



COMUNE DI BAGNOLO MELLA (BS)
Ex Edificio Scolastico in Viale Stazione



PROGETTO DI FATTIBILITÀ ECONOMICA E TECNICA INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO, ACUSTICO E ADEGUAMENTO SISMICO EX EDIFICIO SCOLASTICO PROPRIETÀ COMUNALE DI VIALE STAZIONE/VIA LOMBARDIA CON RECUPERO SPAZI INTERNI IN OTTEMPERANZA ALLE LINEE GUIDA INDIVIDUATE DAL D.M. 18 DICEMBRE 1975
CUP H61E2000039001 – CIG 866450608

Progettista: Ing. Pocchia Roberto

Roberto Pocchia Ingegnere



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n. 4009
Sede operativa: Via Vittorio Emanuele II, 36 25030 Coccaglio (BS)
T. 030 642594 F. 030 6846273
C.F.: PCC RRT 76 R 01 H926A - P.I.: 03419100981
PEC: roberto.pocchia@ingpec.eu
Mail: ing.pocchia@libero.it

Fase: Studio di fattibilità

Elaborato: Relazione Tecnica

Data prima emissione: 08.03.21

rev.	data	Descrizione	redatto	controllato	approvato
0	08,03,2021	emissione	RP	RP	RP
I	08,02,2022	emissione	RP	RP	RP

RELAZIONE TECNICA

INDICE GENERALE

1.	PREMESSA	3
2.	RIQUALIFICAZIONE SISMICA	4
2.1.	Obiettivo.....	4
2.2.	Descrizione tecnica.....	4
3.	ISOLAMENTO DELL'INVOLUCRO ESTERNO	5
3.1.	Obiettivo.....	5
3.2.	Descrizione tecnica.....	5
4.	SOSTITUZIONE DEL SISTEMA DI GENERAZIONE DELL'IMPIANTO.....	7
4.1.	Obiettivo.....	7
4.2.	Descrizione tecnica.....	7
4.2.1.	Sistema VRV per il riscaldamento	7
4.2.2.	Recuperatore di calore	7
4.2.3.	Pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria	8
4.2.4.	Integrazione del sistema di distribuzione	8
5.	INSTALLAZIONE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI	9
5.1.	Obiettivo.....	9
5.2.	Descrizione tecnica.....	9
6.	INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI TERMICI	10
6.1.	Obiettivo.....	10
6.2.	Descrizione tecnica.....	10
7.	SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI INTERNI ED ESTERNI.....	11
7.1.	Obiettivo.....	11
7.2.	Descrizione tecnica.....	11
8.	RIQUALIFICAZIONE ACUSTICA	12
8.1.	Obiettivo.....	12
8.2.	Descrizione tecnica.....	12
9.	TABELLA DI SINTESI INTERVENTI	13

1. Premessa

Quanto di seguito riporta la descrizione tecnica degli interventi di riqualificazione efficientamento energetico, adeguamento sismico ex edificio scolastico previsti per il recupero dell'Ex Edificio Scolastico di proprietà Comunale nel Comune di Bagnolo Mella in provincia di Brescia. Nello specifico, con questo intervento, dal punto di vista energetico si prefigge di ottenere un edificio NZEB su bilancio annuale, con il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Riqualificazione sismica;
- Riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio;
- Aumento dell'efficienza del sistema impiantistico;
- Autoalimentazione elettrica mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Gli interventi descritti, già illustrati nella relazione generale, riguardano:

- Riqualificazione sismica con miglioramento sismico tramite setti esterni;
- Isolamento dell'involucro opaco delimitante il volume climatizzato;
- Sostituzione degli infissi;
- Sostituzione del sistema di generazione dell'impianto;
- Installazione di recuperatori di calore per la ventilazione meccanica controllata;
- Installazione di pannelli fotovoltaici;
- Sostituzione dei corpi illuminanti interni;
- Riqualificazione acustica.

