

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

P.IVA 09727070964

TEL. 02 45381170

FAX. 02 45381176

MAIL. info@sacee.it

SITO. www.sacee.it



Diagnosi Energetica

Municipio di Codogno

CLIENTE: Comune di Codogno **RELAZIONE** n°ENE.REL.001.00 **DEL** 31/01/2019

PRESIDENTE

Ing Maria Grazia Costa



DIRETTORE TECNICO

Ing Katia Ciapponi



Sommario

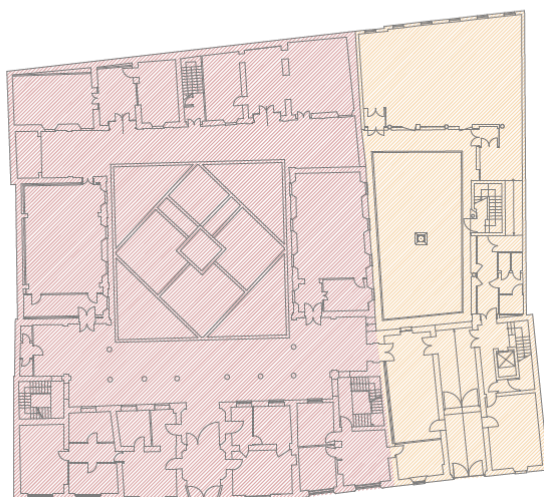
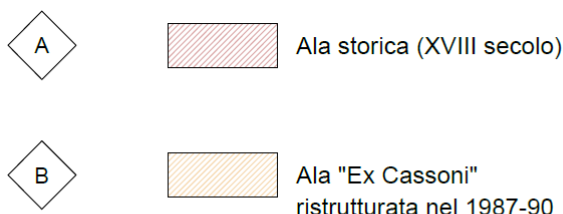
DIAGNOSI ENERGETICA	3
SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	4
IL SOGGETTO DIAGNOSTICATORE	5
IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO.....	6
METODOLOGIA DEL LAVORO	6
DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE.....	6
SOFTWARE UTILIZZATO.....	6
FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	7
INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO.....	9
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE	11
ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO	12
I SOPRALLUOGHI	12
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO.....	13
PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA	13
CONSUMI DI GAS METANO	18
TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO	21
ORARI DI ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI.....	21
COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO	22
IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	31
PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA.....	32
IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO	32
SISTEMA DI EMISSIONE.....	33
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	33

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO.....	34
ANALISI DINAMICA ORARIA	35
PROFILI D'USO.....	35
PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI.....	36
PARETI	36
SERRAMENTI.....	36
SOLAI E COPERTURE.....	36
IMPIANTI.....	36
ILLUMINAZIONE.....	36
INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO.....	37
ANALISI ECONOMICA	38
GRANDEZZE ECONOMICHE	38
TARiffe UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO	39
IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA	40
INCENTIVI ALL' EFFICIENZA ENERGETICA: CONTO TERMICO 2.0.....	40
INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO	41
INTERVENTO IM 1: CAPPOTTO INTERNO – COIBENTAZIONE SOLAI DI COPERTURA/CONTROTERRA.....	41
INTERVENTO IM 2: SOSTITUZIONE SERRAMENTI	44
INTERVENTO IM1 - IM2	46
INTERVENTO IM 3: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA PORZIONE DI EDIFICIO PIANO TERRA	46
INTERVENTO IM 4: SOSTITUZIONE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO	52
INTERVENTO IM1-A / COIBENTAZIONE SOLAIO SOTTOTETTO.....	54
INTERVENTO IM1-B / CAPPOTTO INTERNO	56
INTERVENTO IM1A – IM4.....	58
CONFRONTO INTERVENTI MIGLIORATIVI	59
ELENCO ALLEGATI	61

DIAGNOSI ENERGETICA

Il Comune di Codogno ha programmato il rifacimento dell'involucro e dell'impianto di una parte del Municipio sito in via Vittorio Emanuele II, n° 4/6 – Codogno.

Tale intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica, funzionale, strutturale e tecnologica di una porzione limitata di vani ubicati al piano terra del palazzo.



Il Municipio è caratterizzato da due ali, la prima storica, risalente al XVIII secolo, e la seconda, di più recente ristrutturazione, viene definita ala "Ex Cassoni". Le due porzioni di edificio, sopra definite, sono caratterizzate da differenti matrici architettoniche e strutturali ed hanno circuiti di derivazione impiantistica dei fluidi caldi e freddi distinti, in particolare:

- L'ala storica è caratterizzata da radiatori in ghisa ed alluminio serviti dalla centrale termica composta di due caldaie a gas metano a condensazione. Sono poi installati per ogni ufficio "Split System" serviti da quattro pompe di calore collocate in copertura e nel cortile interno che derivano solo ed esclusivamente fluidi freddi. In particolare, una pompa di calore è asservita agli uffici dell'anagrafe ed una riservata al CED.
- L'ala moderna è caratterizzata invece da ventilconvettori collegati a pompe di calore derivanti fluidi caldi e freddi collocate all'interno del sottotetto.

È inoltre presente una U.T.A. che attualmente risulta in disuso.

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 anche altre opportunità di efficientamento energetico che possano essere adottate oltre alla valutazione dell'intervento programmato.

La diagnosi energetica viene definita dal D.lgs. 115 del 2008 come 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.

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"

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.

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 l'intervento di riqualificazione energetica dell'involucro ipotizzato
- Valutare eventuali altri interventi di riqualificazione energetica dell'edificio
- Valutare il ritorno economico degli interventi suggeriti

IL SOGGETTO DIAGNOSTICATORE

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 via Verdi 16 a Codogno e sede operativa in piazza Luigi di Savoia 22 a Milano (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 delegato di Sacee e presidente di Sacee Ingegneria, ing. Maria Grazia Costa, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.
- Il direttore tecnico di Sacee Ingegneria, ing. Katia Ciapponi, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) settore civile certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.



IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO

Committente	Comune di Codogno
Sede legale del committente	Via Vittorio Emanuele II – n. 4/6 - Codogno
Indirizzo edificio diagnosticato	Via Vittorio Emanuele II – n. 4/6 - Codogno
Proprietario edificio	Comune di Codogno
Tipologia di edificio	Municipio
Referente tecnico	Antonino Ceruti

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.



INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO



FIGURA 1 INQUADRAMENTO SATELLITARE – MUNICIPIO DI CODOGNO

L'edificio in oggetto venne realizzato nel XVIII secolo, ma tra gli anni 1987-90 una porzione di edificio venne ristrutturata. L'edificio risulta interamente caratterizzato da muratura portante con numerosi elementi decorativi sulla facciata prospiciente via Vittorio Emanuele II. I serramenti risultano essere prevalentemente lignei con vetro mono-lastra nella porzione di edificio antica e vetro a doppia lastra all'interno dell'ala "Ex Cassoni". Si riscontra la presenza di solai caratterizzati da travetti lignei particolarmente inflessi e in alcuni casi oltre il limite di sicurezza. L'edificio non presenta quindi elevati prestazionali da un punto di vista energetico data la totale assenza di coibentazione di involucro.



Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche (spessori e trasmittanza) si rimanda ai capitoli successivi.

Risulta doveroso sottolineare che è risultato possibile effettuare una indagine materica visiva, che è stata comunque sufficiente a determinare le caratteristiche stratigrafiche dell'involucro.

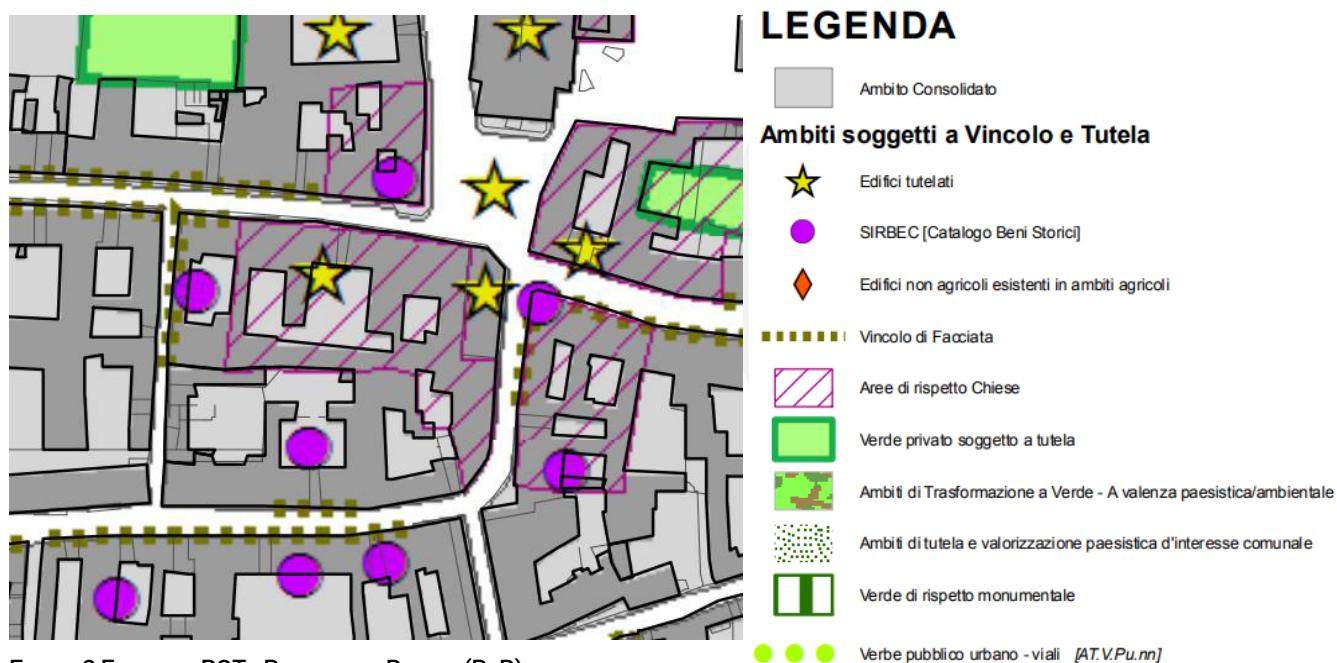


FIGURA 2 ESTRATTO PGT - PIANO DELLE REGOLE (PDR)

L'estratto del Piano delle Regole definisce il Municipio di Codogno come "Edificio tutelato" inserendolo tra l'altro nell'area di rispetto Chiese. Tali Vincoli ambientali e urbanistici ed ambiti di tutela sono fondamentali in fase di progettazione.

MUNICIPIO DI CODOGNO

La diagnosi energetica prevede la corretta determinazione dei locali da considerare termicamente all'interno del modello termofisico. In particolare, l'Edificio è caratterizzato da tre piani fuori terra riscaldati e da un piano terzo/sottotetto non riscaldato.

Municipio di Codogno	
Piano terra	Livello interamente riscaldato caratterizzato da uffici comunali (elettorale, anagrafe, protocollo, conference room, servizi sociali, economato)
Piano primo	Livello interamente riscaldato caratterizzato da uffici comunali (archivi, mensa, uffici, sala giunta)
Piano secondo	Risulta riscaldata solamente la porzione di edificio appartenente all'ala "Ex Cassoni" adibita prevalentemente agli uffici di ragioneria
Piano terzo	Sottotetto interamente non riscaldato

I principali dati di inquadramento geografico-ambientale e geometrici sono di seguito riportati.

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	249 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

ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO

INDICATORI	VALORI
Numero di piani riscaldati	3
Superficie riscaldata (mq)	2.162
Superficie raffrescata (mq)	1.842
Volume riscaldato (mc)	9.884
Volume raffrescato (mc)	8.343
Superficie involucro (mq)	5.344
Rapporto S/V medio	0,64

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

I SOPRALLUOGHI

Sono stati effettuati ai fini della diagnosi sul complesso edilizio, i seguenti sopralluoghi:

- 14 novembre 2018

ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO

Come richiesto dall'Allegato 2 del D.lgs. 102-2014, la presente diagnosi:

- Deve essere basata su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico
- Deve comprendere un esame dettagliato del profilo di consumo energetico dell'edificio

A tal fine e per la validazione del modello della diagnosi, dovrebbero quindi essere valutati in dettaglio i consumi dell'edificio attraverso la raccolta dei seguenti documenti:

- Fatture di energia elettrica
- Fatture di combustibile (gas)

Il Comune di Codogno ha reso disponibili le fatture energetiche relative alla fornitura di energia elettrica e gas, che hanno consentito un realistico tracciamento dei consumi effettivi.

PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA

I dati relativi all'energia elettrica consegnati dal Comune di Codogno sono relativi ai prelievi di energia elettrica nell'anno 2017. Un contatore normalmente viene identificato con il POD (Point of Delivery), ossia un codice alfa-numerico che indica il punto di connessione alla rete elettrica nazionale. Il POD relativo a tale utenza è il seguente:

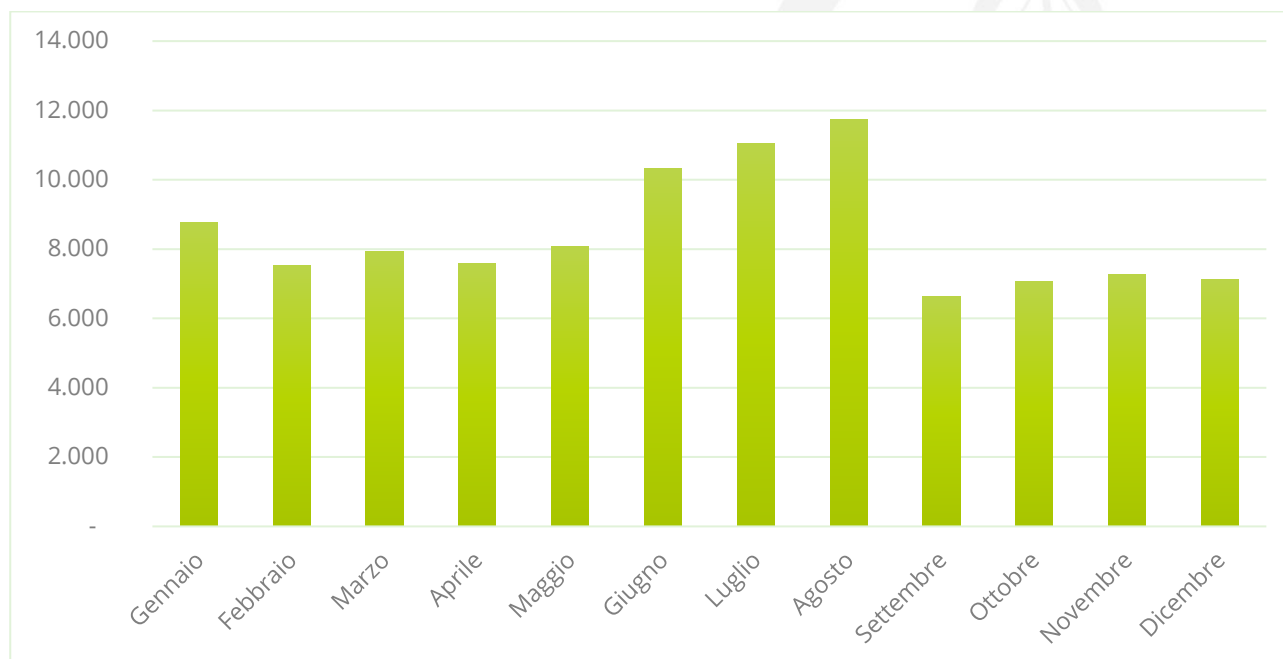
POD	INDIRIZZO	POTENZA disponibile	POTENZA impegnata media	TENSIONE di alimentazione	DESTINAZIONE D'USO
IT001E19132154	Via Vittorio Emanuele II – 4 Codogno (LO)	84 kW	30 kW	380 V - BT	Municipio

Si riportano di seguito i dati relativi al prelievo dalla rete elettrica nazionale:

Anno	Mese	F1	F2	F3	TOT (kWh)
2017	Gennaio	3.830	1.758	3.189	8.777
2017	Febbraio	3.235	1.673	2.631	7.539
2017	Marzo	3.363	1.770	2.790	7.923
2017	Aprile	2.982	1.570	3.025	7.577
2017	Maggio	3.678	1.589	2.815	8.082
2017	Giugno	4.665	2.125	3.540	10.330
2017	Luglio	4.875	2.391	3.780	11.046
2017	Agosto	5.422	2.359	3.965	11.746
2017	Settembre	2.808	1.483	2.328	6.619
2017	Ottobre	3.321	1.407	2.349	7.077
2017	Novembre	3.446	1.405	2.416	7.267
2017	Dicembre	2.997	1.382	2.756	7.135
TOTALE		44.622	20.912	35.584	<u>101.118 kWh</u>

I consumi mensili di energia elettrica, rilevati dalle fatture energetiche del cliente per il periodo gennaio - dicembre 2017, sono di seguito riportati suddivisi per le tre fasce di riferimento (F1, F2 e F3).

