

DIAGNOSI ENERGETICA

-MUNICIPIO-

Relazione di diagnosi energetica
Redatta ai sensi norma UNI CEI EN 16247

Committente: Comune di Gazzola (PC)

Soggetto incaricato: Arch. Tommaso Caenaro – EGE _ 194-C certificato TUV
Iscritto ordine degli Architetti della Provincia di Parma al n. 1.160

Parma (PR), Maggio 2018

IL PROFESSIONISTA

Arch. Tommaso Caenaro



CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE

1.1 Sintesi ed obiettivi di una diagnosi energetica nel settore civile

La *diagnosi energetica* ai sensi della Dlgs 102/2014 è una procedura sistematica volta a fornire una panoramica dei consumi energetici dell'utenza oggetto dello studio e, contestualmente, verificare, anche in termini economici, i possibili interventi di efficienza energetica per ridurre i fabbisogni energetici dell'edificio.

Gli obiettivi di una diagnosi energetica sono riportati nella norma UNI CEI/EN 16247; in particolare, nell'introduzione, viene ribadita l'importanza della diagnosi energetica ai fini del "*miglioramento dell'efficienza energetica, della riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici; del miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti e dell'eventuale riqualificazione del sistema energetico*".

In quanto procedura sistematica la diagnosi energetica deve possedere i seguenti requisiti:

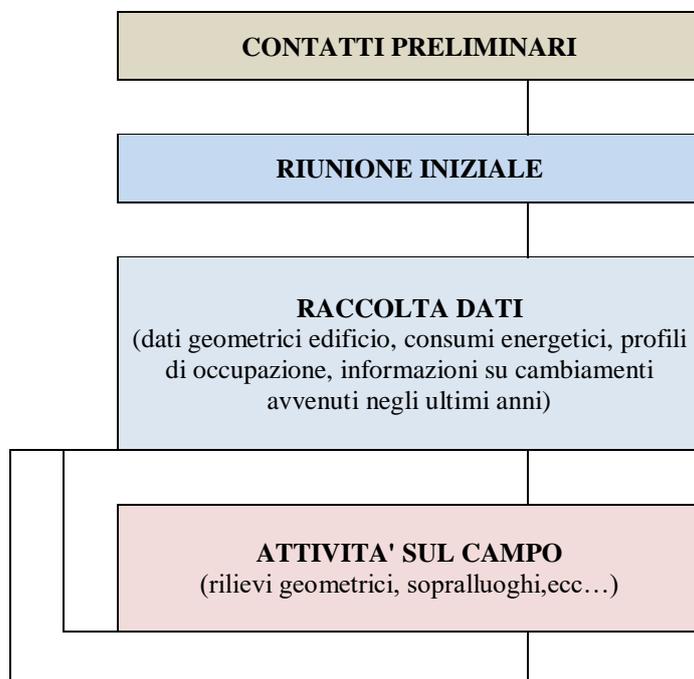
- **Completezza:** definizione del sistema energetico comprensivo degli aspetti energetici significativi;
- **Attendibilità:** acquisizione di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico della diagnosi energetica e sopralluogo del sistema energetico; fatto salvo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

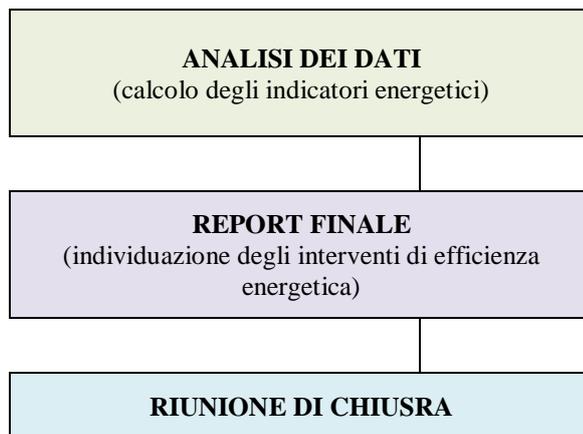
Le opportunità di risparmio energetico e/o miglioramento dell'efficienza energetica derivanti dall'esecuzione della diagnosi energetica devono considerare i vincoli imposti dal committente ed le possibili interferenze con sicurezza, ambiente, qualità, salute e condizioni lavorative.

1.2. Metodo di lavoro

Il metodo di lavoro per l'effettuazione della presente diagnosi energetica è stato impostato applicando la norma UNI CEI EN 16247-2, con l'obiettivo di effettuare una diagnosi energetica definita leggera, ai sensi del punto C.4 della Norma UNI CEI EN 16247-2.

Innanzitutto si è partiti da un primo contatto con il committente, dove si sono definiti gli obiettivi di massima e gli impegni di entrambe le parti. Una volta definito il disciplinare d'incarico e gli obiettivi, sono state svolte le seguenti prestazioni:





1.3. Descrizione del modello di calcolo

Il software utilizzato per calcolare le prestazioni energetiche del Municipio del Comune di Gazzola (PC) è : Namirial Termo 4.3.

La normativa di calcolo è la normativa della Regione Emilia Romagna DGR 967/2015 - UNI/TS-11300 parte 1, 2, 3 e 4.

I metodi di calcolo utilizzato sono:

Scambi con il terreno:	Analitico – UNI EN ISO 13370
Capacità termica	Analitico – UNI EN ISO 13786
Carichi estivi	Nessuno

1.4. Documentazione disponibile

Di seguito è riportato l'elenco della documentazione messa a disposizione dall'amministrazione comunale che riguarda le caratteristiche tecniche del sistema edificio impianto dell'edificio oggetto di diagnosi energetica.