2. Riqualficazione sismica

2.1. Obiettivo

L'obiettivo primario di tale intervento, dal un punto di vista sismico, punta all'ottenimento di un livello di sicurezza superiore a 1, quindi superiore sia a quello previsto dalla norma per un nuovo edificio sia ad un intervento di miglioramento sismico ammesso per un edificio pubblico. Inoltre, l'intervento si prefigge di raggiungere la conformità con la classe d'uso IV "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica." Al fine di poter inserire l'edificio nel piano di protezione civile come edificio strategico per la gestione dell'emergenza, anche considerando la possibilità di funzionamento energetico in autonomia.

2.2. Descrizione tecnica

La soluzione tecnica adottata è l'aggiunta "ad hoc" di elementi di supporto strutturale o di rinforzo tramite l'aggiunta di rinforzi alla struttura esistente in modo da aggiungere ulteriore resistenza alle forze sismiche. Il rafforzamento può essere limitato a connessioni tra elementi architettonici esistenti oppure può necessitare dell'aggiunta di elementi di resistenza primari come mura, archi, strutture portanti, particolarmente nei piani più bassi.

1. Consolidamento di solai mediante l'inserimento di un telaio rompi tratta in acciaio;
2. Consolidamento fondazioni mediante l'inserimento di platee e due travi rovesce per il telaio rompi tratta ed il collegamento alla fondazione esistente;
3. Utilizzo di intonaco armato per il rinforzo dei setti in cemento armato esistenti;
4. Inserimento di setti in cemento armato da realizzare ex-novo.

3. Isolamento dell'involucro esterno

3.1. Obiettivo

L'obiettivo primario di tale intervento è quello di ridurre il fabbisogno energetico dell'intero edificio, aumentando le performance dell'involucro, riducendo le dispersioni di calore e correggendo i ponti termici.

3.2. Descrizione tecnica

La soluzione tecnica adottata per quanto riguarda le chiusure opache verticali, delimitanti il volume climatizzato, è quella di aggiungere dall'esterno un pannello di materiale isolante tipo poliuretano e/o simile in grado di aumentare la resistenza termica del componente edilizio e di conseguenza diminuire la trasmittanza dello stesso.

In merito ai serramenti si prevede la completa sostituzione.

Per la copertura si prevede di eliminare, demolendo l'attuale copertura a falda in cemento armato ed efficientare il terzo impalcato creando una struttura piana aggiungendo, anche in questo caso dall'esterno, uno strato di isolamento sul solaio disperdente verso l'esterno. Per l'isolamento del solaio di base (pavimentazione piano seminterrato verso il terreno), si procederà, qualora sia possibile, alla realizzazione di un vespaio aerato (o vespaio ventilato) capace di creare una struttura portante in grado di formare una camera d'aria che separa l'edificio dal terreno e permette di smaltire l'umidità. Il sistema è composto da elementi in plastica riciclata a forma di cupola che fungono da cassero per il getto del calcestruzzo. In tal modo conferiscono alla soletta una geometria unica ad archi e colonne lasciando un'intercapedine vuota sottostante e garantendo un'elevata capacità di carico, con consumi ridotti di calcestruzzo. Il carico viene infatti sostenuto dalla soletta delle colonnine in calcestruzzo che vengono a formarsi ai vertici dell'elemento. Verrà infine poggiato al disopra del nuovo sistema uno strato di isolante di 10 cm tipo Stiferite RP (pannello sandwich con schiuma polyiso).

Mediante tale accorgimento è possibile inoltre raggiungere valori di trasmittanza inferiori ai limiti previsti per legge dal decreto Requisiti minimi stabiliti a partire dal 2019 per tutti gli edifici pubblici, per l'edificio di riferimento.

Di seguito si riporta l'elenco delle caratteristiche di trasmittanza limite dei diversi componenti edilizi.

Componente	U limite [W/mq K]
Parete esterna	0,23
Solaio verso terreno	0,22
Copertura verso esterno	0,20

L'intervento di riqualificazione energetica, dovrà inoltre rispettare i seguenti criteri specifici, in merito ai Criteri Ambientali Minimi:

- non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
- non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;

- non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.;
- gli isolanti in polistirene espanso (EPS) devono essere costituiti dal 10% al 60% di materiale riciclato e/o recuperato in funzione della tecnologia adottata per la produzione, misurata sul peso del prodotto finito.
- i pannelli scelti abbiano la certificazione ambientale EPD Italy o altra internazionale;
- oppure che ci sia una certificazione che attesti il contenuto di riciclato, ad esempio ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o altre.

Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili.

Per quanto riguarda i serramenti, è prevista la sostituzione di tutti i componenti caratterizzati da vetri singoli e telai attualmente senza taglio termico, con serramenti a taglio termico e vetrocamera stratificati. con trasmittanza termica uguale o inferiore a $U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4. Sostituzione del sistema di generazione dell'impianto

4.1. Obiettivo

Mediante tale intervento si mira ad aumentare l'efficienza dell'impianto scegliendo un generatore più adeguato ai fabbisogni del complesso e a diminuire la spesa energetica con un nuovo sistema più performante. L'intervento di sostituzione del generatore di calore si accompagna con l'installazione del sistema di ventilazione meccanica a recupero per tutti i locali.

Per la climatizzazione estiva, invernale e la generazione dell'acqua calda sanitaria si prevede l'impiego di tecnologia in pompa di calore geotermica con scambio con il terreno abbinato a un campo solare sia termico che fotovoltaico.

4.2. Descrizione tecnica

Il sistema di generazione, tenendo conto del nuovo involucro più performante, sarà in grado di soddisfare le seguenti prestazioni minime:

Inverno:

Condizioni esterne di progetto: temperatura - 7°C.

Condizioni interne: temperatura 20±1°C.

4.2.1. Sistema VRV per il riscaldamento

In sostituzione al sistema di generazione precedente, che viene totalmente dismesso, si prevede l'installazione di un sistema VRV.

I sistemi di climatizzazione VRV riducono i consumi di energia e ottimizzano le prestazioni stagionali grazie a unità interne ed esterne altamente efficienti, tecnologie innovative e sistemi di controllo intelligenti per la gestione dell'energia.

In particolare, per coprire il fabbisogno verrà installata un'unica unità esterna collegata a più unità interne localizzate nei diversi locali.

Tale sistema dovrà essere perfettamente funzionante fino ad una temperatura esterna di -20 °C. L'unità esterna potrà essere installata in adiacenza all'esistente caldaia, avendo dimensioni compatibili con lo spazio disponibile.

La sostituzione del sistema di generazione si accompagna con l'installazione di adeguate reti e tubazioni, la sostituzione delle attuali pompe di circolazione, l'integrazione dell'isolamento del sistema di distribuzione e la predisposizione di adeguati strumenti di regolazione e controllo.

4.2.2. Recuperatore di calore

Nei dispositivi di ventilazione meccanica forzata il recuperatore di calore ha il compito di trattenere il calore e l'energia termica contenuti nell'aria in uscita, per poi cederli all'aria nuova in entrata.

In questo modo è possibile ridurre i consumi del riscaldamento in inverno e della climatizzazione in estate, consentendo così un notevole risparmio.

In tutti i locali sarà prevista l'installazione di recuperatori di calore caratterizzati da un sistema di recupero statico in controcorrente. Mediante tale impianto, di efficienza pari e non inferiore al 92%, sarà possibile garantire la portata d'aria prevista dalla UNI 10339 per ogni ambiente, garantendo delle prestazioni superiori al protocollo Erp 2021.

4.2.3. Pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria

Per la produzione di acqua calda sanitaria è prevista l'installazione di sistemi più performanti rispetto all'attuale sistema esistente. In particolare, per i bagni dell'edificio, si prevede una pompa di calore con accumulo integrato.

4.2.4. Integrazione del sistema di distribuzione

L'attuale sistema di distribuzione, dove necessario, verrà integrato dell'isolamento ai fini di rispettare i limiti previsti dal D.P.R. 412/93.

Le attuali pompe di circolazione presenti verranno sostituite con delle nuove pompe elettroniche a portata variabile, in funzione della taglia della pompa.