Andamento Prelievi di Energia Elettrica
POD IT001E19132154



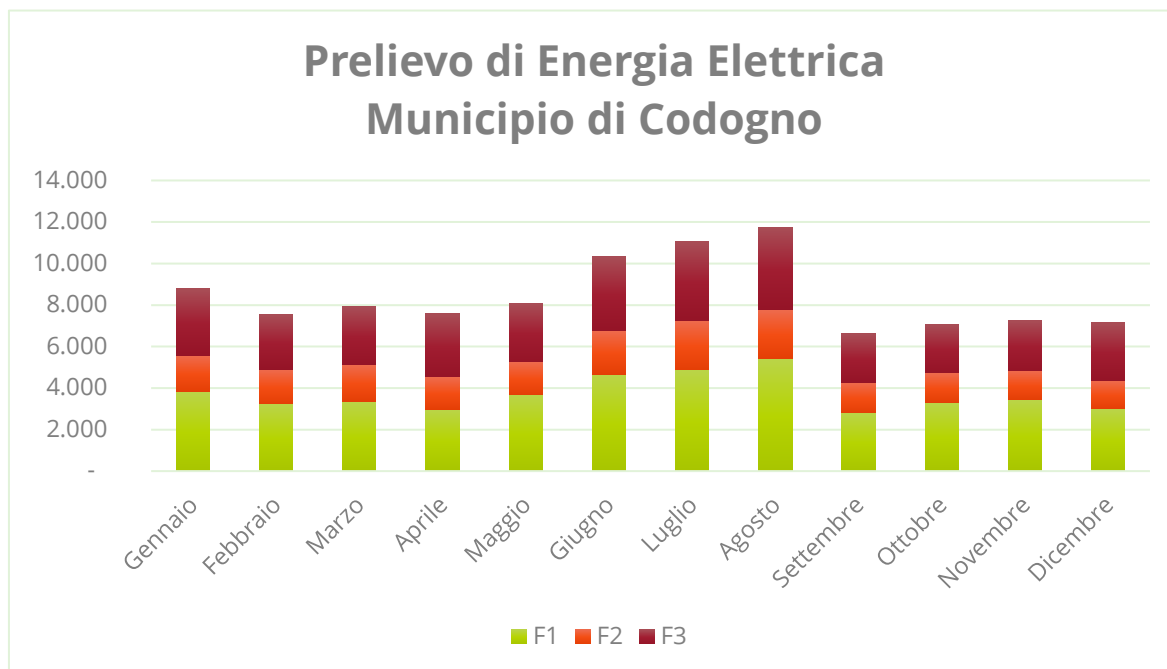


FIGURA 3 ANDAMENTO PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA MUNICIPIO DI CODOGNO – ESTRATTO FATTURA ENERGIA ELETTRICA 2017

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

- Illuminazione interna ed esterna
- apparecchiature in dotazione agli uffici (computer, stampanti etc....)
- ausiliari e sistemi di emissione degli impianti (termico-frigorifero-UTA) - (ventole, pompe, etc...)
- boiler elettrici di produzione dell'acqua calda sanitaria
- pompe di calore asservite al raffrescamento del Municipio

Al fine di estrapolare dati relativi ai consumi di energia elettrica relativi al solo impianto di raffrescamento, sulla base del rilievo effettuato e della destinazione d'uso, viene stimato un consumo di elettricità dovuto alla sola illuminazione e alle apparecchiature in dotazione.

Si riportano di seguito le tipologie di apparecchi illuminanti caratterizzanti il Municipio:

Cod	Tipo	Potenza nominale (W)	Tipologia	Numero
L.01	FL	116	Lampada a scarica fluorescente 2x58W	107
L.02	FL	72	Lampada a scarica fluorescente 1x36W	61
L.03	ALO	60	Lampada incandescente alogena a parete 60 W	44
L.04	ALO	60	Lampada incandescente alogena a parete 60 W	2
L.05	CDM	100	Proiettore alogeno a ioduri metallici a bassa pressione (100 W stimati)	1
L.06	FL	72	Lampada a scarica fluorescente 4x18 W	24
L.07	LED	6	Lampada LED a plafone - RGB 6 W	6
L.08	FL	18	Lampada a scarica fluorescente a parete 18W	8
L.09	ALO	480	Lampada alogena incandescente (60 x 8) W	1
L.10	FL	54	Lampada a scarica fluorescente 3x18 W	3
L.11	FLC	15	Lampada a scarica fluorescente compatta - 15 W	6
L.12	FC	22	Lampada a scarica fluorescente circolare - 22 W	20
L.13	ALO	100	Lampada incandescente alogena a parete - 100 W	3
L.14	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	6
L.15	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	8
L.16	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	6

Codice	Potenza complessiva (WATT)	Consumo annuo illuminazione (kWh)
L.01	12.412	18.452
L.02	4.392	6.640
L.03	2.640	3.848
L.04	120	163
L.05	100	155
L.06	1.728	2.344
L.07	36	49
L.08	144	223
L.09	480	744
L.10	162	251
L.11	90	122
L.12	440	673
L.13	300	407
L.14	420	570
L.15	560	760
L.16	420	570
TOT	24.444	35.970

In base alla destinazione d'uso prevalente si ipotizza un consumo medio annuo utilizzando coefficienti estrapolati dalla normativa EN 15193. Tale consumo è relativo alla sola illuminazione del Municipio.

Sono stati considerati fattori di assenza all'interno dei locali in base all'effettiva destinazione d'uso definita dalla committenza all'interno delle tavole fornite.

Vengono inoltre considerati 14.000 kWh annui dovuti all'utilizzo di apparecchiatura d'ufficio quale computer, stampanti.

Il consumo annuo complessivo legato agli impianti termici risulta essere pari circa a **50.000 kWh**.

CONSUMI DI GAS METANO

Per l'analisi dei consumi di gas metano sono state utilizzate le tabelle riepilogative fornite dal Comune di Codogno. I consumi di gas metano sono da imputarsi esclusivamente ai gruppi termici in funzione (Centrale termica composta da due caldaie a gas a condensazione).

Il Comune di Codogno ha fornito un Documento contabile consuntivo relativo al consumo di Gas durante l'anno 2015. In particolare viene fornito il monte annuale espresso in MWh corrispondente a 325.000 kWh.

CONSUMI GAS METANO [Smc]	
TOTALE	32.696 mc

Un parametro interessante ai fini dell'analisi degli andamenti del consumo energetico legato all'impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria è il Grado Giorno (GG), ovvero un parametro che definisce l'andamento delle temperature nel corso della stagione termica. Più precisamente i GG indicano la somma annuale delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale fissata a 20°C e la temperatura media esterna giornaliera. Quindi risulta ovvio che più è alto il valore del Grado Giorno, più sono basse le temperature invernali nel comune analizzato.

I GG definiti dal DPR 412/93 che vengono convenzionalmente considerati per il calcolo del fabbisogno termico di un edificio, rappresentano il dato medio su 40 anni.

L'Italia viene suddivisa, a seconda dei GG rilevati nelle singole località, in 6 zone climatiche (A, B, C, D, E ed F). Alla zona climatica A appartengono i comuni italiani più caldi. Alla zona climatica F appartengono quelli più freddi.

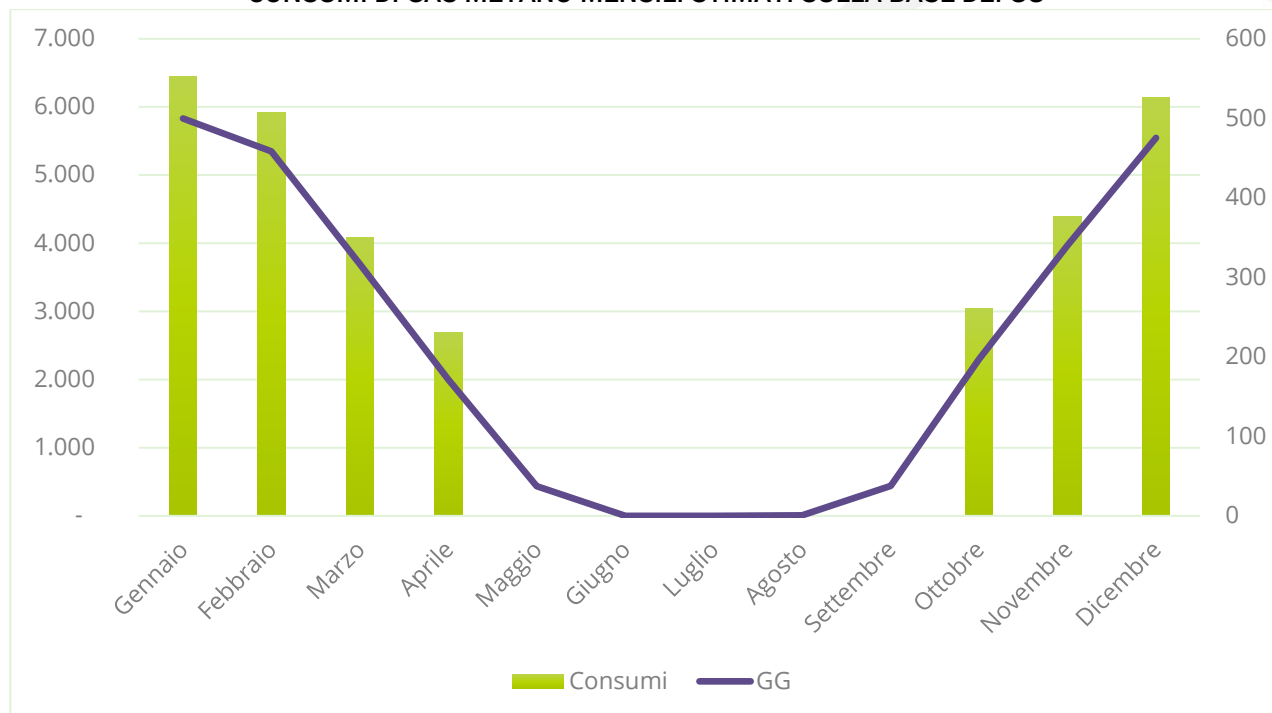
L'analisi della variabilità delle condizioni climatiche e in particolare della variazione della temperatura esterna, che può essere effettuata per mezzo della rilevazione dei GG della località in esame, è il presupposto a qualsiasi valutazione del comportamento energetico di un edificio. In primo luogo, infatti i consumi termici di un edificio cambiano al variare delle condizioni climatiche, pertanto ogni variazione non riconducibile all'aumento o alla diminuzione della temperatura esterna dipende da fattori legati all'uso e alla manutenzione dell'edificio.

L'analisi dei GG confrontata con i consumi riportati per quanto riguarda l'edificio ripartite sui mesi di utilizzo permette di verificare se l'andamento dei consumi risulta coerente con le condizioni climatiche esterne. È infatti normale che all'aumentare dei GG ci sia un corrispettivo aumento del consumo di combustibile e viceversa. Questo tipo di analisi permette di vedere se sono presenti delle anomalie di consumo in eccesso o in difetto e quindi di verificare se il consumo riscontrato nell'anno di riferimento sia rappresentativo di un anno tipo o meno.

La committenza, come già specificato nei paragrafi precedenti, non ha fornito l'andamento dei consumi per cui si ipotizzano tali andamenti proprio sui gradi giorno per avere quindi una stima del consumo energetico mensile. Si considera il consumo annuo di gas fornito, relativo all'anno 2015.

CONSUMO DI GAS METANO 2015 (Smc)	
Gennaio	6.447
Febbraio	5.912
Marzo	4.082
Aprile	2.211
Maggio	484
Giugno	-
Luglio	-
Agosto	-
Settembre	495
Ottobre	2.545
Novembre	4.387
Dicembre	6.133
TOT	32.696

CONSUMI DI GAS METANO MENSILI STIMATI SULLA BASE DEI GG



Tale valutazione risulta utile in quanto grazie all'andamento dei gradi giorno è possibile stimare il valore di consumo mensile per eventuali verifiche o validazione in fase di modellazione termofisica.



TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO

Durante i sopralluoghi è risultato possibile effettuare delle campionature termiche che consentano poi di elaborare un modello termofisico in cui i parametri siano rispondenti alla realtà.

L'edificio è stato suddiviso in 4 zone termiche in base alla tipologia di terminale presente e tipo di impianto di asservimento.

Tali suddivisioni sono riportate anche nelle planimetrie allegate, a cui sono state associate temperature medie rilevate per unità analoghe.