Sottosistema Involucro

Inquadramento territoriale

- Planimetria con inquadramento territoriale dell'edificio dal quale sia possibile definire gli orientamenti ed il contesto territoriale circostante

Elaborati grafici

- Piante
- Prospetti
- Sezioni

Sottosistema Impianto

Impianto di climatizzazione invernale

- Libretto di centrale (consultato nella fase di audit in centrale termica)

La documentazione disponibile non è risultata sufficiente per eseguire la diagnosi energetica in modo completo, per questo si è reso necessario un sopralluogo dettagliato per effettuare rilievi strumentali e fotografici.

1.5. Riferimenti auditor

L'auditor della Diagnosi Energetica dell'edificio in oggetto è l'arch. Tommaso Caenaro, Esperto in Gestione dell'Energia certificato n°EGE_194-C certificato TUV.

Il tecnico di cui sopra è esperto nella progettazione e la riqualificazione energetica degli edifici e degli impianti ad essi asserviti, quindi è in grado di coprire scopo e complessità ed accuratezza della diagnosi.

Il referente tecnico della committenza è stato:

- Geom. Gianformaggio – Responsabile ufficio tecnico Comune di Gazzola

1.6. Sopralluogo edificio

Il sopralluogo è stato effettuato il 13 novembre 2015 in un'unica data, ed è stato effettuato da:

- Arch. Tommaso Caenaro
- Ing. Alessandro Rossi

Nel corso della visita sono state esaminate le caratteristiche tecniche del sistema edificio-impianto. La visita è durata circa 120 minuti ed ha dato modo di confrontarsi con i fruitori dell'edificio e capire direttamente dagli utenti finali quali siano le criticità dell'edificio in termini funzionali ed energetici.

CAPITOLO 2 – DATI DI BASE DELL'EDIFICIO

2.1 Descrizione generale

La sede Municipale, fa parte di un grosso complesso edilizio che comprende, oltre che la sede del comune con i relativi servizi, appartamenti e la biblioteca. L'edificio ha una pianta a corte su due piani, con un cortile centrale da cui si può accedere ad uno scalone che porta all'ingresso degli uffici comunali al piano primo.

La sede comunale è distribuita sul piano terra e sul piano primo, al piano terra ci sono gli ambienti di rappresentanza, come la sala consiliare, mentre al piano primo ci sono gli uffici amministrativi e tecnici.

La distribuzione verticale avviene per mezzo di uno scalone di rappresentanza e da un ascensore. Gli spazi destinati ad ufficio sono posizionati tutti verso ovest, l'orientamento aiuta ad ottimizzare il fabbisogno di luce naturale ed aumentare gli apporti solari interni nel periodo invernale.

Su tutta la pianta dell'edificio si sviluppa, sia un piano interrato, adibito a cantina, deposito e centrale termica, con il solaio inferiore appoggiato direttamente controterra, sia un sottotetto non riscaldato e non praticabile.

Un aspetto assolutamente da sottolineare di questo edificio è la valenza architettonica dello stesso, infatti è un edificio che manifesta nelle facciate ed anche in alcuni dettagli interni, come la già citata sala consiliare ed i soffitti degli uffici e di molti spazi interni, una qualità architettonica da tenere conto nel momento in cui si prenderanno in considerazione interventi di efficienza energetica.

2.2 Informazioni sul sito

Edificio sito in:

Gazzola (PC) - Via Roma n.1Cap: 29010

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n.412:

(E.2) Edificio adibito ad ufficio ed assimilabili

Dati geometrici:

Superficie utile riscaldata	760,00 m ²
Superficie disperdente lorda	3175,5 m ²
Volume lordo riscaldato	5455,0 m ³
Rapporto S/V	0,582 m ⁻¹

- ✓ L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R n.26/04

2.3 Dati climatici

Gradi giorno: 2635 °C

Temperatura minima di progetto: -5,4 °C

Zona climatica: E

Giorni di riscaldamento: 183

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
-0,3	2,0	7,3	11,8	15,9	20,3	22,8	21,9	18,5	12,4	6,5	1,6

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
-0,3	2,0	7,3	11,8	15,9	20,3	22,8	21,9	18,5	12,4	6,5	1,6

Irradianza media mensile (W/m2)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Diretta	2,0	3,9	7,4	11,2	13,6	16,3	18,8	14,6	10,6	5,4	2,3	1,5
Diffusa	2,4	3,5	5,1	6,6	7,7	7,9	7,0	6,5	5,3	4,0	2,6	2,1

Pressione parziale di vapore esterna (Pa)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
577	618	699	944	1.344	1.376	2.183	1.877	1.522	1.266	938	548

2.3 Zone riscaldate

Il modello di calcolo è stato sviluppato tenendo conto di due differenti zone termiche, la prima relativa agli spazi del Municipio al piano terra e piano primo; la seconda relativa alla Biblioteca.

Sono state considerate due differenti zone termiche, perché hanno due sistemi di generazione del calore differenti, due differenti destinazioni d'uso ed il sistema di emissione è indipendente, come vedremo nel capitolo sugli impianti. Il dettaglio delle zone termiche è riportato negli elaborati grafici in allegato.

Di seguito le caratteristiche geometriche delle due zone:

Zona riscaldata 1 – Municipio

Dati geometrici:

Superficie lorda P.T 386mq

Superficie lorda P.1 424mq

Totale 810,0 mq

Area Riscaldata P.T 296mq

Area Riscaldata P.1 324mq

Totale 620,0 mq

Volume lordo P.T 1.891,4 mc

Volume lordo P.1 2.501,6 mc

Totale 4.393,0 mc

Volume netto P.T 1.332 mc

Volume netto	P.1	1.717,2 mc
Totale		3.049,2 mc

Zona riscaldata 2 – Biblioteca

Superficie lorda	P.1	180mq
Area Riscaldata	P.1	140mq
Volume lordo	P.1	1062 mc
Volume netto	P.1	742 mc

Le zone non riscaldate dell'edificio e quindi non calcolate sono quattro:

- **zona non riscaldata 1** : Disimpegno
- **zona non riscaldata 2** : Porticato
- **zona non riscaldata 3** : Sottotetto
- **zona non riscaldata 4** : Cantine

2.4. Condizioni di utilizzo delle zone termiche

Alcuni dati utili sono stati desunti tramite l'intervista effettuata al tecnico comunale competente. In particolare nella stagione invernale viene percepito freddo in alcuni ambienti adibiti ad ufficio della zona termica del municipio al piano primo, a causa del mal funzionamento di alcuni radiatori e da soffitti e vetrate molto ampie che non permettono al calore di distribuirsi in maniera omogenea all'interno degli ambienti, creando discomfort.