5. Installazione di pannelli fotovoltaici

5.1. Obiettivo

L'obiettivo principale dell'installazione di pannelli fotovoltaici nel complesso è quello di garantire l'autoalimentazione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Ciò comporterebbe una riduzione sostanziale della spesa energetica per l'approvvigionamento dell'elettricità, rilevante vettore energetico dell'edificio.

5.2. Descrizione tecnica

È prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica sulla nuova copertura orizzontale, ovvero la superficie maggiormente interessata dall'irraggiamento solare.

Il peso dei pannelli previsti non comporterà delle criticità strutturali al solaio di copertura.

Essi saranno facilmente agganciabili alla struttura di copertura tramite dei dispositivi di fissaggio.

6. Installazione di pannelli solari termici

6.1. Obiettivo

L' impianto **solare termico** è un sistema di riscaldamento che può essere utilizzato per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento, sfruttando la disponibilità gratuita dell'energia prodotta dal sole.

6.2. Descrizione tecnica

Il pannello solare termico (la denominazione tecnica è collettore solare) è un dispositivo per la conversione della radiazione solare in energia termica ed il suo trasferimento, verso un accumulatore termico per un uso successivo: produzione di acqua calda (sanitaria o di processo), riscaldamento degli ambienti, raffrescamento solare (solarcooling).

È prevista l'installazione di collettori solari sulla nuova copertura orizzontale.

7. Sostituzione dei corpi illuminanti interni ed esterni

7.1. Obiettivo

Tramite la sostituzione delle energivore lampade presenti è possibile quasi dimezzare la potenza installata e abbattere di circa il 40% gli attuali consumi energetici per l'illuminazione.

7.2. Descrizione tecnica

Si prevede la sostituzione delle lampade interne ed esterne con delle nuove a led più performanti a parità di flusso luminoso emesso. Mediante tale accorgimento è quasi possibile dimezzare la potenza installata.

Le lampade interne ed esterne saranno dotate di sensori presenza /luminosità/crepuscolari con efficienza della sorgente non inferiori a 150 lm/W e ove possibile energeticamente autonome.

8. Riqualficazione acustica

8.1. Obiettivo

L'intervento da un punto di vista acustico punta a garantire il rispetto dei requisiti di cui alla norma UNI 11367 congruenti con il raggiungimento della classe I, massimo livello qualitativo oggi raggiungibile per quanto concerne le prestazioni di involucro edilizio ed impianti. In merito alla qualità degli spazi interni, il progetto garantirà il raggiungimento dei requisiti ottimali indicati sempre dalla norma UNI 11367.

8.2. Descrizione tecnica

Il decreto di riferimento che stabilisce a livello nazionale i limiti che i R.A.P devono rispettare è il D.P.C.M. 5/12/97.

I requisiti acustici passivi di un edificio (R.A.P.) sono degli indici che caratterizzano il comportamento dei suoi elementi nei confronti delle sorgenti sonore interne e/o esterne all'edificio stesso. Essi sono:

- $R'w$: indice di potere fonoisolante apparente
- $D2mTw$: indice di isolamento acustico di facciata
- L'_{nw} : indice di livello di rumore di calpestio di solai
- L_{ASmax} : livello massimo di pressione sonora ponderata A misurata con costante di tempo slow
- L_{Aeq} : livello equivalente di pressione sonora ponderata A

9. Tabella di sintesi interventi

A conclusione della relazione tecnica si riportano gli interventi di efficientamento energetico al fine di ottenere un edificio nZEB.

INTERVENTI PROPOSTI PER L' EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
<i>Isolamento parete esterna a cappotto</i>
<i>Isolamento del solaio (pavimento) verso il terreno</i>
<i>Isolamento solaio di copertura</i>
<i>Sostituzione dei serramenti</i>
<i>Installazione di pannelli fotovoltaici</i>
<i>Installazione di pannelli solari</i>
<i>Installazione di sistema VRV (unità esterna)</i>
<i>Installazione di sistema VRV (unità interna)</i>
<i>Installazione di dispositivi per la ventilazione meccanica controllata</i>
<i>Installazione di pompe di calore per produzione di acs</i>
<i>Sostituzione di corpi illuminanti con LED</i>