Zona Termica	Ala	Sistema di emissione	T.int Invernale
ZT1	Ala storica e ala "Ex Cassoni"	Radiatori	20°C
ZT2	Ala storica	Radiatori e "Split System"	20°C
ZT3	Ala "Ex Cassoni"	Ventilconvettori	20°C
ZT4*	CED – Ala storica	Radiatori e "Split System"	20°C
ZNR	-	-	-
AP	-	-	-

*tale zona termica è distinta rispetto alle altre in quanto esiste una pompa di calore asservita unicamente a tali aree.

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

ORARI DI ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti di riscaldamento vengono accesi durante i periodi di utilizzo in base alla tipologia di destinazione d'uso presente (Uffici).

Giorno settimanale	Orario di funzionamento impianto
Lunedì	8.00 – 17.00
Martedì	8.00 – 17.00
Mercoledì	8.00 – 17.00
Giovedì	8.00 – 17.00
Venerdì	8.00 – 17.00
Sabato	8.00 – 13.00
Domenica	-

Viene inoltre stimato un pacchetto di 20 ore in più settimanali subordinato ad esigenze di assemblee.

COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

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, oltre che un confronto, a titolo esemplificativo, con i valori limite per le ristrutturazioni definiti dal decreto 2456/2017 di Regione Lombardia. Vengono prima forniti degli estratti del modello termofisico riferito all'edificio in analisi.

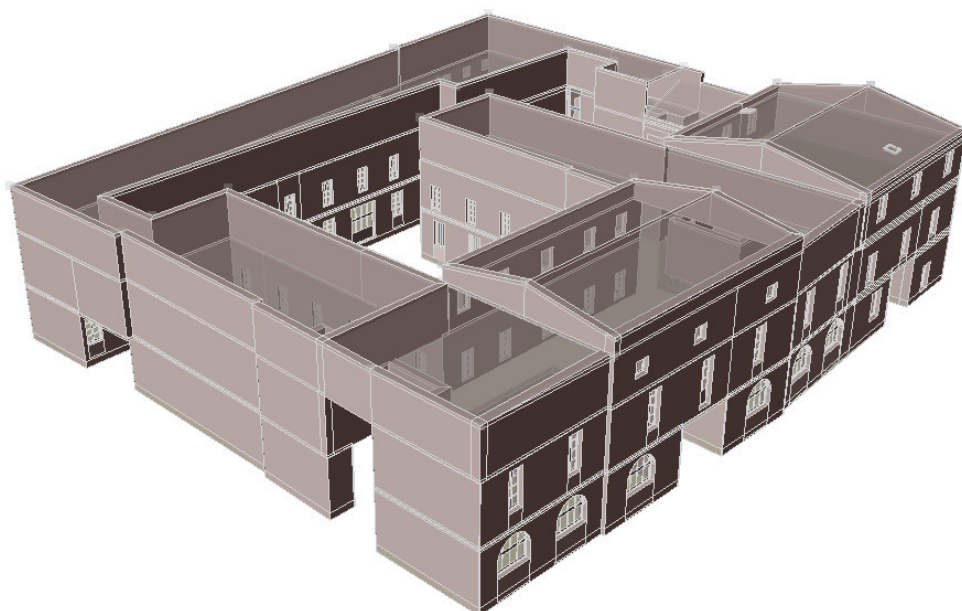
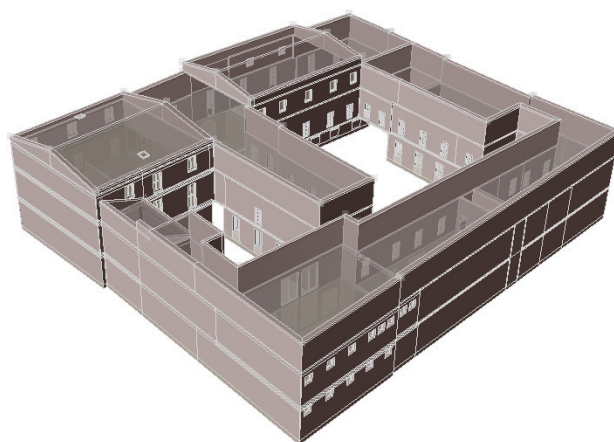


FIGURA 4 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO



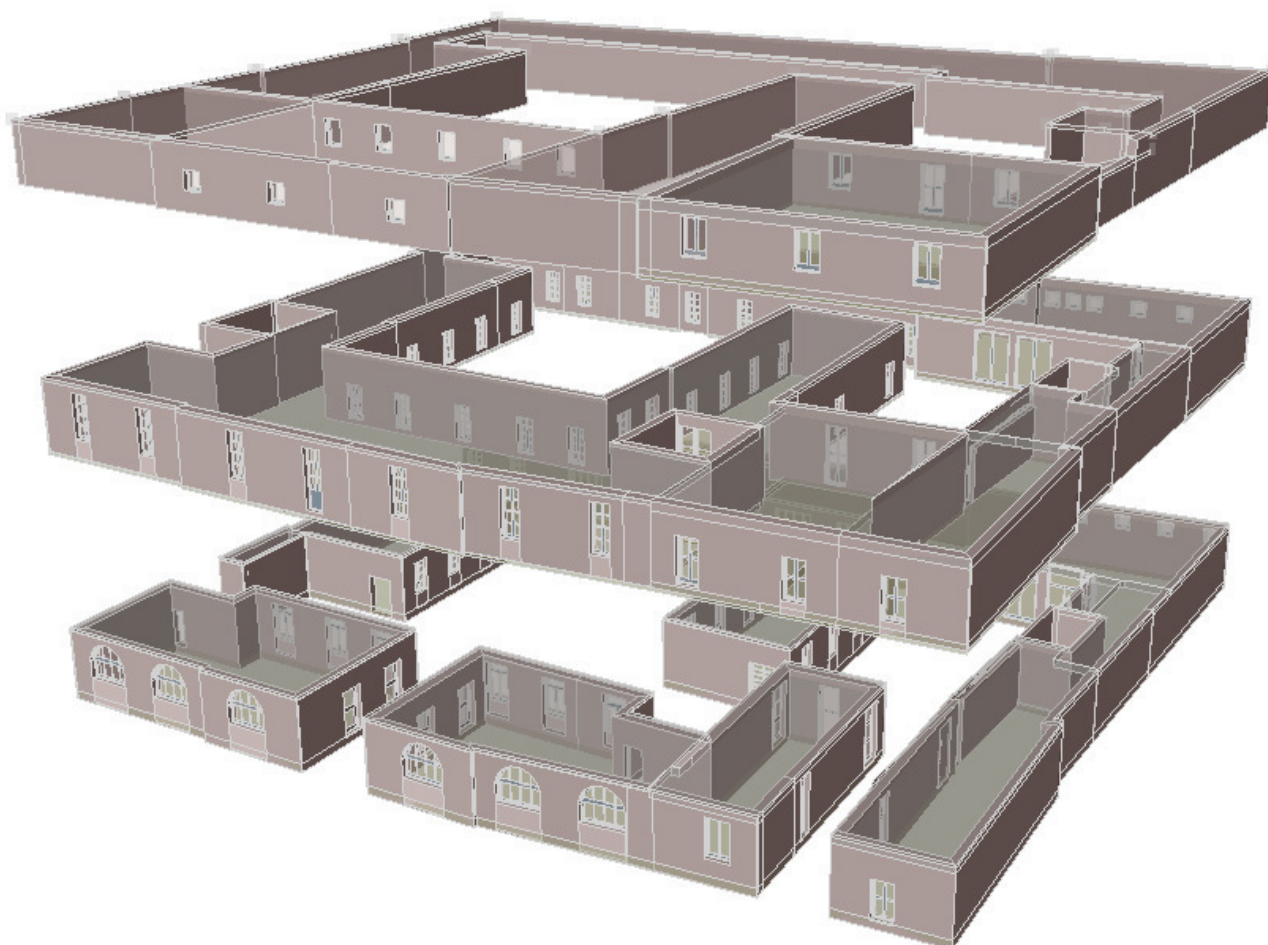


FIGURA 5 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO CON SEPARAZIONE DEI PIANI

Per la modellazione termofisica la struttura è stata suddivisa in zone termiche in base all'utilizzo prevalente ed alla tipologia di terminale presente. Per quanto riguarda i terminali risultano essere installati radiatori e split nell'ala storica, mentre risultano esserci ventilconvettori nell'ala "Ex Cassoni".

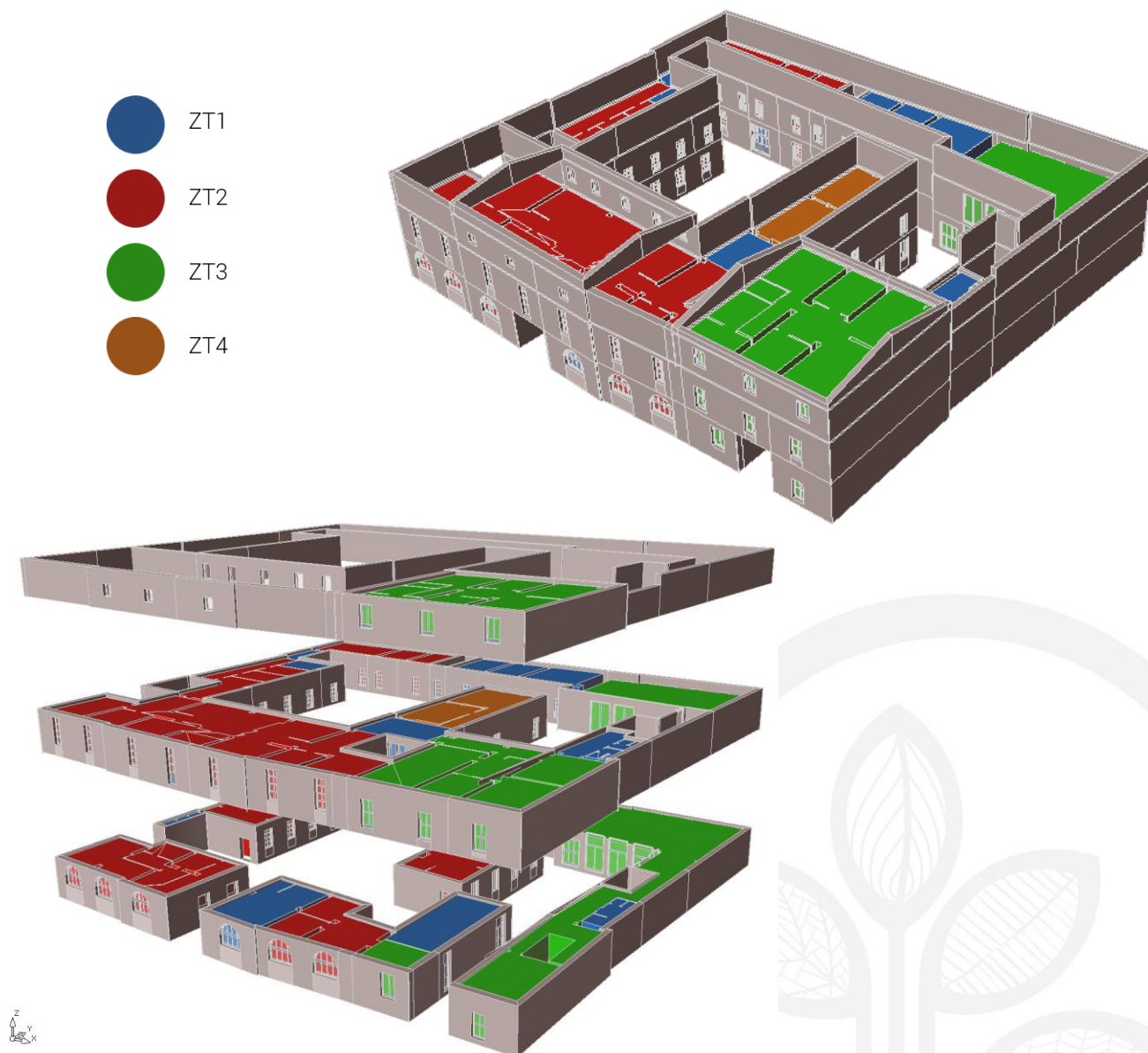


FIGURA 6 ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO - INDIVIDUAZIONE ZONE TERMICHE

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 ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	TRASMITTANZA [W/mq K]	TRASMITTANZA LIMITE SECONDO DGR 2456/2015 REGIONE LOMBARDIA
M01.ZNR/AP	PARETE	ZONA NON RISCALDATA/ ALTRA PROPRIETA'	46	1,119	0,28
M01.EXT	PARETE	ESTERNO	46	1,244	0,28
M02.EXT	PARETE	ESTERNO	61	1,166	0,28
M02.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	61	1,056	0,28
M03.AP	PARETE	ALTRA PROPRIETA'	39	1,255	0,28
M03.EXT	PARETE	ESTERNO	39	1,415	0,28
M04.EXT	PARETE	ESTERNO	46	1,244	0,28
M04.AP/ZNR	PARETE	ESTERNO	46	1,119	0,28
M05.EXT	PARETE	ESTERNO	56	1,063	0,28
M06.EXT - Sottofinestra	PARETE	ESTERNO	25,5	1,926	0,28
M07.EXT	PARETE	ESTERNO	10	4,417	0,28
M07.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	10	3,160	0,28
M08.EXT	PARETE	ESTERNO	25	3,515	0,28
M08.ZNR	PARETE	ZONA NON RISCALDATA	25	2,670	0,28
M09.EXT	PARETE	ESTERNO	20	2,816	0,28
S01.TER	PAVIMENTO CONTROTERRA	TERRENO	46,5	1,491	0,29
S02.ZR	PAVIMENTO/SOFFITTO	INTERPIANO	18	1,495	-
S03.EXT	PAVIMENTO/SOFFITTO	ESTERNO	46	1,025	0,29
S04.EXT	PAVIMENTO/SOFFITTO	ESTERNO	20	1,783	0,29
S05.ZR	PAVIMENTO/SOFFITTO	INTERPIANO	44	1,060	-
C01.EXT	SOFFITTO/ COPERTURA	ESTERNO	20	1,018	-

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.