L'accensione dell'impianto termico viene effettuata , come da DPR 412/93 in data 15 ottobre e spento il 15 aprile, salvo diverse indicazioni.

Zona riscaldata 1 – Municipio

Profilo di accensione dell'impianto

Funzionamento dell'impianto: Funzionamento continuo senza attenuazione

Temperatura di set-point invernale: 20 °C

Temperatura di set-point estiva: 26 °C

Occupazione e apparecchiature

Ore medie di occupazione giornaliera: 8h

Apparecchiature

Ore medie di accensione giornaliera: 8 h

Fattore di riduzione: 0,33

Zona riscaldata 2 – Biblioteca

Profilo di accensione dell'impianto

Funzionamento dell'impianto: Funzionamento continuo senza attenuazione

Temperatura di set-point invernale: 20 °C

Temperatura di set-point estiva: 26 °C

Occupazione e apparecchiature

Ore medie di occupazione giornaliera: 4 h

Apparecchiature

Ore medie di accensione giornaliera: 4 h
Fattore di riduzione: 0,17

2.5. Esercizio e manutenzione dell'edificio

L'edificio presenta l'impianto di condizionamento invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, non ci sono impianti per il condizionamento estivo e di ventilazione meccanica controllata.

Nella diagnosi energetica in oggetto, consideriamo i dati solo per il combustibile (gas metano) per il servizio energetico per il condizionamento invernale. Non vengono considerati i consumi di energia elettrica per la produzione di acqua calda sanitaria e per i sistemi di illuminazione, perché in termini quantitativi hanno una bassa influenza nella possibilità di efficientamento energetico complessivo dell'edificio, in considerazione del fatto che l'impianto di illuminazione è stato da poco rifatto e messo quindi in efficienza.

La fornitura del gas metano è affidata alla società di servizi energetici A2A, mentre la manutenzione ordinaria dell'impianto di generazione del calore è realizzata in economia, senza l'ausilio di contratti di servizio energia o similari.

2.6. Presentazione dell'attuale livello di consumo energetico

ANNO	2012	2013	2014	2015	2016	MEDIA
Gas (msc)	16.771	16.334	13.191	14.843	14.681	15.164

CAPITOLO 3 – DIAGNOSI DELL'INVOLUCRO E DEGLI IMPIANTI DELL'EDIFICIO

3.1. Descrizione generali delle caratteristiche tecniche del sistema edificio impianto

Si evidenzia che le stratigrafie delle strutture opache e trasparenti sono state ottenute sulla base delle informazioni ricevute dall'ufficio tecnico comunale, dai sopralluoghi effettuati in sito e dalla personale esperienza maturata in questo tipo di analisi.

I valori ottenuti si ritengono pertanto attendibili, ma si potrebbero discostare da quelli reali, quest'ultimi rilevabili unicamente mediante prove invasive o strumentali.

La struttura dell'edificio è costituita da una struttura in muratura portante in mattoni di laterizio pieni intonacate su entrambi i lati, le partizioni interne sono realizzate con tamponamenti sempre in mattoni di laterizio pieni.

La copertura è una copertura in latero cemento con un manto di copertura in coppi ed un sottotetto non riscaldato sempre con un solaio in latero cemento che poggia su travi portanti in legno con un soffitto cassettonato di pregevole fattura. L'edificio poggia su un solaio sempre in latero cemento che poggia direttamente controterra, senza l'ausilio di vespaio.

L'edificio su tutti i lati ha delle ampie vetrate costituite da due tipologie di serramenti, la prima tipologia è un serramento con telaio in legno e doppio vetro ad alte prestazioni energetiche installato da pochi anni, la seconda tipologia è un serramento in legno e vetro singolo installato con ogni probabilità nel secondo dopo guerra.

Se la prima tipologia ha una buonissima tenuta all'aria, la seconda, soprattutto al piano primo, ha una scarsa tenuta all'aria, tanto che si percepiscono grosse infiltrazioni dai fermavetri. I sistemi di ombreggiamento per entrambe le tipologie sono degli scuri esterni in legno di tipo tradizionale.

L'edificio, dal punto di vista della generazione del calore per utilizzo riscaldamento, è diviso in due parti. Esiste un generatore di calore a basamento che serve una porzione di edificio (Piano Terra e Piano Primo) successivamente denominata 'Municipio' ed un secondo generatore di calore a basamento che serve una porzione di edificio (Piano Primo) successivamente denominata 'Biblioteca'. I terminali di emissione sono ad alta temperatura del tipo a radiatori. Si ritiene che la distribuzione verticale in montanti non sia sufficientemente isolata. Si ritiene siano presenti n .2 collettori idraulici per ciascun piano.

Si ritiene che l'impianto di riscaldamento sia una delle principali criticità all'interno dell'edificio, in termini sia di efficienza generale del sistema edificio impianto, sia di affidabilità dell'impianto stesso, visto la vetustà.

L'acqua calda sanitaria è prodotta attraverso n. 2 boiler elettrici ubicati nei bagni dell'edificio.

Non si è riscontrata la presenza di impianti a fonti rinnovabili.

