fattore di conversione da Nm<sup>3</sup> a Sm<sup>3</sup> pari a: 1000 Nm<sup>3</sup> = 1.055 Sm<sup>3</sup>;
- (6) È stata considerata una proporzione tra butano e propano rispettivamente pari a 70% e 30%.



## 2 Descrizione sistema edificio - impianto

L'edificio è situato in via Concariola, 9 a Padova, presenta una pianta ad L, con sviluppo di tre piani fuori terra.

Il fabbricato presenta una struttura con telaio portante in mattoni pieni. I serramenti in parte sono del tipo a vetrocamera e in parte con vetro singolo, in entrambi i casi presentano un telaio in legno. La copertura è formata da falde inclinate, costituite da travi in legno e tavolato, rifiniti con manto in coppi.



Le condizioni al contorno della Diagnosi Energetica sono le seguenti:

CONDIZIONI AL CONTORNO ESTERNE	
Altitudine s.l.m.:	12 m
Distanza dal Mare:	< 40 km
Regione del Vento:	NORD PADANO
Direzione Prevalente del Vento:	Nord-Est
Velocità vento media:	3,92 m/s



CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	
Zona climatica:	E
Temperatura esterna di progetto invernale:	-5,0 °C
Gradi giorno DPR 412/93	2.383
Durata convenzionale periodo di riscaldamento	183 giorni

Le caratteristiche geometriche principali sono sintetizzate nel prospetto seguente:

EDIFICIO	Superficie netta totale	Volume lordo riscaldato
	[m2]	[m3]
Scuola secondaria di I grado "Petrarca"	<b>2.511,98</b>	<b>11.290,30</b>

## 2.1 Descrizione impiantistica stato di fatto

### 2.1.1 Impianti meccanici

Il locale tecnologico, adibito ad ospitare l'impianto termico, si colloca in apposito inserto nella volumetria dell'edificio servito, con accesso direttamente dall'esterno.

All'interno del locale tecnico sono installati n. 2 generatori di calore di tipo tradizionale, di marca UNICAL e di modello PREXAL P190, di portata termica pari a 210,00 kW e potenza utile pari a 190,00 kW. A tali generatori sono associati un bruciatore di gas metano ognuno.

La circolazione del fluido termovettore è del tipo forzato. Sono presenti n. 3 circuiti a servizio degli ambienti della scuola, due alimentati da elettropompe di tipo gemellare a servizio di due ali della scuola, mentre il circuito a servizio della palestra è gestito da una elettropompa di tipo singolo.

L'espansione del fluido termovettore è del tipo "a vaso chiuso".

La centrale termica è alimentata a gas metano.

Lo scarico dei fumi in atmosfera avviene al di sopra della copertura per mezzo di camini circolari.

La linea di reintegro dell'acqua fredda all'impianto non è dotata di alcun tipo di trattamento.

Sono presenti dispositivi per la regolazione dell'impianto in oggetto.

I corpi emissivi sono costituiti da:

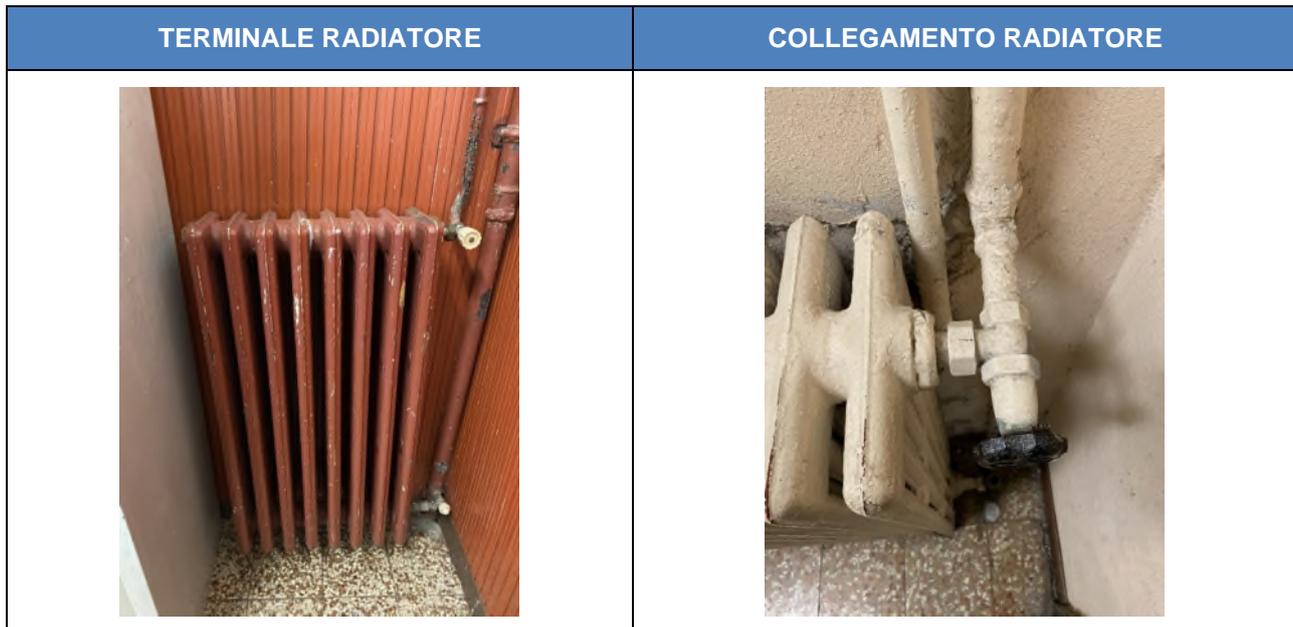
- Radiatori.

L'acqua calda sanitaria è prodotta da bollitori elettrici.



GENERATORE DI CALORE	BRUCIATORE
	

CARICO ACQUA	CONTATORE GAS METANO
	



### 2.1.2 Impianti elettrici

È presente un impianto di illuminazione di tipo tradizionale composto da apparecchi illuminanti installati a plafone sia all'interno delle stanze, sia negli spazi comuni, con tubi fluorescenti lineari, di potenza variabile da 2x36 W a 2x58 W.

Non sono presenti sistemi di regolazione automatica della luminosità.



### 3 Analisi dei consumi

#### 3.1 Individuazione dei vettori energetici

L'edificio in oggetto utilizza i seguenti vettori energetici convenzionali:

- Gas metano
- Energia elettrica

##### 3.1.1 Gas metano

Il gas metano viene utilizzato per l'alimentazione di un generatore termico, installato all'interno del locale centrale termica, a servizio dell'impianto di riscaldamento dell'edificio.

Il consumo medio annuo di gas metano riferito alle annualità 2019-2022 è pari a **21.924 Sm<sup>3</sup>**

##### 3.1.2 Energia elettrica

L'energia elettrica viene utilizzata per i seguenti servizi:

- Illuminazione interna degli ambienti
- Ausiliari impianto di climatizzazione invernale (bruciatori, elettropompe, terminali, ecc..) e produzione di acqua calda sanitaria.

Il consumo medio annuo di energia elettrica riferito alle annualità 2019-2022 è pari a **15.536 kWh**

CONDIZIONI AL CONTORNO ESTERNE	
Altitudine s.l.m.:	12 m
Distanza dal Mare:	< 40 km
Regione del Vento:	NORD PADANO
Direzione Prevalente del Vento:	Nord-Est
Velocità vento media:	3,92 m/s



## 3.2 Ripartizione consumi

### 3.2.1 Gas metano

Viene di seguito riportata la ripartizione dei consumi di gas metano, per i vari servizi energetici presenti.

CONSUMI MEDI ANNUALI GAS METANO	
Riscaldamento [Sm <sup>3</sup> ]	26.649

### 3.2.2 Energia elettrica

Viene di seguito riportata la ripartizione dei consumi di energia elettrica, per i vari servizi energetici presenti.