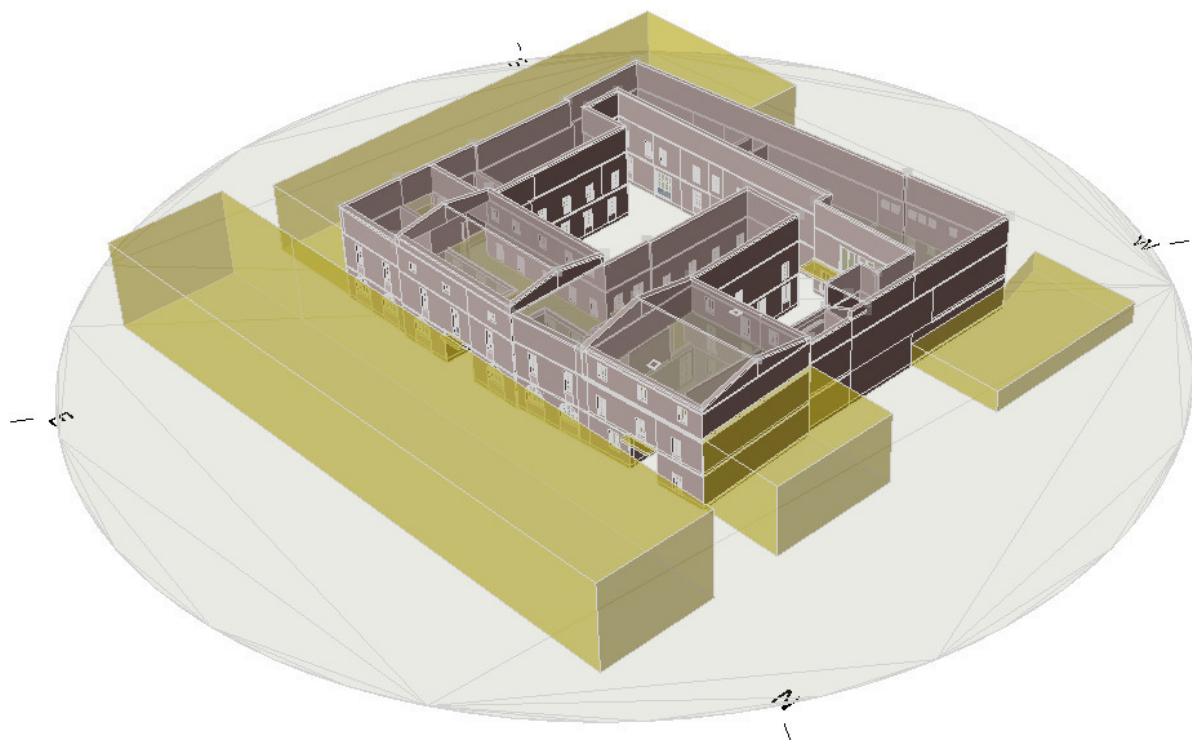


FIGURA 7 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - ESTRATTO MODELLO TERMOFISICO

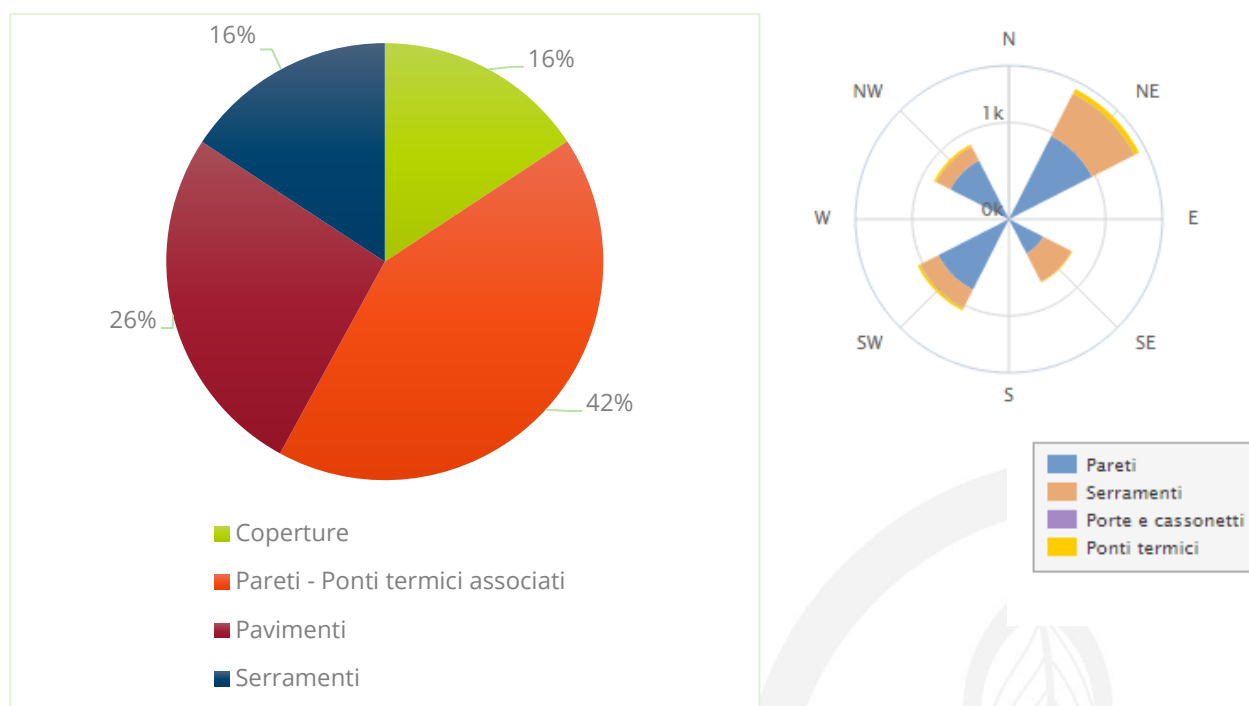
SERRAMENTI

I serramenti, ad eccezione delle chiusure trasparenti in dotazione all'ala "Ex Cassoni" presentano vetro singolo e telaio ligneo estremamente consunto.

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 ed il coefficiente di scambio termico per orientamento (W/K)



Le coperture che vengono considerate come elementi disperdenti all'interno del grafico sono da riferirsi ai solai verso le zone non riscaldate facenti parte del sottotetto.

Si evince che la superficie di involucro maggiormente disperdente risulta essere quella relativa alle pareti e ponti termici associati sebbene anche le restanti porzioni di chiusura opaca e trasparente forniscano una percentuale di dispersione considerevole.

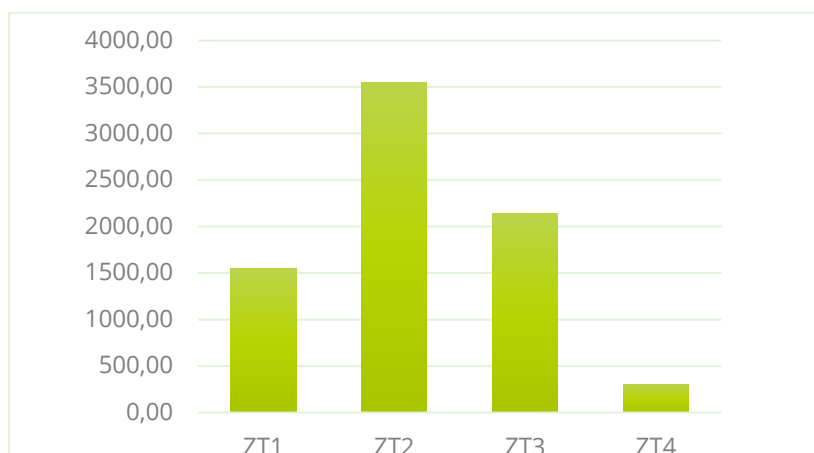


FIGURA 8 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO SUDDIVISO PER ZONE

Il fabbisogno 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.

Si riportano di seguito i fabbisogni delle zone termiche precedentemente identificate:

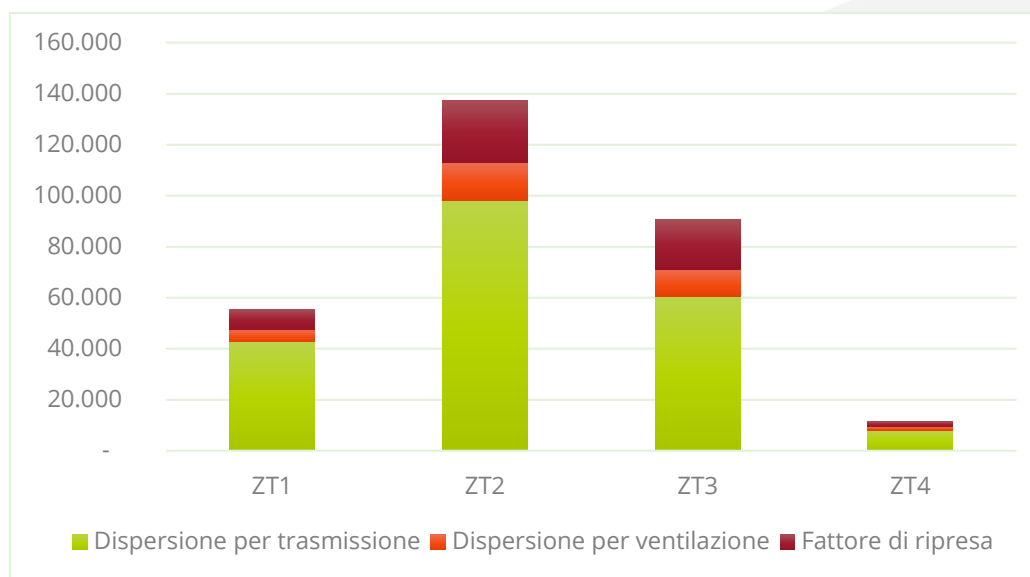
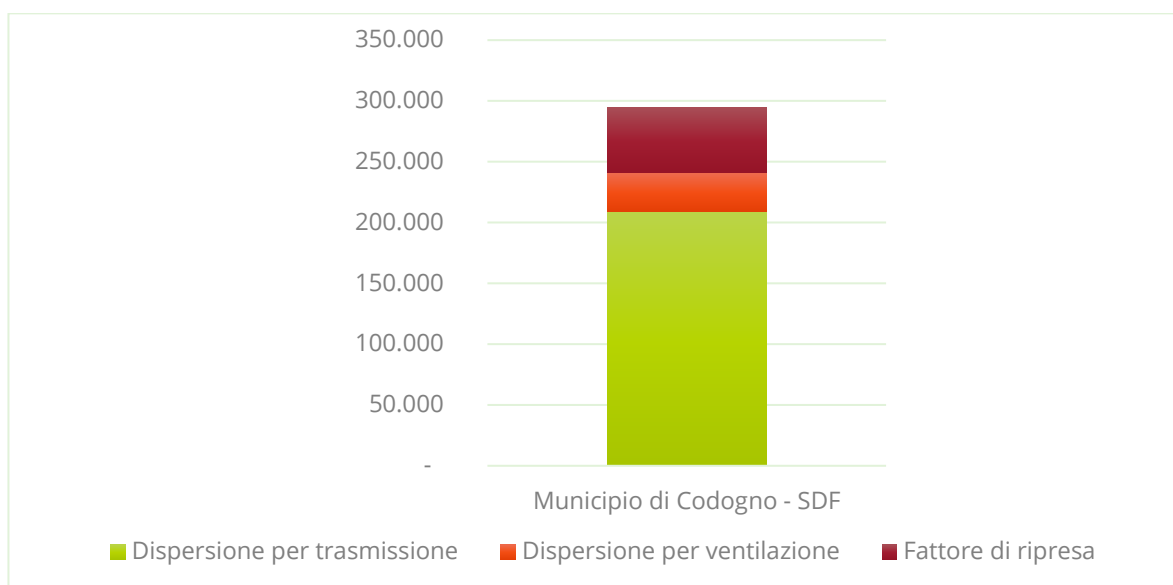


FIGURA 9 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE (WATT)


FIGURA 10 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE TOTALE (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo risulta essere pari a **295 kW**.

Il fabbisogno dello stato di fatto è stato calcolando suddividendo l'edificio per zone termiche.

	Dispersioni per trasmissione	Dispersioni per ventilazione	Fattore di ripresa
ZT1	42.715	4.813	7.983
ZT2	98.061	14.755	24.470
ZT3	60.310	10.783	19.470
ZT4	8.111	1.283	2.128
TOT	209.196	31.635	54.051

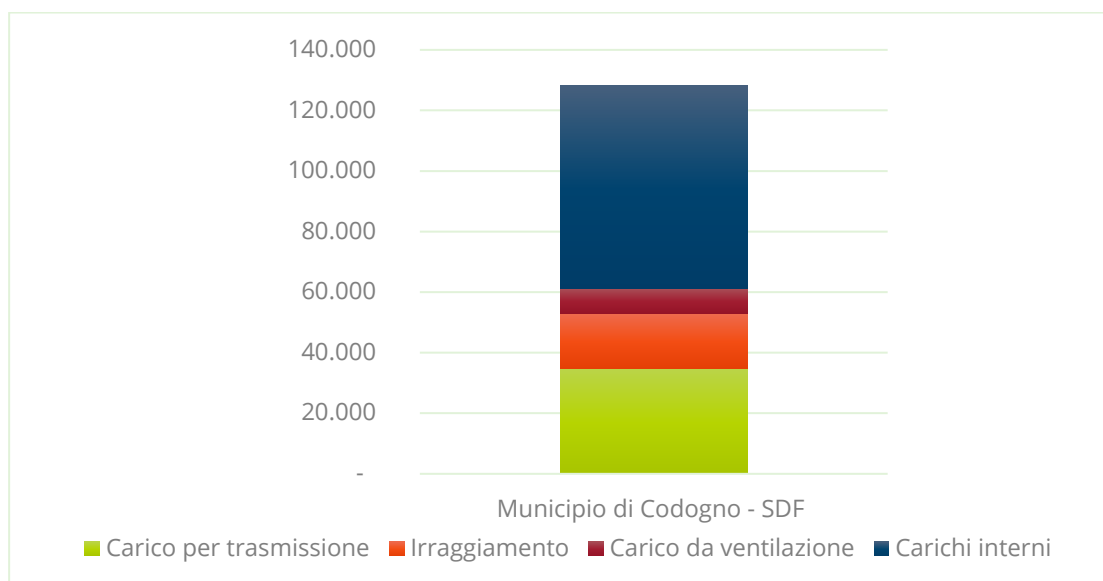
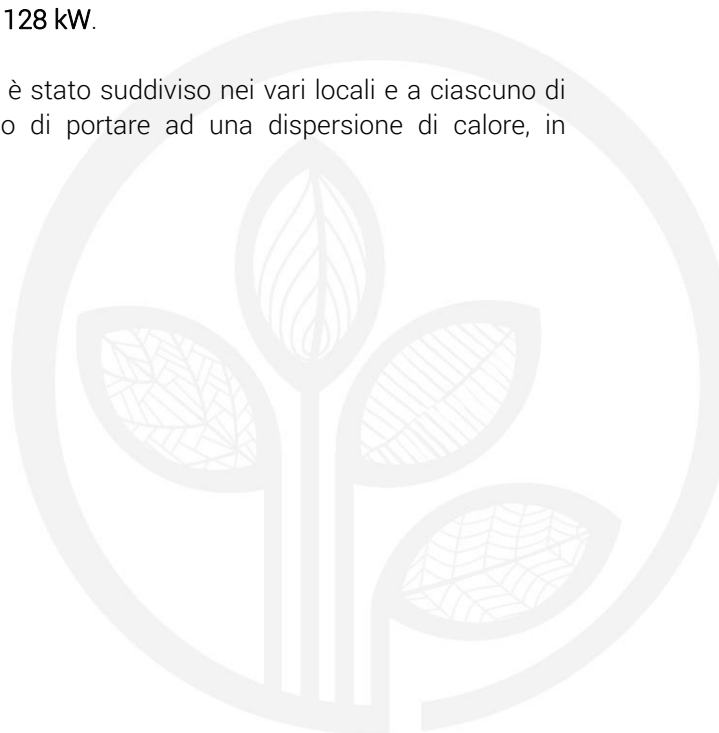


FIGURA 11 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO TOTALE (WATT)

Il fabbisogno termico estivo complessivo risulta essere pari a **128 kW**.