3.1.1. Strutture disperdenti
Zona riscaldata 1 – Municipio

Struttura	Descrizione	A _{tot} [m ²]	U [W/m ² K]	Immagine
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm	L'involucro opaco verticale è in mattoni pieni con il lato interno ed esterno intonacato con intonaco a base di cemento e calce. Solo alcune parti dell'edificio, soprattutto sul prospetto nord non è presente l'intonaco ed i mattoni sono faccia a vista s	988,72	1,076	
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm (verso ambienti non riscaldati)		57,80	0,981	
Sottofinestra Finestra_Cod.2	E' la porzione di muro che fa da sguincio in prossimità delle finestre. Questa caratteristica è frequente quando ci sono murature molto spesse, veniva utilizzata per aumentare la luce in ingresso	25,51	1,761	
Solaio in calcestruzzo_42,5		810,00	1,933	
Portone _Cod.5		4,35	2,233	
Portone_Cod.4		5,35	2,233	
Finestra_Cod.1	Il serramento è nuovo, dovrebbe essere stato installato nel 2008, quindi con ottime caratteristiche energetiche e di tenuta all'aria. In prossimità del serramento c'è lo sguincio, tipico di un edificio storico realizzato con muratura pesanti in mattoni	30,24	1,703	
Finestra_Cod.2	Il serramento è vetusto, potrebbe risalire ai primi anni '60, presenta scarse caratteristiche energetiche e di	30,03	3,564	

Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

	tenuta all'aria. In prossimità del serramento c'è lo sguincio, tipico di un edificio storico realizzato con muratura pesante in mattoni			
Finestra_Cod.2.1	Il serramento è vetusto, potrebbe risalire ai primi anni '60, quindi presenta scarse caratteristiche energetiche e di tenuta all'aria. In prossimità del serramento c'è lo sguincio, tipico di un edificio storico realizzato con muratura pesanti in mattoni	5,04	3,583	
Finestra_Cod.3	Portoncino d'ingresso in alluminio senza taglio termico e vetro singolo, con un soprafinestra in vetro fisso.	3,75	5,875	
Totale		1.960,80 mq		

Zona riscaldata 2 – Biblioteca

Struttura	Descrizione	A _{tot} [m ²]	U [W/m ² K]	Immagine
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm	L'involucro opaco verticale è in mattoni pieni con il lato interno ed esterno intonacato con intonaco a base di cemento e calce. Solo alcune parti dell'edificio, soprattutto sul prospetto nord non è presente l'intonaco ed i mattoni sono faccia a vista s	221,11	1,076	
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm (verso ambienti non riscaldati)		60,18	0,981	
Sottofinestra Finestra_Cod.1	E' la porzione di muro che fa da sguincio in prossimità delle finestre. Questa caratteristica è frequente quando ci sono murature molto spesse, veniva utilizzata per aumentare la luce in ingresso	5,67	1,761	
Solaio in calcestruzzo_42,5		180,50	1,933	
Finestra_Cod.1	Il serramento è nuovo, dovrebbe essere stato installato nel 2008, quindi con ottime caratteristiche energetiche e di tenuta all'aria. In prossimità del serramento c'è lo sguincio, tipico di un edificio storico realizzato con muratura pesanti in mattoni	15,12	1,703	
Totale		482,580 mq		

A_{tot}: area totale della struttura

U: trasmittanza termica struttura

l_{tot}: lunghezza totale ponte termico

ψ: trasmittanza termica lineica ponte termico

3.1.2. Dati relativi agli impianti

Sottosistema di emissione

Terminale	Descrizione	P _t unitaria [W]	Immagine
Radiatori su parete esterna/interna	Radiatori in alluminio e ghisa di altezza variabile	35.000 (stima)	

Sottosistema di regolazione

Regolazione	Descrizione	Immagine
Sonda Esterna + Regolazione di zona	Sonda esterna (Regolazione climatica) abbinata ad un sistema di regolazione interno (Termostati)	

Sottosistema di distribuzione

Distribuzione	Descrizione	Immagine
Distribuzione verticale	Unico circuito di distribuzione del fluido termovettore. Distribuzione in Centrale Termica non isolata. Distribuzione verticale in montanti si ritiene non sufficientemente isolata (stima)	

Sottosistema di generazione

Generatore	Descrizione	Pot nominale [W]	Immagine
Caldaia a gas	• Generatore a basamento di tipo B con bruciatore bistadio (Municipio)	186,1	
	• Generatore a basamento di tipo B con bruciatore monostadio (Biblioteca)	30,2	

			
--	--	--	---

Sistema di acqua calda sanitaria

Generatore	Descrizione	Pot nominale [W]	Immagine
Boiler elettrici	Boiler elettrici per la produzione di acqua calda sanitaria	2.400	

3.2. Impianto di condizionamento invernale

3.2.1. Sottosistema di generazione

Una prima caldaia di potenza utile 186.1 kW, serve la porzione di edificio denominata ‘Municipio’. Il generatore di calore, a basamento, di tipo B, è ubicato in centrale termica posta in un locale al piano seminterrato dell’edificio stesso. Il generatore di calore, di marca Biasi è stato costruito nel 1997 ed è dotato di un bruciatore bistadio, di marca Riello (modello GS 20). Si ritiene che le perdite al mantello possano essere rilevanti, in quanto il mantello del generatore di calore non è sufficientemente isolato.

Una seconda caldaia di potenza utile 30.2 kW, serve la porzione di edificio denominata ‘Biblioteca’, posta in un’ala al primo piano dell’edificio. Il generatore di calore, a basamento, di tipo B, è ubicato all’interno di una zona servizi. Il generatore di calore, di marca Hermann e costruito nel 1997, è dotato di un bruciatore monostadio.

3.2.2. Sottosistema di emissione

Per entrambe le zone termiche I terminali di emissione sono costituiti da radiatori metallici, non sono equipaggiati con valvole termostatiche. Nella parte ‘Municipio’ sono presenti n. 22 terminali di emissione, per la parte ‘Biblioteca’ n. 8 terminali di emissione.

Si è considerata nel calcolo di prestazione energetica dell’edificio una temperatura di mandata ai terminali di emissione di 70 °C ed una temperatura di ritorno di 55° C.