CONSUMI MEDI ANNUALI ENERGIA ELETTRICA	
Riscaldamento [kWh]	2.308
ACS [kWh]	1.288
Illuminazione [kWh]	12.818
Totale [kWh]	16.415

## 3.3 Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico per la gestione

Ai fini delle valutazioni economiche che saranno esplicitate nei prossimi capitoli, sono stati utilizzati i seguenti costi per il gas metano ed energia elettrica ricavati dall'analisi delle bollette:

CONSUMI ENERGIA ELETTRICA		
Costo energia elettrica	Valore di mercato	0.22 €/kWh
Costo gas metano	Valore di mercato	0.91 €/smc



## 4 Simulazione edificio impianto

Il presente capitolo è finalizzato alla costruzione del modello energetico degli edifici oggetto della diagnosi energetica, allo scopo di valutare una serie di possibili scenari di miglioramento delle prestazioni energetiche.

Si riassumono le fasi salienti della costruzione del modello:

- Costruzione del modello energetico mediante l'utilizzo del software EC 700 – Calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici – versione 12.23.04
- Valutazione delle prestazioni energetiche secondo metodo di calcolo quasi stazionario, che prevede calcoli semplificati su base mensile e fa riferimento alle norme tecniche UNI/TS 11300. Si definisce "stazionario" in quanto il calcolo relativo ad ogni intervallo elementare è totalmente indipendente dagli altri. Non dovendo calcolare il fabbisogno estivo, si è ritenuto idoneo questo metodo
- Validazione del modello energetico con analisi di consumo tra i consumi reali effettivi, secondo quanto previsto nel capitolo precedente e i consumi dedotti dal calcolo del modello

### 4.1 Risultati simulazione sistema edificio impianto

Il modello energetico è stato costruito utilizzando i dati di targa ed il libretto di centrale termica, le informazioni di tipo gestionale/manutentivo raccolte in sede di sopralluogo, oltre che le superfici e le stratigrafie rilevate e/o ricostruite secondo norma o ricavate dai documenti progettuali dell'edificio se disponibili; gli impianti sono stati suddivisi in base alle zone servite, in pratica creando un modello che sia il più rispondente possibile alle condizioni reali rilevate. Sono state imposte le temperature ed i parametri operativi realmente presenti nella struttura per la regolazione dell'impianto.

Si è tenuto conto del contesto urbano in cui è inserito l'edificio, per la valutazione degli effetti di ombreggiamento degli elementi limitrofi.

### 4.2 Validazione del modello

Considerando che le stratigrafie dell'immobile sono state determinate in assenza di ausilio di strumentazione di misura, è ammesso uno **scostamento compreso tra +/- 10%**:

$$-0,10 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,10$$

Con particolare riguardo all'impianto di riscaldamento ed ai relativi consumi risulta di fondamentale importanza l'"aggiustamento" degli stessi in base ai seguenti parametri principali che ne influenzano l'andamento:

1. Gradi giorno (GG);
2. Giorni di funzionamento;
3. Fattore di occupazione.



Nel caso di specie si possono ritenere costanti nei periodi di riferimento sia i "Giorni di funzionamento", sia il "Fattore di occupazione", motivo per cui l'unico parametro variabile è rappresentato dai Gradi Giorno.

Il valore di riferimento per l'edificio in esame è dedotto dalla normativa UNI 10349:

Gradi giorno Padova = 2.383 (UNI 10349).

Per quanto riguarda i dati climatici stagionali si utilizza quanto recuperato dall'elaborazione dell'ARPAV rete metereologica regionale, con riferimento alla stazione metereologica di Padova (PD), che rappresenta la stazione più vicina al sito e completa del rilevamento dei dati di temperatura media esterna giornaliera, nel periodo di analisi considerato, utili per il calcolo dei gradi giorno.

### 4.3 Criteri di valutazione

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459/18, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo, determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN).



## 5 Riepilogo degli interventi proposti

Vengono di seguito riportati i principali risultati degli interventi di riqualificazione energetica proposti, e descritti nel Rapporto Completo di Diagnosi Energetica allegato

INTERVENTO	COSTO	RISPARMIO GAS METANO	RISPARMIO EN. EL.	TEMPO DI RITORNO
	[€]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[anni]
Caldaia a condensazione	83.500,00	1.139	1.650	62
Valvole termostatiche e circolatori	9.000,00	1.242	132	8,6
Totale interventi	92.500,00	1.139	1.650	68,7

27 novembre 2023

IL TECNICO