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
- Ponti termici verticali
- Infiltrazioni



IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

La produzione dei fluidi termovettori caldi a servizio dell'ala storica è assicurata da due caldaie a gas metano a condensazione di potenza termica nominale pari a 190,1 kW cadauna. Tale centrale termica è asservita al riscaldamento dei radiatori posti appunto nell'ala storica. Per quanto riguarda l'ala "Ex Cassoni" sono presenti ventilconvettori connessi ad un impianto in pompa di calore asservita alla produzione di fluidi caldi e freddi.

Si sottolinea che non è stato possibile ricavare i dati tecnici relativi alle pompe di calore in quanto non reperibili in loco.

PRODUZIONE FLUIDI TERMOMETTORI CALDI

Di seguito si elencano le caratteristiche dei generatori per la produzione dei fluidi caldi.

GENERATORE DI CALORE – CALDAIA A CONDENSAZIONE	
Costruttore	ELCO
Modello	R602
Numero	2
Potenza termica nominale (80/60°)	190,1 kW

I dati relativi alla pompa di calore asserviti alla produzione di fluidi caldi non risultano disponibili.

POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ACQUA* - VENTILCONVETTORI ALA "Ex Cassoni"	
Costruttore	ND
Modello	ND
Numero	ND
Potenza di raffreddamento	-
Potenza di riscaldamento	Potenza determinata da numero e carico termico dei terminali

PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è demandata a dei bollitori elettrici di zona di potenza complessiva pari a 3900 W.

IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO

La produzione dei fluidi termovettori freddi a servizio del Municipio è caratterizzata da più macchine asservite a diversi locali. Anche in questo caso non è stato possibile ottenere i dati tecnici relativi alle macchine frigorifere per cui è stata stimata la potenza di tali impianti sulla base delle caratteristiche termiche dei terminali.

PRODUZIONE FLUIDI TERMOVETTORI FREDDI

Tipologia terminale	Numero Terminali	Potenza terminale - Cooling	Potenza complessiva	Potenza macchina	
Split Ala storica	33	2800	92400	100 kW	Stimata
Split Anagrafe	3	2800	8400	10 kW	Stimata
Split CED	4	2800	11200	15 kW	Stimata

POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ACQUA* - SPLIT CED	
Costruttore	DAIKIN EUROPE NV
Modello	RZQ100B7V3B
Numero	1
Potenza di raffreddamento	Potenza determinata dal numero di terminali

POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ACQUA* - ANAGRAFE	
Costruttore	DAIKIN
Modello	ND
Numero	ND
Potenza di raffreddamento	Potenza determinata dal numero di terminali

POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ACQUA* - SPLIT ALA STORICA	
Costruttore	DAIKIN
Modello	ND
Numero	ND
Potenza di raffreddamento	Potenza determinata dal numero di terminali

POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ACQUA* - VENTILCONVETTORI ALA "Ex Cassoni"	
Costruttore	ND
Modello	ND
Numero	ND
Potenza di raffreddamento	Potenza determinata dal numero di terminali
Potenza di riscaldamento	-

SISTEMA DI EMISSIONE

All'interno dell'edificio oggetto di analisi sono installate tre tipologie di terminali, in particolare radiatori e "Split system" nell'ala storica e ventilconvettori nell'ala "Ex Cassoni".

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione esistente è costituito da lampade di varia tipologia, principalmente apparecchi a scarica fluorescente.

Le principali tipologie rilevate, come evidenziato anche negli elaborati grafici allegati, sono le seguenti:

Cod	Tipo	Potenza nominale (W)	Tipologia	Numero
L.01	FL	116	Lampada a scarica fluorescente 2x58W	107
L.02	FL	72	Lampada a scarica fluorescente 1x36W	61
L.03	ALO	60	Lampada incandescente alogena a parete 60 W	44
L.04	ALO	60	Lampada incandescente alogena a parete 60 W	2
L.05	CDM	100	Proiettore alogeno a ioduri metallici a bassa pressione (100 W stimati)	1
L.06	FL	72	Lampada a scarica fluorescente 4x18 W	24
L.07	LED	6	Lampada LED a plafone - RGB 6 W	6
L.08	FL	18	Lampada a scarica fluorescente a parete 18W	8
L.09	ALO	480	Lampada alogena incandescente (60 x 8) W	1
L.10	FL	54	Lampada a scarica fluorescente 3x18 W	3
L.11	FLC	15	Lampada a scarica fluorescente compatta - 15 W	6
L.12	FC	22	Lampada a scarica fluorescente circolare - 22 W	20
L.13	ALO	100	Lampada incandescente alogena a parete - 100 W	3
L.14	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	6
L.15	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	8
L.16	HST-DE	70	Proiettore alogeno a ioduri metallici 70 W	6

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO DELL'EDIFICIO

Per la validazione del modello termofisico è stata effettuata un'analisi dei consumi di gas e di elettricità dell'edificio oggetto di analisi. In questo specifico caso la validazione è risultata particolarmente complessa in quanto, pur avendo i dati di consumo forniti dalla committenza non è stato possibile definire in modo preciso gli effettivi consumi di gas ed il reale utilizzo delle caldaie a condensazione.

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.

Di seguito si riporta il confronto tra i consumi effettivi e quelli stimati dal modello termofisico dinamico:

MUNICIPIO DI CODOGNO – VALIDAZIONE MODELLO TERMOFISICO	
Totale consumi 2015 (da fatture energetiche)	32.696 Smc
Totale consumi stimati dal modello termofisico	31.718 Smc
Scarto tra consumi teorici e reali	-3%

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 oltre al fatto che non è stato possibile ipotizzare l'effettivo utilizzo delle caldaie in relazione alle differenti aree dell'edificio in oggetto. 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 termoflussimetrica delle stratigrafie.

In ogni caso, per la finalità della presente diagnosi si ritiene il modello validato.

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 dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento 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 dell'impianto nella stagione invernale
- le temperature e gli orari di utilizzo dell'impianto nella stagione estiva
- le portate di ventilazione
- I carichi interni
- l'umidità

Riscaldamento

01/01-15/04

Raffrescamento

16/04-14/10

Riscaldamento

15/10-31/12

Nome

Riscaldamento

Del

01 gennaio

Al

15 aprile

Modifica

Unità di misura: °C

	Riscaldamento				Raffrescamento				Ventilazione				Carichi interni				Umidità													
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
l	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
m	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
n	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
g	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
v	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
s	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0						
d	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0	-999,0							

Nome: <input type="text" value="Riscaldamento"/>		Dal: <input type="text" value="01 gennaio"/>		Al: <input type="text" value="15 aprile"/>																				
Modifica		Unità di misura: W																						
Riscaldamento		Raffrescamento		Ventilazione		Carichi interni		Umidità																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
l	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0
n	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0
s	0	0	0	0	0	0	0	0	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	5,040	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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.

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 in muratura non coibentata. Le strutture attuali, pur avendo notevoli spessori e quindi una buona inerzia termica sono inefficienti da un punto di vista energetico soprattutto in corrispondenza dei punti nodali come ad esempio i serramenti in cui, soprattutto nell'ala antica si generano numerosi ponti termici e infiltrazioni d'aria.

SERRAMENTI

Ad eccezione delle chiusure trasparenti presenti nell'ala "Ex Cassoni", che mostrano condizioni discrete in relazione all'epoca costruttiva, gli altri serramenti presentano una serie di problematiche:

- Serramenti storici ad arco presentano un telaio ligneo consunto, ferramenta di movimentazione e chiusura gravemente ammalorata.
- Vetri singoli, di minimo spessore, tali da andare in risonanza al transito dei veicoli pesanti
- Vetri che non rispettano alcun requisito di tenuta all'aria

SOLAI E COPERTURE

Per quanto riguarda i solai permangono problematiche di natura strutturale in quanto risultano evidenti inflessioni e fessurazioni dei travetti lignei. Tali strutture rappresentano un punto di debolezza strutturale, ma anche energetico in quanto non coibentati.

IMPIANTI

L'impianto di riscaldamento è a termosifoni di ghisa, con linee di distribuzione a vista derivate dalla rete centralizzata che serve tutto il palazzo municipale. Mancano regolazioni di temperatura ambiente.

L'impianto di climatizzazione estiva è costituito da numerose unità interne evaporanti, che risultano essere non coeve. Sono inoltre rinvenibili bocchette di un vetusto impianto di ventilazione, che appare del tutto in disuso.

ILLUMINAZIONE

A fronte della situazione di stato di fatto descritta in precedenza si evince come le situazioni su cui intervenire siano la necessità di uniformare al requisito normativo tutti gli ambienti destinati ad uffici e al contempo, ove

possibile, attuare un efficientamento delle potenze installate grazie all'utilizzo di apparecchiature a LED di nuova generazione.

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

Nello specifico sono stati analizzati i seguenti interventi:

- Coibentazione involucro – Opachi verticali e orizzontali
- Sostituzione dei serramenti
- Intervento su una porzione di edificio – Indicazioni della committenza
- Sostituzione caldaie a condensazione e terminali di emissione con nuova termoregolazione



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 ipotizzato un prezzo medio del gas pari a 1,01 €/Smc ed un prezzo medio dell'energia elettrica pari a 0,19 €/kWh.

Si sottolinea che il costo del gas è stato calcolato in base al consuntivo fornito dalla committenza in cui risultano consumati 325 MWh (equivalenti a 32.696 mc) di gas metano a fronte di un impegno economico pari a 33.189 €. Sebbene i calcoli siano stati effettuati utilizzando tale valore unitario del gas si ritiene necessaria un'indagine approfondita a causa del costo apparentemente troppo elevato.

Tale costo è stato stimato sulla base di dati medi forniti nelle fatture energetiche. Si segnala in ogni caso che dalla committenza è stata fornita una sola fattura energetica per tipologia di combustibile.

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 prezziari 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 del 10% per tenere conto delle spese accessorie professionali ad esso connesse.

Sui costi l'IVA è stata calcolata sulla base delle agevolazioni fiscali previste dalla normativa:

- IVA agevolata al 10% sulla manodopera
- IVA agevolata al 10% sulla quota di beni significativi pari alla differenza fra il costo totale dell'opera e quello dei beni stessi: indicativamente una quota pari alla manodopera.
- IVA al 22% sul rimanente valore dei beni significativi
- IVA al 22% per le prestazioni professionali connesse all'opera
- IVA al 10% per l'introduzione di solare termico e fotovoltaico

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

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.

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

INTERVENTO IM 1: CAPPOTTO INTERNO – COIBENTAZIONE SOLAI DI COPERTURA/CONTROTERRA

L'intervento prevede due interventi complementari che interessano l'involucro opaco sia verticale che orizzontale:

- **Cappotto interno** – si prevede di coibentare l'involucro opaco attraverso l'impiego di isolante termico in lana di roccia. In particolare è stata effettuata la simulazione di un intervento di coibentazione con cappotto interno, a causa del forte impatto estetico della struttura, introducendo un isolante in lana di roccia da **12 cm** di spessore con conducibilità pari a 0,033 W/mK e **14 cm** in corrispondenza delle chiusure opache sottofinestra. Si prevede inoltre che l'isolante venga posto in opera tramite controparete a secco opportunamente realizzata con montanti in lamiera metallica e tamponamento in cartongesso. La scelta della lana di roccia nasce dalla sua classe di infiammabilità che la rende un materiale di buon utilizzo in situazioni in cui è preferibile garantire elevate prestazioni di prevenzione incendio.

Come già ricordato in precedenza questa valutazione analizza esclusivamente dal punto di vista termico tale soluzione. Nel caso dovesse essere intrapresa tale riqualificazione sarà necessario valutare anche tutti gli altri aspetti (paesaggistici, acustici, normativi etc....) al fine di redigere un progetto di dettaglio.

Tale soluzione risulta particolarmente svantaggiosa rispetto ad un isolamento a cappotto esterno in quanto non potrà essere mantenuta la continuità di isolamento termico nei punti nodali oltre a dover accettare una riduzione degli spazi netti interni. In tale simulazione si reputano le discontinuità risolte attraverso opportune premesse progettuali, come ad esempio il prolungamento dell'isolamento termico all'interno dei controsoffitti per una lunghezza pari ad almeno 50 cm. Tali accortezze progettuali ridurrebbero notevolmente l'incidenza dei ponti termici.

Laddove necessario è stata prevista l'applicazione di una barriera al vapore in polietilene che evitasse la formazione di condensa interstiziale.

Ulimite = 0,23 W/mqK

- **Coibentazione solaio sottotetto** – Al fine di ridurre le dispersioni termiche si prevede di realizzare uno strato coibente all'estradosso dell'ultimo solaio tramite l'impiego, anche in questo caso, di lana di roccia da **12/14 cm** di conducibilità pari a 0,035 W/mK.

Ulimite = 0,25 W/mqK

- **Isolamento solaio controterra** – Coibentazione mediante feltro in lana di roccia nel plenum del pavimento galleggiante, sp. **12 cm** di conducibilità pari a 0,036 W/mK.