3.2.3. Sottosistema di regolazione

Per la parte ‘Municipio’, la regolazione della temperatura è garantita da una sonda esterna, all’esterno della centrale termica, abbinata ad un sistema per la programmazione di una curva climatica, e, internamente, da un termostato ambiente.

Per la parte ‘Biblioteca’, la regolazione della temperatura è garantita da un termostato posto sul generatore, e, internamente, da un termostato ambiente.

3.2.4. Sottosistema di distribuzione

Per la parte ‘Municipio’ esiste un solo circuito di distribuzione del fluido termovettore (acqua), azionato da una pompa a giri fissi, di marca Riello (Classe F, assorbimenti: 93 W / 67 /46) e modello RMDT 50-25. I circuiti di distribuzione in centrale termica sono scarsamente isolati, così come si ritiene, lo siano, i tratti in montanti verticali che raggiungono i collettori posizionati al piano terra ed al piano primo.

Per la parte 'Biblioteca' esiste un solo circuito di distribuzione del fluido termovettore (acqua), azionato da una pompa a giri fissi posta all'interno della caldaia stessa. Il circuito di distribuzione è unico e si distribuisce in orizzontale dal generatore ai radiatori.

3.3. Impianti per la produzione dell'acqua calda sanitaria

L'acqua calda sanitaria è prodotta attraverso n. 2 boiler elettrici ubicati nei bagni dell'edificio. Non si ritiene rappresentino una particolare criticità a livello energetico, in quanto il consumo di acqua calda sanitaria è trascurabile rispetto al fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio nella stagione invernale.

3.4. Sistemi di raffrescamento e ventilazione

Non sono presenti in entrambe le zone riscaldate dell'edificio oggetto di diagnosi sistemi, sia per il condizionamento estivo, sia per la ventilazione meccanica controllata.

3.5. Involucro dell'edificio

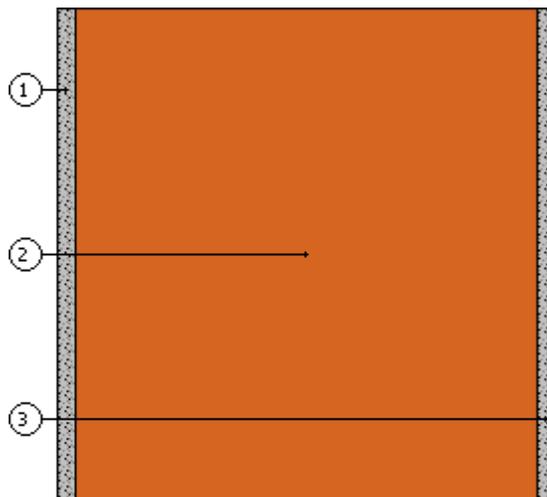
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Mattoni pieni (1800 kg/m ³)	51,0	0,720		1.800	27,571	0,708
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		55,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	1,076	Resistenza termica totale	0,929
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,039		
Sfasamento [h]	19,33		
Smorzamento	0,037		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	61,766		

Massa superficiale: 918,000 kg/m²

U calcolata : 1,076 W/mq K



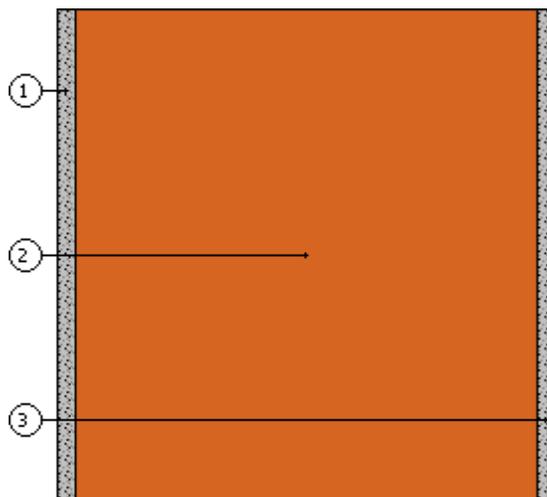
Muratura in mattoni pieni spess: 55 cm (verso ambienti non riscaldati)

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Mattoni pieni (1800 kg/m ³)	51,0	0,720		1.800	27,571	0,708
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		55,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,981	Resistenza termica totale	1,019
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,024		
Sfasamento [h]	20,24		
Smorzamento	0,025		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	61,842		

Massa superficiale: 918,000 kg/m²

U calcolata : 0,981 W/mq K



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

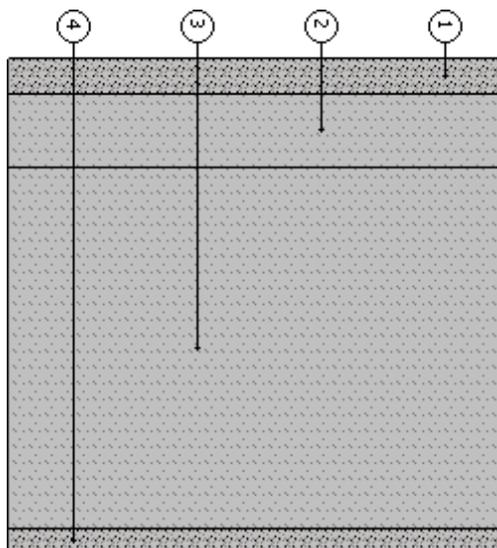
Basamento

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Malta di cemento	3,0	1,400		2.000	9,65	0,021
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1500-1700-1900 kg/m ³)	6,0	1,060		1.700	1,93	0,057
3	Calcestruzzo armato (getto)	30,0	1,910		2.400	1,485	0,157
4	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9,65	0,022
Spessore totale		41,0					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	2,140	Resistenza termica totale	0,467
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,328		
Sfasamento [h]	11,26		
Smorzamento	0,154		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	63,338		