Ulimite = 0,25 W/mqK

FABBISOGNO TERMICO ESTIVO-INVERNALE

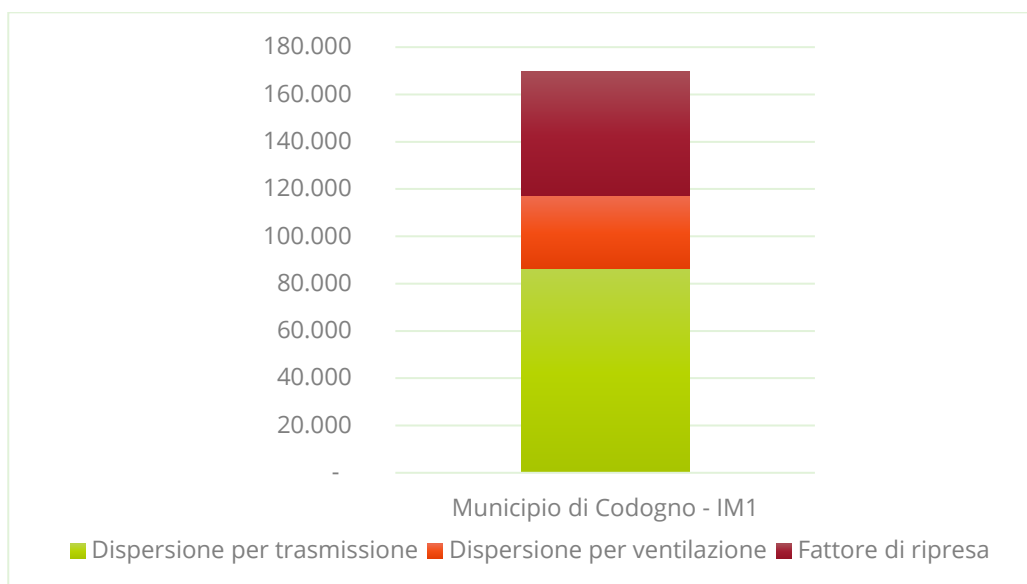
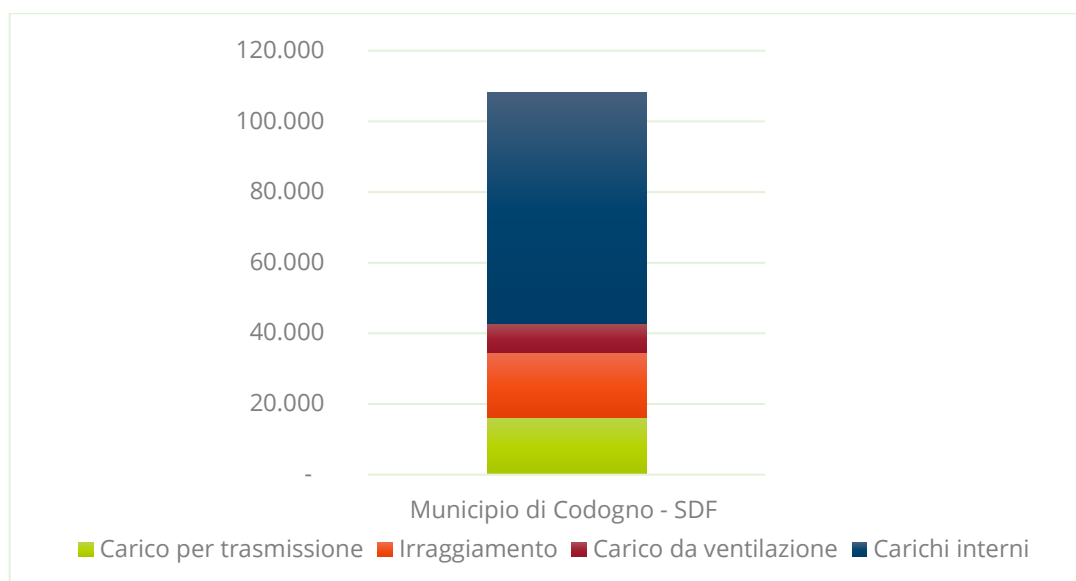


FIGURA 12 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE - IM1 (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo post intervento risulta essere pari a **170 kW**.

Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.


FIGURA 13 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO - IM1 (WATT)

Il fabbisogno termico estivo post intervento complessivo risulta essere pari a **108 kW**.

Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Riduzione dei consumi di gas pari al 69%.

Per la valutazione economica sono stati utilizzati i prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 74.000€.

L'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 498.010
INCENTIVI	€ 233.747
RISPARMIO BOLLETTA	€ 20.317
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 189.519
PAYBACK TIME	15 anni
IP	1,4

Tale intervento non risulta particolarmente vantaggioso in termini economici e di payback time sebbene rappresenti un buon investimento in termini di riduzione di consumi ed emissioni oltre che una soluzione molto utile per il comfort interno alla struttura.

INTERVENTO IM 2: SOSTITUZIONE SERRAMENTI

L'intervento prevede la sostituzione di tutti i serramenti con elementi di nuova tecnologia con trasmittanza termica pari a 1.3 W/mqK. Serramenti di tale prestazione presentano i requisiti necessari per l'accesso al Conto Termico 2.0 per una quota pari al 40% del costo se realizzati singolarmente e pari al 55% se realizzati contestualmente alla riqualificazione delle strutture opache e dell'impianto termico.

FABBISOGNO TERMICO ESTIVO-INVERNALE

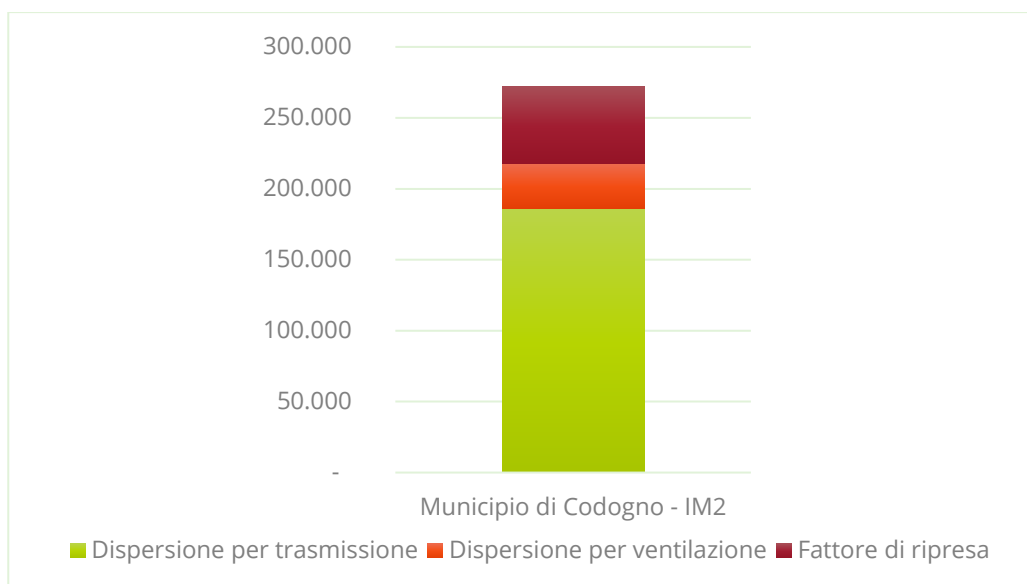


FIGURA 14 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE – IM2 (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo post intervento risulta essere pari a **272 kW**. Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Riduzione dei consumi di gas pari al 3%.

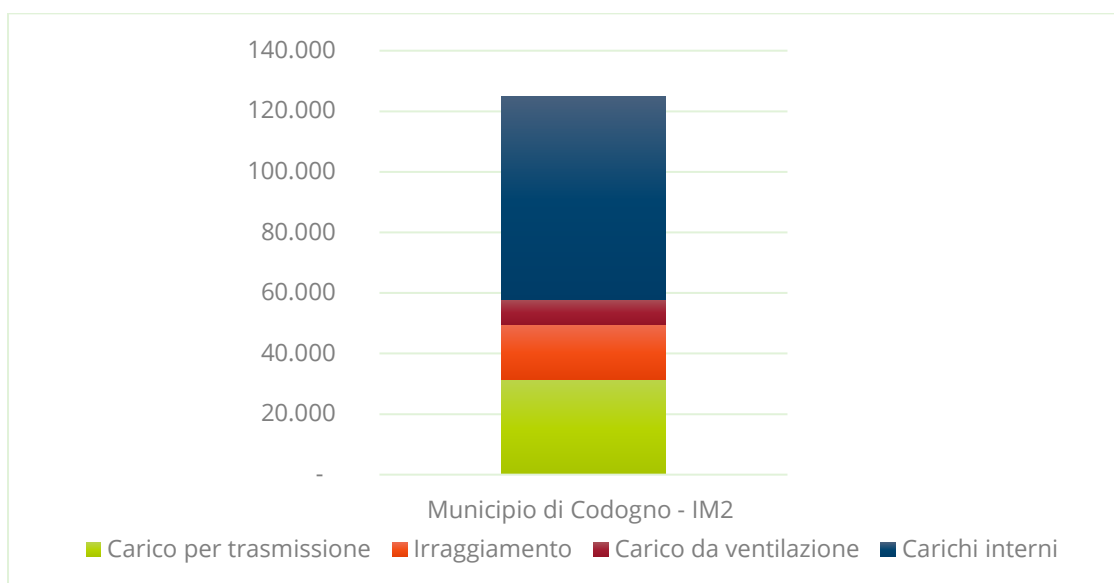


FIGURA 15 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO – IM2 (WATT)

Il fabbisogno termico estivo post intervento complessivo risulta essere pari a **124 kW**.
 Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Per la valutazione economica sono stati utilizzati prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 30.000€.

Anche l'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 40% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico e sugli opachi.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM2
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 204.772
INCENTIVI	€ 63.299
RISPARMIO BOLLETTA	€ 1.023
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	-
PAYBACK TIME	> 26 anni
IP	0,4

INTERVENTO IM1 - IM2

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1-IM2
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 702.781
INCENTIVI	€ 297.046
RISPARMIO BOLLETTA	€ 22.190
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 86.990
PAYBACK TIME	21
IP	1,1

INTERVENTO IM 3: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA PORZIONE DI EDIFICIO PIANO TERRA

Tale scenario, già ipotizzato dall'amministrazione comunale, prevede di intervenire a livello di prestazionale energetica solamente su una porzione di edificio posta al piano terra come si evince dalla "Keyplan" seguente:



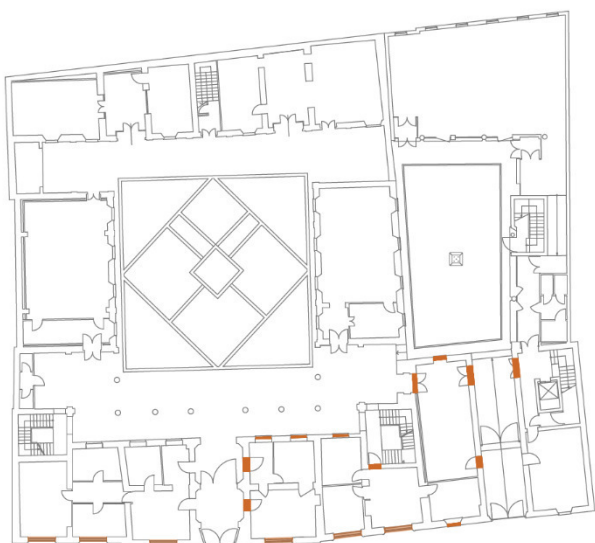
La porzione in oggetto di riqualificazione riguarda solamente l'8% della volumetria complessiva.
Tale riqualificazione prevede i seguenti interventi:

- Interventi di coibentazione delle componenti opache e trasparenti tramite sistemi di isolamento in controparete interna.
- Sostituzione completa dei serramenti o efficientamento dei serramenti storici mediante vetrocamere termo-fono isolanti.
- Distacco dall'impianto di riscaldamento centralizzato, attualmente caratterizzato da due caldaie a condensazione alimentate a gas.
- Installazione di generatore in Pompa di Calore ad alta efficienza del tipo ad espansione diretta di gas refrigerante.
- Installazione di un sistema di emissione e relativa distribuzione coibentata con ventilconvettori pensili ad incasso in controplafone del tipo "Cassette a 4 vie", operanti sia in estate che in inverno.
- Installazione di un nuovo impianto di ventilazione meccanica controllata con recuperatori di calore ad altissima efficienza.
- Installazione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente per singoli locali serviti dal nuovo impianto ad espansione diretta.

Sostituzione serramenti

L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti indicati nella planimetria seguente. In particolare si prevede la sostituzione dei serramenti della Ex Sala Matrimoni con nuovi serramenti in alluminio a taglio termico e vetrata termo-fonoisolante. Viene inoltre simulata la sostituzione dei serramenti lignei in vetro singolo con vetrocamera.

L'intervento prevede la sostituzione di tali serramenti con elementi di nuova tecnologia con trasmittanza termica pari a 1.3 W/mqK. Serramenti di tale prestazione presentano i requisiti necessari per l'accesso al Conto Termico 2.0 per una quota pari al 40% del costo se realizzati singolarmente e pari al 55% se realizzati contestualmente alla riqualificazione delle strutture opache e dell'impianto termico.



Coibentazione chiusure verticali e orizzontali

L'intervento prevede due interventi complementari che interessano l'involucro opaco sia verticale che orizzontale:

Cappotto interno – si prevede di coibentare l'involucro opaco attraverso l'impiego di isolante termico in fibra di vetro su indicazione della committenza. In particolare è stata effettuata la simulazione di un intervento di coibentazione con cappotto interno, a causa del forte impatto estetico della struttura, introducendo un isolante in fibra di vetro da **12 cm** di spessore con conducibilità pari a $0,034 \text{ W/mK}$ e **14 cm** in corrispondenza delle chiusure opache sottofinestra. Si prevede inoltre che l'isolante venga posto in opera tramite controparete a secco opportunamente realizzata con montanti in lamiera metallica e tamponamento in cartongesso.

Come già ricordato in precedenza questa valutazione analizza esclusivamente dal punto di vista termico tale soluzione. Si rimanda alle relazioni di progetto per tutti gli altri aspetti (paesaggistici, acustici, normativi etc....).

Tale soluzione risulta particolarmente svantaggiosa rispetto ad un isolamento a cappotto esterno in quanto non potrà essere mantenuta la continuità di isolamento termico nei punti nodali oltre a dover accettare una riduzione degli spazi netti interni. In tale simulazione si reputano le discontinuità risolte attraverso opportune premesse progettuali, come ad esempio il prolungamento dell'isolamento termico all'interno dei controsoffitti per una lunghezza pari ad almeno 50 cm o la realizzazione di un innesto tra i serramenti e la parete previsto, posando in opera nell'imbotte interna dei vani porta e vani finestra rivolti verso l'esterno, un rivestimento micro-spessore con resina nanotecnologica.. Tali accortezze progettuali ridurrebbero notevolmente l'incidenza dei ponti termici.

Laddove necessario è stata prevista l'applicazione di una barriera al vapore in polietilene che evitasse la formazione di condensa interstiziale.

Ulimite = $0,23 \text{ W/mqK}$

- **Isolamento solaio controterra** – Coibentazione mediante feltro in lana di roccia nel plenum del pavimento galleggiante, sp. **12 cm** di conducibilità pari a $0,036 \text{ W/mK}$.

Ulimite = $0,25 \text{ W/mqK}$

- **Isolamento solaio su portico** – Isolamento solai affacciati verso esterno mediante posa di feltro in lana minerale nel plenum del nuovo controplafone da realizzare all'intradosso degli impalcati rinforzati. Ulimite = $0,25 \text{ W/mqK}$

Ulimite = $0,25 \text{ W/mqK}$

Sostituzione impianto di riscaldamento e raffrescamento

L'intervento prevede il distacco dalla centrale termica esistente costituita da due caldaie a condensazione alimentate a gas metano di potenza complessiva pari a 380,2 kW di potenza termica nominale. Viene poi simulata l'installazione di un generatore a Pompa di Calore, di cui di seguito vengono fornite le specifiche, ad altissima efficienza del tipo ad espansione diretta. Tale impianto consentirà il soddisfacimento sia dei fabbisogni invernali che di quelli estivi.

POMPA DI CALORE ELETTRICA AD ESPANSIONE DIRETTA	
Tipo di pompa di calore	Aria-Aria
Potenza termica utile di riscaldamento	25 kW
Potenza frigorifera	22,4 kW
Potenza elettrica assorbita	5,80 kW
Coefficiente di prestazione (COP)	4,31
Indice di efficienza energetica (EER)	3,66

Sostituzione terminali di emissione

La porzione di edificio in oggetto presenta dei terminali del tipo a radiatori o split ormai vetusti e non dotati di alcuna termoregolazione. Si ipotizza quindi di sostituirli con 8 ventilconvettori ad espansione diretta tipo "Cassette a 4 vie" e complessivamente saranno erogati:

- Potenza termica nominale: 21.900 W
- Potenza frigorifera nominale: 19.400 W
- Potenza elettrica nominale: 315 W

Installazione di impianto di ventilazione meccanica controllata

Si prevede l'installazione di 2 unità di ventilazione con recuperatore a flussi incrociati di portata massima pari a 600 mc/h cadauno.

IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA	
Portata massima	600 mc/h
Numero unità	2
Potenza assorbita	350 W
Efficienza recuperatore	0,87

FABBISOGNO TERMICO ESTIVO-INVERNALE

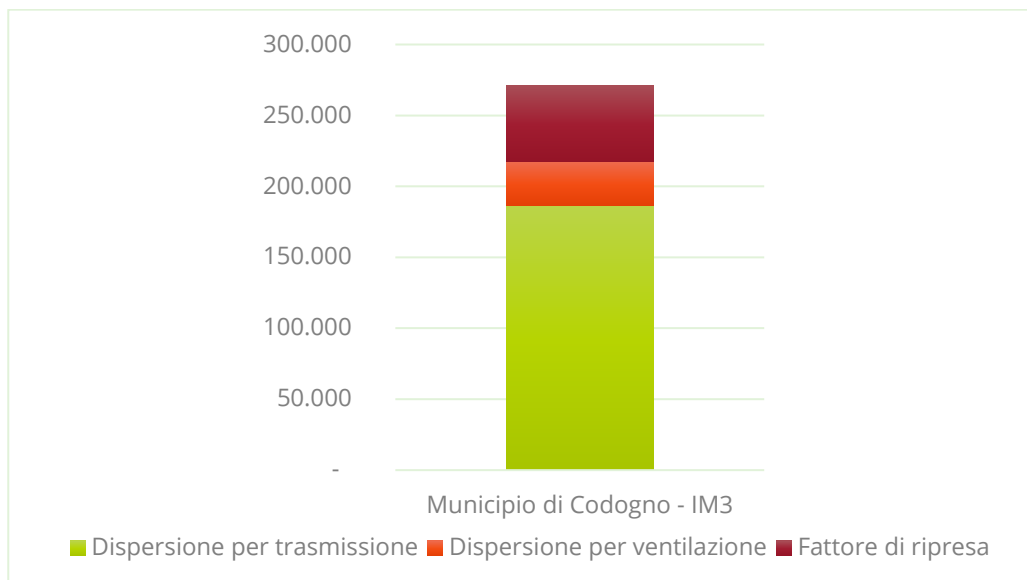


FIGURA 16 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE – IM3 (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo post intervento risulta essere pari a **271 kW**.
 Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

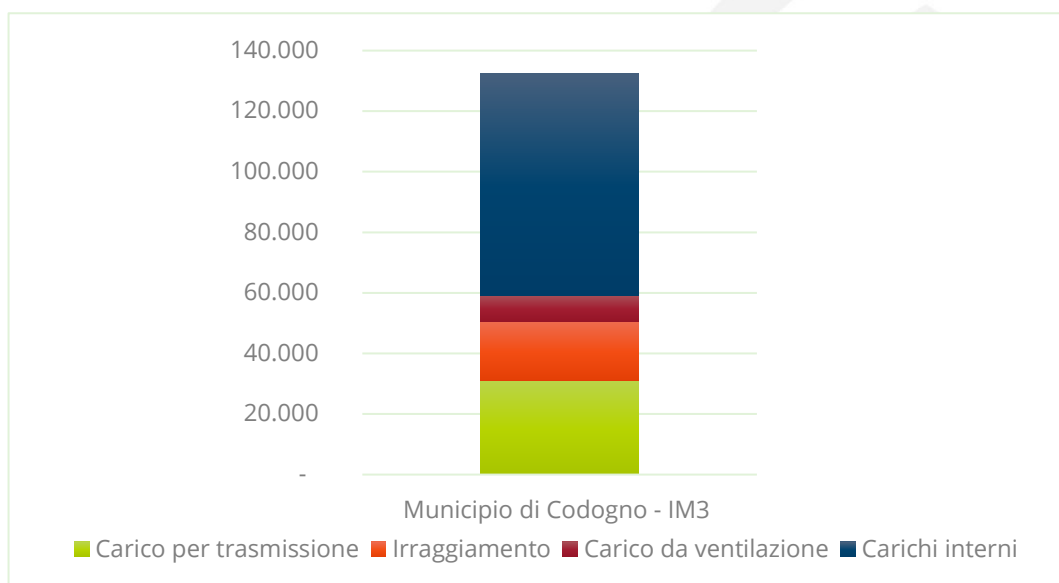


FIGURA 17 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO – IM3 (WATT)

Il fabbisogno termico estivo post intervento complessivo risulta essere pari a **132 kW**.
 Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Riduzione dei consumi di gas pari all' 8%, sebbene si registri un aumento di consumi di energia elettrica pari al 15%

Per la valutazione economica sono stati utilizzati i prezzi riportati nel computo metrico estimativo fornito dalla committenza ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 25.000€.
 Anche l'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico.

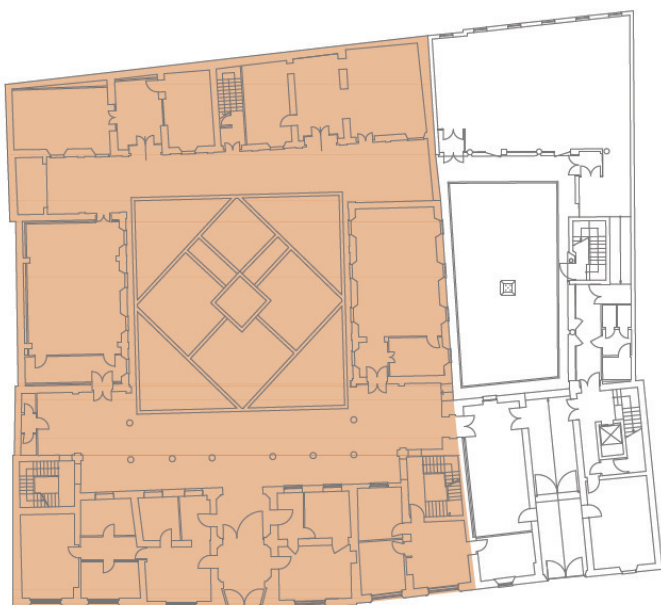
DESCRIZIONE INTERVENTO	IM3
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 171.458
INCENTIVI	€ 41.878
RISPARMIO BOLLETTA	€ 962
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	-
PAYBACK TIME	> 26 anni
IP	0,3



INTERVENTO IM 4: SOSTITUZIONE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

L'intervento prevede la sostituzione della centrale termica esistente costituita da due caldaie a condensazione alimentate a gas metano di potenza complessiva pari a 380,2 kW.

Viene simulata l'installazione di un generatore a Pompa di Calore, di cui di seguito vengono fornite le specifiche, ad altissima efficienza. Tale impianto consentirà il soddisfacimento sia dei fabbisogni invernali che di quelli estivi relativi l'ala storica indicata.



POMPA DI CALORE ELETTRICA	
Tipo di pompa di calore	Aria-Acqua – NRK-HE 0650 Armec
Numero di macchine	2
Potenza termica utile di riscaldamento	156 kW
Potenza frigorifera	130,5 kW
Coefficiente di prestazione (COP)	3,42
Indice di efficienza energetica (EER)	2,64

Sostituzione terminali di emissione

La porzione di edificio in oggetto presenta dei terminali del tipo a radiatori o split ormai vetusti e non dotati di alcuna termoregolazione. Si ipotizza quindi di sostituirli con ventilconvettori a parete

Riduzione dei consumi di gas pari al 100%, sebbene si registri un aumento di consumi di energia elettrica

Per la valutazione economica sono stati utilizzati i prezzi riportati nel computo metrico estimativo fornito dalla committenza ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 46.000€.

Anche l'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM3
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 310.560
INCENTIVI	€ 90.018
RISPARMIO BOLLETTA	-
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 101.492
PAYBACK TIME	> 26 anni
IP	0,1

L'intervento non presenta un tempo di ritorno significativo in quanto l'attuale impianto termico non presenta rendimenti particolarmente bassi. Va tenuto conto però che l'attuale impianto termico non è nuovissimo. Tale ipotesi può quindi essere proficuamente rivalutata quando sarà necessario procedere alla sostituzione dello stesso.



Sono stati poi valutati degli interventi migliorativi parziali partendo da quelli già precedentemente indicati:

INTERVENTO IM1-A / COIBENTAZIONE SOLAIO SOTTOTETTO

Coibentazione solaio sottotetto – Al fine di ridurre le dispersioni termiche si prevede di realizzare uno strato coibente all'estradosso dell'ultimo solaio tramite l'impiego, anche in questo caso, di lana di roccia da **12/14 cm** di conducibilità pari a 0,035 W/mK.

Ulimite = 0,25 W/mqK

FABBISOGNO TERMICO ESTIVO-INVERNALE

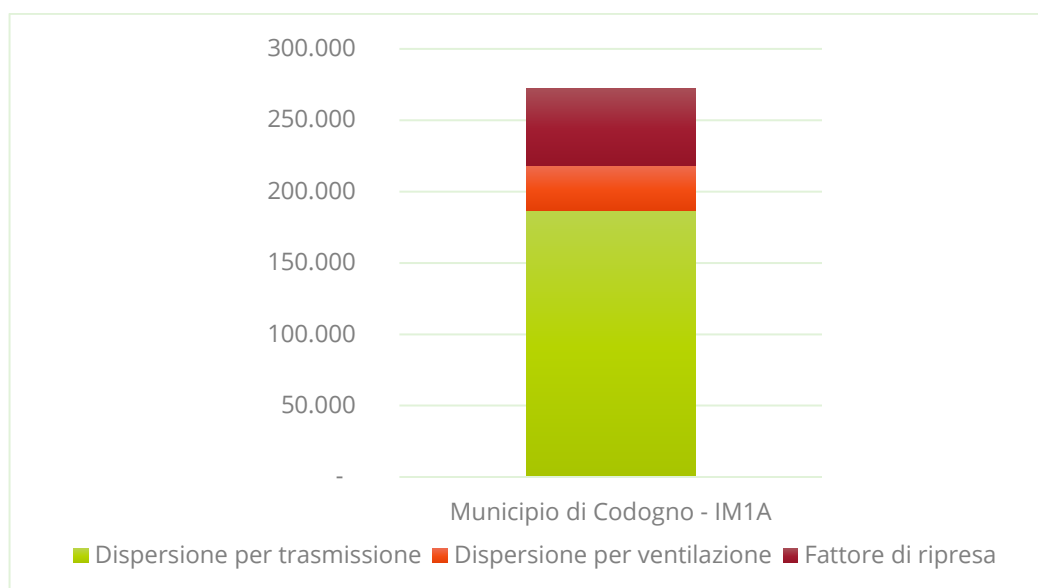


FIGURA 18 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE – IM1A (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo post intervento risulta essere pari a **272 kW**.

Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

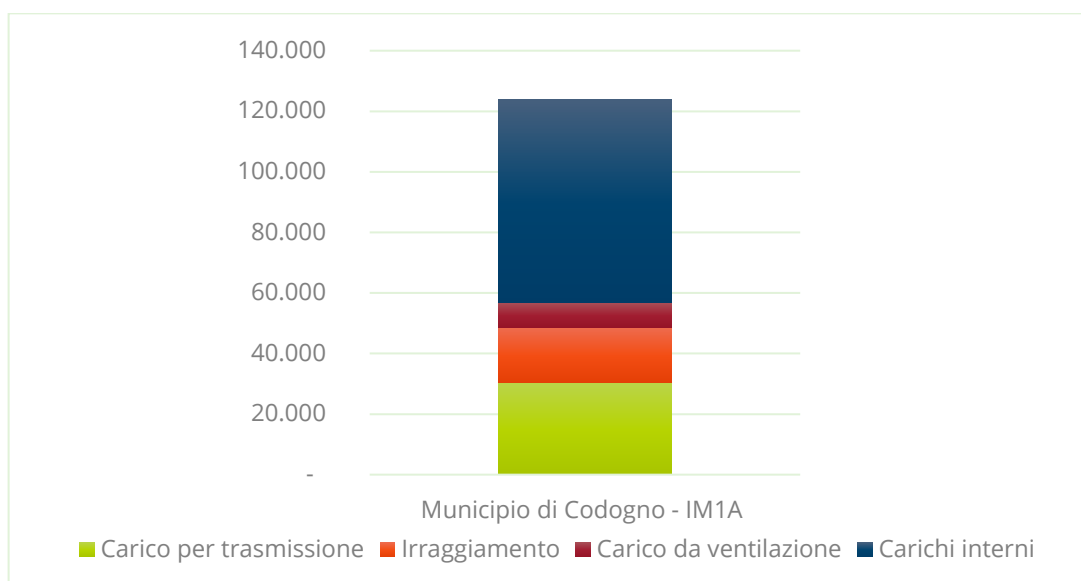


FIGURA 19 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO – IM1A (WATT)

Il fabbisogno termico estivo post intervento complessivo risulta essere pari a **123 kW**.
 Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Riduzione dei consumi di gas pari al 31%

Per la valutazione economica sono stati utilizzati i prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 15.000€.

Anche l'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1-A
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 98.913
INCENTIVI	€ 49.457
RISPARMIO BOLLETTA	€ 9.380
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 162.708
PAYBACK TIME	6
IP	2,6

INTERVENTO IM1-B / CAPPOTTO INTERNO

Cappotto interno – si prevede di coibentare l'involucro opaco attraverso l'impiego di isolante termico in fibra di vetro su indicazione della committenza. In particolare, è stata effettuata la simulazione di un intervento di coibentazione con cappotto interno, a causa del forte impatto estetico della struttura, introducendo un isolante in fibra di vetro da **12 cm** di spessore con conducibilità pari a 0,034 W/mK e **14 cm** in corrispondenza delle chiusure opache sottofinestra. Si prevede inoltre che l'isolante venga posto in opera tramite controparete a secco opportunamente realizzata con montanti in lamiera metallica e tamponamento in cartongesso.