Massa superficiale: 822,000 kg/m²

U calcolata : 2,140 W/mq K



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

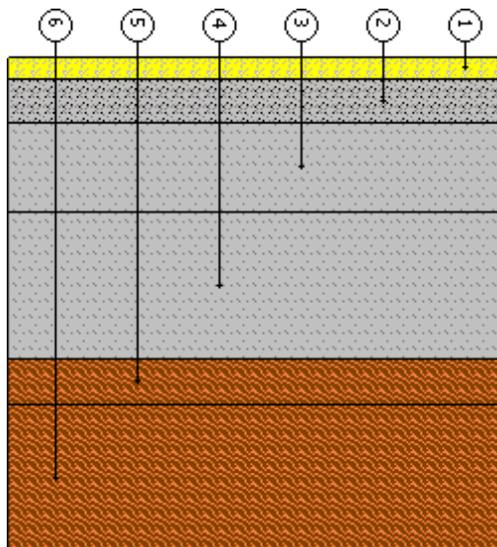
Solaio in legno - intermedio

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,5	1,470		1.700	27,571	0,010
2	Malta di cemento	3,0	1,400		2.000	9,65	0,021
3	Massetto in calcestruzzo ordinario (1500-1700-1900 kg/m ³)	6,0	1,060		1.700	1,93	0,057
4	Calcestruzzo armato (getto)	10,0	1,910		2.400	1,485	0,052
5	Abete (flusso parallelo alle fibre)	3,0	0,120		450	4,825	0,250
6	Legno (700 kg/m ³)	10,0	0,180		700	0,965	0,556
Spessore totale		33,5					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,829	Resistenza termica totale	1,206
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,088		
Sfasamento [h]	13,23		
Smorzamento	0,106		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	73,893		

Massa superficiale: 451,000 kg/m²

U calcolata : 0,829 W/mq K



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

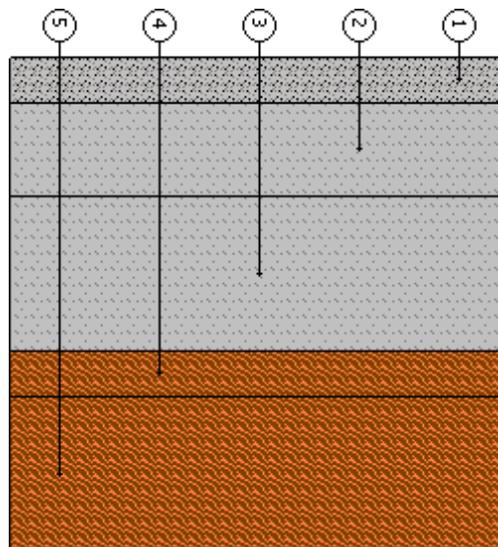
Solaio in legno - sottotetto

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Malta di cemento	3,0	1,400		2.000	9,65	0,021
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1500-1700-1900 kg/m ³)	6,0	1,060		1.700	1,93	0,057
3	Calcestruzzo armato (getto)	10,0	1,910		2.400	1,485	0,052
4	Abete (flusso parallelo alle fibre)	3,0	0,120		450	4,825	0,250
5	Legno (700 kg/m ³)	10,0	0,180		700	0,965	0,556
Spessore totale		32,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,836	Resistenza termica totale	1,196
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,097		
Sfasamento [h]	12,87		
Smorzamento	0,116		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	74,351		

Massa superficiale: 425,500 kg/m²

U calcolata : 0,836 W/mq K



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

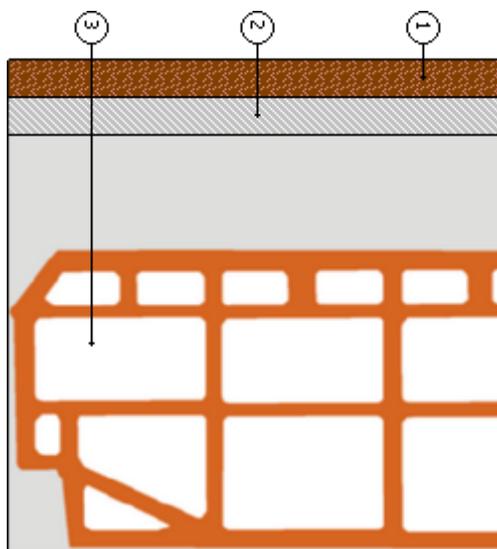
Copertura inclinata

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Terracotta	2,0	1,000		2.000	4,825	0,020
2	Intercapedine con polistirolo	2,0	0,045		15	64,333	0,444
3	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo armato 40	22,0		3,030	1.273	21,444	0,330
Spessore totale		26,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	1,070	Resistenza termica totale	0,934
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,320		
Sfasamento [h]	8,19		
Smorzamento	0,299		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	70,394		

Massa superficiale: 320,360 kg/m²

U calcolata : 1,070 W/mq K



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

Involucro trasparente

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A_g m^2	A_f m^2	l_g m	U_g W/m^2K	U_f W/m^2K	Ψ W/mK	U_w W/m^2K	U_{ws} W/m^2K
Finestra_Cod.2	1,63	0,68	14,48	5,70	2,20	0,00	4,67	3,56
Finestra_Cod.2.1	1,80	0,72	15,28	5,70	2,20	0,00	4,70	3,58
Finestra_Cod.1	1,64	0,89	10,42	1,80	1,30	0,08	1,96	1,70
Finestra_Cod.3	3,25	0,51	10,32	5,70	7,00	0,00	5,88	5,88

Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	g_{gl+sh} $[W/m^2K]$	$g_{gl+sh,lim}$ $[W/m^2K]$
Finestra_Cod.2	0,80	0,35
Finestra_Cod.2.1	0,80	0,35
Finestra_Cod.1	0,66	0,35
Finestra_Cod.3	0,80	0,35