Come già ricordato in precedenza questa valutazione analizza esclusivamente dal punto di vista termico tale soluzione. Nel caso dovesse essere intrapresa tale riqualificazione sarà necessario valutare anche tutti gli altri aspetti (paesaggistici, acustici, normativi etc.....) al fine di redigere un progetto di dettaglio.

Tale soluzione risulta particolarmente svantaggiosa rispetto ad un isolamento a cappotto esterno in quanto non potrà essere mantenuta la continuità di isolamento termico nei punti nodali oltre a dover accettare una riduzione degli spazi netti interni. In tale simulazione si reputano le discontinuità risolte attraverso opportune premesse progettuali, come ad esempio il prolungamento dell'isolamento termico all'interno dei controsoffitti per una lunghezza pari ad almeno 50 cm o la realizzazione di un innesto tra i serramenti e la parete previsto, posando in opera nell'imbotte interna dei vani porta e vani finestra rivolti verso l'esterno, un rivestimento micro-spessore con resina nanotecnologica. Tali accortezze progettuali ridurrebbero notevolmente l'incidenza dei ponti termici.

Laddove necessario è stata prevista l'applicazione di una barriera al vapore in polietilene che evitasse la formazione di condensa interstiziale.

Ulimite = 0,23 W/mqK



FABBISOGNO TERMICO ESTIVO-INVERNALE

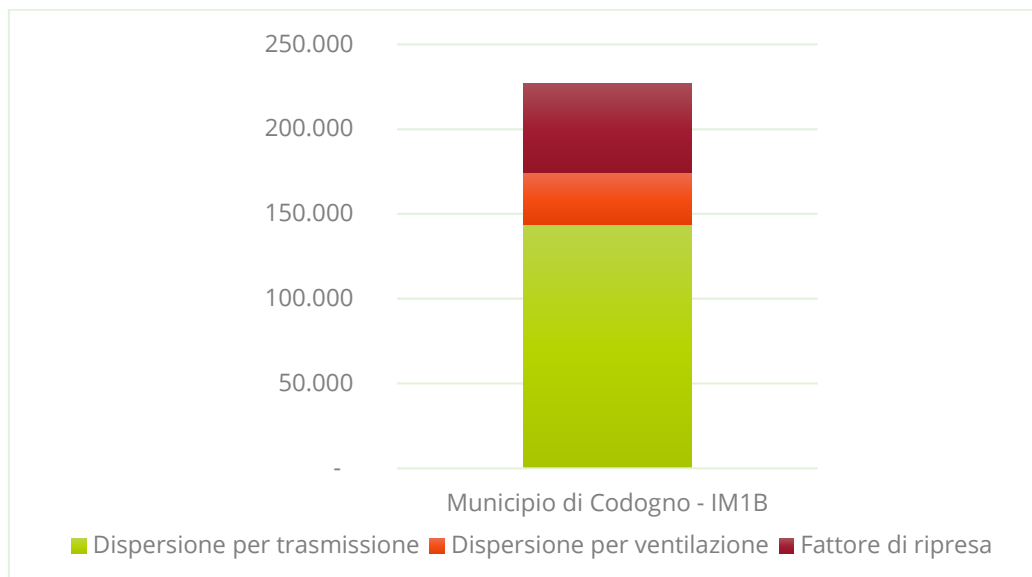


FIGURA 20 FABBISOGNO TERMICO INVERNALE – IM1B (WATT)

Il fabbisogno termico invernale complessivo post intervento risulta essere pari a **227 kW**.
 Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

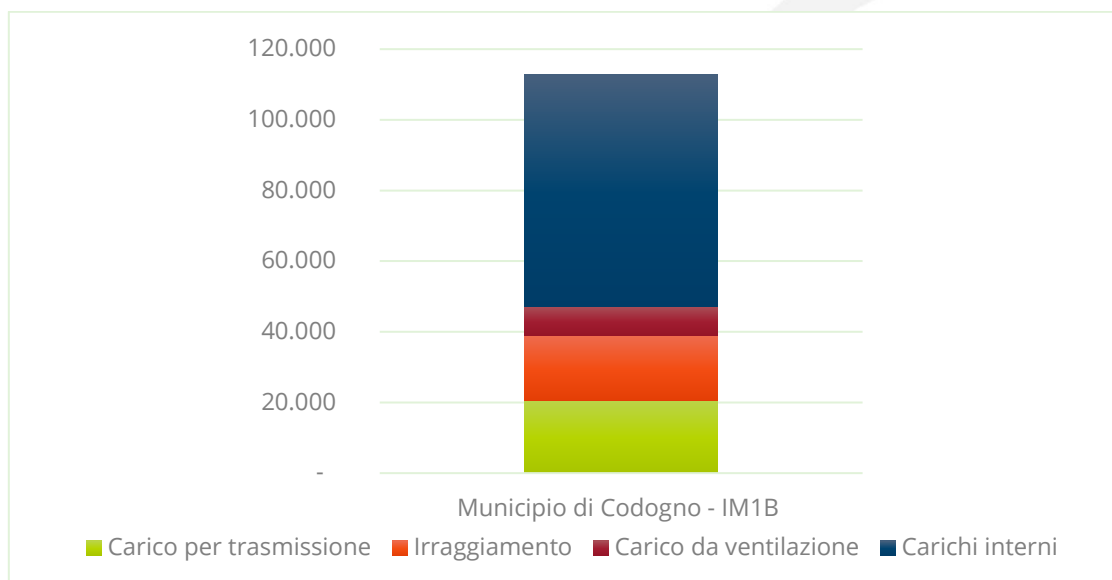


FIGURA 21 FABBISOGNO TERMICO ESTIVO – IM1B (WATT)

Il fabbisogno termico estivo post intervento complessivo risulta essere pari a **112 kW**.

Il fabbisogno è stato calcolato suddividendo l'edificio per zone termiche.

Riduzione dei consumi di gas pari al 20%

Per la valutazione economica sono stati utilizzati prezzi standardizzati ai quali sono stati sommati i contributi di progettazione, pari al 10%, e l'IVA pari a 34.000€.

Anche l'intervento in oggetto per la pubblica amministrazione prevede l'accesso al Conto Termico 2.0 per una percentuale pari al 50% se realizzato come intervento singolo o al 55% se realizzato contestualmente alla riqualificazione dell'impianto termico.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1-B
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 226.509
INCENTIVI	€ 113.255
RISPARMIO BOLLETTA	€ 6.652
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€ 36.164
PAYBACK TIME	19
IP	1,2

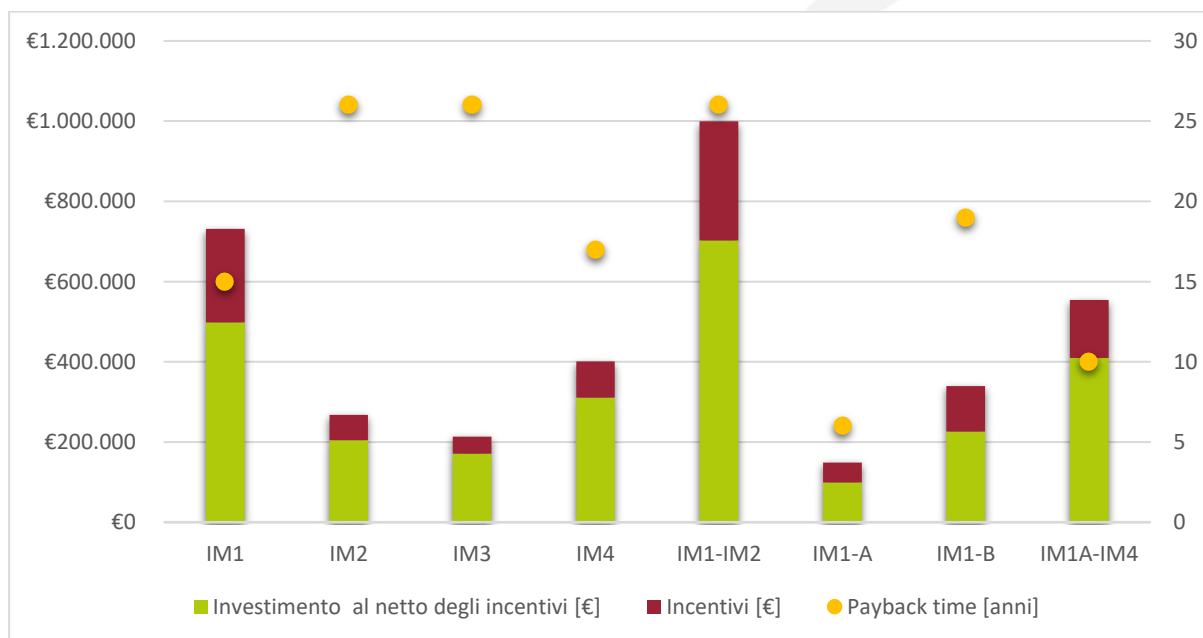
INTERVENTO IM1A – IM4

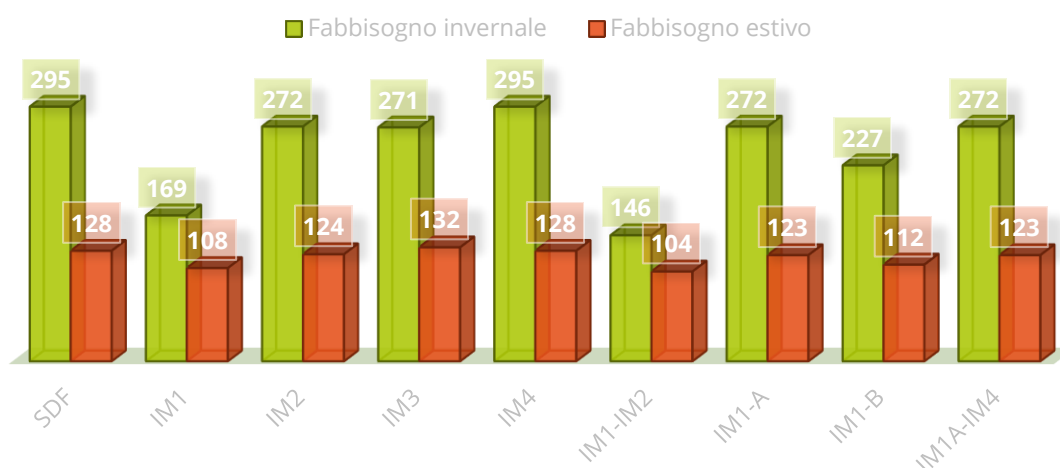
DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1A-IM4
INVESTIMENTO INIZIALE	€ 409.473
INCENTIVI	€ 144.410
RISPARMIO BOLLETTA	€ 31.425
DURATA INVESTIMENTO	25 ANNI
VAN	€444.956
PAYBACK TIME	10 anni
IP	2,1

CONFRONTO INTERVENTI MIGLIORATIVI

DESCRIZIONE INTERVENTO	SDF	IM1	IM2	IM3	IM4	IM1- IM2	IM1-A	IM1-B	IM1A-IM4
	Stato di fatto	Involucro opaco	Involucro trasparente	Porzione piano terra	Sostituzione impianto ala "storica"		Coibentazione sottotetto	Cappotto interno	
Fabbisogno Invernale	295 kW	169 kW	272 kW	271 kW	295 kW	146 kW	272 kW	227 kW	272 kW
Fabbisogno Estivo	128 kW	108 kW	124 kW	132 kW	128 kW	104 kW	123 kW	112 kW	123 kW
Riduzione Consumi gas	-	69 %	3 %	8 %	100 %	77 %	31%	20%	100 %
Risparmio fattura*	-	20.317 €	1.023 €	962 €	16.461 €	9.786 €	4.335 €	6.652 €	31.425 €
Investimento	-	498.010 €	204.772 €	171.458 €	310.560 €	702.781 €	98.913 €	226.509 €	409.473 €
Incentivo	-	233.747 €	63.299 €	41.878 €	90.018 €	297.046 €	49.457 €	113.255 €	144.410 €
Payback time	-	15 anni	> 26 anni	> 26 anni	17 anni	> 26 anni	6 anni	19 anni	10 anni

*La valutazione del risparmio economico è riferita sia alla fattura di energia elettrica che di gas metano. Di conseguenza nel caso in cui venisse rimossa l'intera centrale termica e quindi eliminati i consumi e i costi di gas si avrà ovviamente un aumento dei costi di energia elettrica. Ogni intervento ha come obiettivo quello di migliorare le prestazioni energetiche non sempre a fronte di un risparmio economico.





Dall'analisi si evince che, previa valutazione dell'effettivo costo del gas, più di un intervento risulta economicamente interessante a fronte di una sostanziale riduzione dei consumi. In particolare l'intervento IM4 potrebbe rappresentare un buon investimento. Inoltre si è riscontrato che intervenire sull'involucro complessivo (IM1), per quanto vantaggioso in termini di riduzione di consumi, rappresenta un impegno economico rilevante, mentre risulta maggiormente sostenibile intervenire solamente su porzioni di involucro opaco come ad esempio lo scenario IM1A, che prevede la sola coibentazione del solaio disperdente sul sottotetto. Per quanto riguarda la sostituzione dei serramenti, come spesso accade, essa rappresenta un impegno economico troppo elevato a fronte della riduzione complessiva dei consumi energetici.

Per quanto riguarda l'intervento IM3, con indicazioni dirette da parte della committenza, non rappresenta certamente un ottimo investimento in termini di riduzione dei consumi, ma va ricordato che la finalità principale di tale ipotesi progettuale non sono di carattere energetico, bensì funzionale e strutturale.

Si potrebbe poi pensare alla combinazione di più interventi economicamente vantaggiosi da valutare in fase progettuale con la committenza, che permettono di accedere ad una percentuale di incentivo maggiore per quanto riguarda l'involucro opaco e trasparente.

ELENCO ALLEGATI

CODICE	DESCRIZIONE
72.18.19.D.ENE.TAV.001.0	Pianta piano terra, abaco chiusure opache/trasparenti – abaco emissioni e illuminazioni – individuazione zone termiche
72.18.19.D.ENE.TAV.002.0	Pianta piano primo, abaco chiusure opache/trasparenti – abaco emissioni e illuminazioni – individuazione zone termiche
72.18.19.D.ENE.TAV.003.0	Pianta piano secondo e terzo, abaco opachi verticali, orizzontali, serramenti, illuminazioni, emissioni e zone termiche
72.18.19.D.ENE.TAV.004.0	Prospetti e sezioni – abaco chiusure opache orizzontali