A_g	Area del vetro
A_f	Area del telaio
l_g	Perimetro della superficie vetrata
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U_f	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U_w	Trasmittanza termica totale del serramento
U_{ws}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
U_{lim}	Trasmittanza limite
g_{gl+sh}	Fattore di trasmissione solare totale
$g_{gl+sh,lim}$	Fattore di trasmissione solare totale limite

CAPITOLO 4 – Indicatori di efficienza energetica

Gli indicatori di efficienza sono dei parametri che cercano di restituire in maniera semplice ed immediata, se un edificio è efficiente o meno, dando anche una scala di valore dell'efficienza. Si utilizza come indicatore il parametro di consumo di combustibile annuo (kWh) per unità di superficie (mq). Ci sono due macro tipologie d'indicatori, in condizioni standard, cioè calcolate senza considerare come viene effettivamente utilizzato l'edificio ed in condizioni di diagnosi, che invece tiene conto dei fattori di utilizzo. Entrambe gli indicatori sono stati calcolati con la metodologia di calcolo per le prestazioni energetiche, come definite dalla normativa regionale.

4.1. Indicatori in condizioni Standard

Gli indicatori di efficienza energetica in condizioni standard non tengono conto delle variabili di utilizzo dell'edificio, ma per l'appunto ipotizzano un utilizzo standard dell'edificio in termini di temperatura di utilizzo ed un uso costante dello stesso.

EP_H	284,4 kWh/mq/anno
EP_w	5,2 kWh/mq/anno
EP_{w+h}	289,6 kWh/mq/anno

CLASSE ENERGETICA: G

4.2. Indicatori in condizioni di Diagnosi

I valori di efficienza energetica in condizioni di diagnosi, considerano invece le variabili di utilizzo dell'utente finale, in particolare i valori di temperatura e le ore di utilizzo dell'edificio.

EP_H	206,1 kWh/mq/anno
EP_w	1,4 kWh/mq/anno
EP_{w+h}	207,5 kWh/mq/anno

Legenda

EP_H: indicatore di energia primaria per il riscaldamento

EP_w: indicatore di energia primaria per l'acqua calda sanitaria

EP_{tot}: indicatore di energia primaria totale

4.3. Confronto fra indicatori e consumi reali

Di seguito sono stati confrontati i fabbisogni di energia primaria in condizioni di diagnosi ed i consumi reali dell'edificio, con l'obiettivo di verificare la rispondenza del modello di calcolo alla situazione reale.

Consumi medi Metano (kWh) ¹	144.512
Q_{tot W+H -diagnosi} (kWh)	156.604
Scostamento	+7 %

Il modello di calcolo ha uno scostamento minore del 10% tra i valori di fabbisogno di energia primaria in condizioni di diagnosi ed i consumi energetici reali dell'edificio.

¹ Sono stati trasformati i consumi energetici del gas metano in energia primaria, tenendo come riferimento le tabelle dell'allegato 1 al Bando POR-FESR Asse 4 Priorità di investimento 4c - obiettivo specifico 4.1 Azioni 4.1.1.

CAPITOLO 5 – INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Nella presente relazione di diagnosi si sono valutati i seguenti interventi di efficienza energetica:

- I01 - Sostituzione generatore di calore ed adeguamento impiantistico
- I02 - Coibentazione involucro orizzontale

Sono stati esclusi la sostituzione dei serramenti, perché i serramenti da sostituire sarebbero quelli nell'ala dell'edificio, meno utilizzata e quindi il loro beneficio energetico irrisorio.

5.1. Descrizione intervento di efficienza – Sostituzione generatore di calore – I 01

Si ritiene che l'impianto di riscaldamento sia una delle principali criticità all'interno dell'edificio. L'attuale caldaia è stata installata non prima del 1997 e risulta quindi piuttosto obsoleta e caratterizzata da rendimenti di produzione molto limitati.

Per migliorare il rendimento di produzione sarebbe opportuno sostituire l'attuale generatore ad acqua calda che serve la zona denominata 'Uffici' con una caldaia ad elevata efficienza – ad esempio a condensazione – alimentata sempre a metano. Si suggerisce di dotare il nuovo impianto di defangatore/disaeratore e di opportuno scarico di condense acide qualora il nuovo generatore di calore sia del tipo 'a condensazione'.

In caso di intervento sulla generazione del calore, sarebbe opportuno provvedere anche all'ammodernamento del sistema di distribuzione mediante l'adozione di elettropompe dotate di motori elettrici ad alta efficienza ed eventualmente di inverter ed isolando le tubature di distribuzione in centrale termica. In tal modo si migliorerebbe ulteriormente il rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento. Si consiglia anche l'installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti presenti in entrambe le zone termiche. Non si sono riscontrate infatti particolari problematiche per la realizzazione di questo intervento, se non in un radiatore al piano primo, quest'intervento migliorerebbe anche il rendimento di regolazione.

Si suggeriscono anche una serie di interventi accessori, ritenuti necessari per il buon funzionamento del nuovo impianto. L'installazione di un nuovo generatore di calore deve essere abbinato alla pulizia dell'attuale impianto di distribuzione, che potrebbe presentare occlusioni dovute al deposito di fanghiglia. Sarà necessario adattare anche l'attuale camino, prevedendo l'intubamento, a maggior ragione nel caso in cui si scelga di installare una caldaia a condensazione.

La centrale termica ha i rapporti di spazio corretti per prevedere tutti gli interventi considerati.

Il nuovo generatore potrà essere della stessa potenza di quello attuale. In ogni caso, in fase di progettazione, occorre eseguire un nuovo dimensionamento della potenza massima del generatore ed una verifica della potenza reale degli emettitori. Quest'operazione dev'essere fatta a maggior ragione qualora venissero realizzati interventi di efficienza sull'involucro che contribuiscono ad abbassare il fabbisogno di energia dell'edificio stesso.

Si consiglia di sostituire l'attuale generatore che serve la zona 'Biblioteca' con un generatore di calore a condensazione della stessa potenza di quello attuale. Si suggerisce la pulizia dell'impianto di distribuzione e l'installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti.

5.1.1. Risparmi energetici attesi

L'intervento globale a livello impiantistico porta dei miglioramenti nei rendimenti di generazione, emissione, regolazione e distribuzione in caldaia. Essi si possono considerare analoghi, a livello numerico, per entrambi gli impianti presenti all'interno dell'edificio.

Con la somma degli interventi sull'impianto termico a servizio della zona denominata 'Municipio' e Biblioteca, si stima, secondo un'analisi degli indicatori di prestazione energetica di tipo standard, in configurazione post intervento, i seguenti risultati di risparmio energetico:

- EP h: 247,4 kWh/mq
- EP w: 5,2 kWh/mq
- **EP h+w: 252,6 kWh/mq**

Risparmio energetico stimato assoluto: 37,0 kWh/mq

Risparmio energetico stimato percentuale: 12,8 %

Consumo gas metano ante operam: 144.362 kWh

Consumo gas metano post operam: 125.883 kWh

5.2. Descrizione intervento di efficienza – Involucro opaco orizzontale – I 02

L'edificio ha un ampio sottotetto non isolato, con una superficie complessiva di 552 mq, che risulta inutilizzato. L'intervento che siamo a proporre consiste nell'isolare l'intero sottotetto per mezzo di un feltro isolante in fibra di vetro, con uno spessore di 14 cm. L'isolamento del sottotetto permette di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno attraverso la chiusura orizzontale superiore, aumentando così l'efficienza globale dell'involucro e conseguentemente riducendo i consumi di combustibile per il condizionamento invernale.

Ci sono diversi tipi di materiali isolanti che si possono applicare ai sottotetti non isolati, ci deve essere però una caratteristica comune e deve essere la facilità di posa. Questa è fondamentale per rendere economicamente vantaggioso l'intervento. Per soddisfare questo requisito si è scelto di optare per dei materiali che si presentino sotto forma di feltro che possono essere quindi posati attraverso il semplice srotolamento del materiale sul solaio, rifilando il materassino dove occorre, il tutto senza l'ausilio di fissaggi meccanici.

Mentre per quanto riguarda il tipo di materiale abbiamo scelto un feltro in lana di vetro perché è il prodotto che fornisce il miglior rapporto costi benefici ed abbina alle ottime caratteristiche energetiche anche delle buone caratteristiche di sostenibilità del materiale, infatti viene prodotto con almeno l'80% di vetro riciclato e con leganti di origine naturale.

Abbiamo analizzato delle possibili alternative alla lana di vetro, in particolare: la fibra di legno e la lana di roccia. Entrambi i materiali sono molto validi e performanti, sono però più costosi ed hanno la caratteristica di smorzare l'onda termica in estate. Il nostro obiettivo primario è quello di isolare l'edificio in inverno, quindi il sovrapprezzo per la fornitura della lana di roccia o della fibra di legno, rispetto alla lana di vetro, non ne giustifica la spesa.

Abbiamo inoltre valutato la possibilità di scegliere un prodotto, sempre in fibra di vetro, che però abbia un lato rivestito con un freno al vapore. Anche in questo caso il feltro in fibra di vetro con accoppiato il freno al vapore ha un costo superiore rispetto al solo feltro isolante, sovrapprezzo non giustificato dal fatto che dalle analisi termiche, non si verificano fenomeni di condensa interstiziale e superficiale.

Infine il prodotto risulta agevole per la manipolazione ed il taglio, è resistente all'insaccamento, imputrescibile ed inattaccabile alle muffe. Nelle previste condizioni d'impiego il prodotto è stabile nel tempo.

Lo spessore scelto è di 14 cm di materiale ed è quello che dopo aver condotto le opportune analisi costi benefici, per mezzo di un software di simulazione per il calcolo dei flussi termici, dà il miglior rapporto tra i benefici attestati ed i costi del materiale. Oltre i 14 cm di spessore la diminuzione del beneficio diventa marginale rispetto al costo.

5.2.1. Risparmi energetici attesi – involucro opaco orizzontale

La trasmittanza calcolata sul solaio di chiusura superiore dopo la posa del feltro isolante in lana di vetro con uno spessore di 14 cm, si riduce molto rispetto alla trasmittanza calcolata nella diagnosi energetica, in sintesi:

- $U_{ante} = 0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{post} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

La trasmittanza del solaio calcolata post intervento, rispetta abbondantemente i requisiti minimi di prestazione energetica del Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012, cosiddetto Conto Termico, che definisce un regime di sostegno per interventi di piccole dimensioni per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e per l'incremento dell'efficienza energetica, inoltre rispetta i requisiti minimi di prestazione energetica della Delibera di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015.

Indicatori di prestazione energetica dopo l'intervento di coibentazione del sottotetto non riscaldato:

- EP h, nren : 244,4 kWh/mq
- EP w, nren: 5,2 kWh/mq
- **EP gl, nren: 249,6 kWh/mq**

Risparmio energetico stimato assoluto : **45,2 kWh/mq**

Risparmio energetico stimato percentuale : **15,6 %**

Consumo gas metano ante operam: 144.362 kWh

Consumo gas metano post operam: 121.841 kWh

5.4. Quadro sinottico degli interventi di efficienza energetica

Tabella riassuntiva degli interventi di efficienza energetica suggeriti, sia per la parte impiantistica che per la parte involucro ed i relativi risparmi stimati:

² Il requisito prestazionale fissato dal conto termico per le superfici opache orizzontali (pavimenti) è inferiore a: $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

STATO DI FATTO		Indicatore Epgl, nren	Risparmio (%)
		289,6	
IMPIANTO	Sostituzione impianto	252,6	12,8
	intervento di coibentazione del sottotetto non riscaldato	249,6	15,6
TOTALE		28,4%	

ALLEGATI
Documentazione fotografica

Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio



Comune di Gazzola
Relazione di Diagnosi Energetica – Municipio

