



Comune di Villa di Serio
Provincia di Bergamo




FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NextGenerationEU

Intervento PNRR – M4C1 3.3

**Progetto di fattibilità tecnico-economica (art.41 del d.lgs.
31 marzo 2023, n. 36), coordinamento della sicurezza in
fase di progettazione dei lavori di messa in sicurezza ed
efficientamento energetico della scuola
secondaria di primo grado di villa di serio (BG):
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CENTRALE TERMICA
COD. CUP: J13C22000740001**

Via Roma –via Doise

Data: 30.06.2023

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaborato M1 | RELAZIONE GENERALE |
| Il Tecnico | Ing. Francesca Magri Iscrizione Ordine Ingegneri Bergamo n. 2677  |



Sommario

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. OBIETTIVI GENERALI | 3 |
| II. INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 4 |
| III. DATI TECNICI IMPIANTI ESISTENTI | 5 |
| IV. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO E OBIETTIVI BASE PER LA PROGETTAZIONE | 9 |
| V. SPECIFICI REQUISITI TECNICI DA SODDISFARE | 12 |
| VI. ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 13 |
| VII. RIEPILOGO ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI | 14 |
| VIII. CALCOLO E PREDISPOSIZIONE CRONOPROGRAMMA | 15 |

I. OBIETTIVI GENERALI

L'intervento di riqualificazione energetica dell'impianto termico di climatizzazione invernale e produzione acqua calda sanitaria della scuola Secondaria di Primo Grado sito a Villa di Serio in via Doise è finalizzato al perseguimento dei seguenti obiettivi principali:

1. Obiettivo di non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali
Obiettivi di Risparmio Energetico
2. Obiettivi di Riduzione degli inquinanti emessi
3. Contribuire sostanzialmente alla mitigazione dei cambiamenti climatici
4. Riduzione delle operazioni di manutenzione straordinaria legate ai continui guasti localizzati entro la scuola e sulle linee di fornitura calore
5. Miglioramento delle condizioni di vivibilità ambientale
6. Migliore sfruttamento dell'impianto fotovoltaico esistente
7. Obiettivi di immagine rispetto alla popolazione, quale esempio positivo circa gli obiettivi di "sostenibilità ed innovazione" rispetto alle buone pratiche di "non arrecare danno significativo all'ambiente"
8. Stabilire una linea di efficientamento energetico che sia da esempio per l'intero complesso di edifici, finalizzato in ultimo all'eliminazione totale della fonte fossile dall'intero complesso

Verranno seguite le disposizioni della:

Missione 4 – Componente 1 - M4C1I3.3 "Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica"

Oltre a quanto sopra, c'è da annotare che la scuola secondaria è attualmente oggetto di un importante intervento riqualificazione strutturale ed energetica in fase di progettazione esecutiva in ambito di finanziamento mediante PNRR. Gli interventi di isolamento previsti porteranno ad un importante riduzione dei fabbisogni energetici per riscaldamento, rimane però fondamentale adeguare il sistema impiantistico di generazione del calore alle nuove esigenze termiche, così da ridurre le dispersioni energetiche.

II. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La scuola oggetto d'intervento è un edificio edificato nei primi anni settanta ed inserito in un più ampio complesso dove trovano luogo oltre alla scuola secondaria primo grado, la scuola primaria, il bocciodromo ed il centro sociale.

Nell'immagine sottostante sono evidenziati i diversi edifici, in rosso l'attuale centrale termica.



III. DATI TECNICI IMPIANTI ESISTENTI

L'impianto termico per la produzione di riscaldamento ed acqua calda sanitaria della scuola primaria di secondo grado fa capo ad una centrale termica unica evidenziata in rosso nell'immagine a pagina precedente che serve tutti gli edifici.

La centrale termica del campus da un punto di vista energetico è stata oggetto di ristrutturazione nel 2002, in quell'occasione sono state installate due caldaie tradizionali da 700 kW/cad, con pompe, regolazione e sistema di telecontrollo.

Indicazione dei volumi riscaldati relativi alla sola scuola secondaria di primo grado:

| Piano seminterrato | Area | Volume |
|-----------------------|---------|---------|
| Palestra piccola 3,5 | 256,12 | 896,42 |
| Palestra grande 6 | 353,95 | 2123,68 |
| Palestra grande 3,5 m | 40,67 | 142,34 |
| Restante 3,5 m | 735,04 | 2572,64 |
| TOT. | 1385,77 | 5735,08 |

| Piano rialzato | Area | Volume |
|----------------|---------|---------|
| Restante 3,5 m | 1040,98 | 3643,43 |
| TOT. | 1040,98 | 3643,43 |

| Piano primo | Area | Volume |
|----------------|--------|---------|
| Restante 3,5 m | 920,64 | 3222,23 |
| TOT. | 920,64 | 3222,23 |

| | | |
|--------|---------|----------|
| TOTALE | 3347,39 | 12600,74 |
|--------|---------|----------|

CENTRALE TERMICA ESISTENTE:

COMBUSTIBILE: Gas metano

SISTEMA GENERAZIONE: N.2 Caldaie tradizionali UNICAL ELL760, Pn: 580-760 Kw, Pf: 630-830,0 kW, anno 2002

BRUCIATORE: Riello RS 70 Pn: 192-814 kW

SISTEMA DISTRIBUZIONE: n.7 zone termiche facenti capo al collettore di distribuzione con n.7 pompe tradizionali a velocità fissa

SISTEMA EMISSIONE: in prevalenza radiatori e ventilconvettori

SISTEMA REGOLAZIONE: regolazione climatica che agisce direttamente sulle n.7 valvole di miscelazione delle varie zone termiche.

L'impianto termico per la produzione di acqua calda sanitaria fa capo ad un bollitore a fiamma diretta a gas metano del tipo B a tiraggio naturale.

Il produttore situato all'interno della centrale termica ha rendimenti bassi, in linea con la tecnologia degli anni ottanta, e le linee di distribuzione dell'acqua calda sanitaria hanno rilevanti dispersioni energetiche poiché sono molto lunghe.

CONSUMO MEDIO ULTIMI TRE ANNI DELL'INTERA CENTRALE TERMICA A SERVIZIO DELL'INTERO COMPLESSO: 63.480 mc

Il sistema di emissione esistente è del tipo radiatori in ferro per la scuola e aerotermi per le due palestre interne all'edificio.



Foto: 1 Caldaie e bruciatori



Foto 2: Collettore pompe tradizionali con valvole miscelatrici



Figura 3: Radiatore originale del periodo costruttivo



Figura4: Bollitore a gas

IV. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO E OBIETTIVI BASE PER LA PROGETTAZIONE

Lo studio della situazione esistente ha permesso di delineare alcune linee guida per l'efficientamento energetico e la razionalizzazione degli impianti di climatizzazione invernale e di produzione ACS per la scuola e per le palestre.

In particolare l'immobile, al fine di ridurre gli importanti consumi di gas metano, verrà staccato dalla centrale termica esistente in favore di una nuova centrale termica dedicata solo alla scuola secondaria di primo grado che sarà posizionata sotto l'edificio esistente.

Saranno perseguiti gli obiettivi delineati dalla

Missione 4 – Componente 1 - M4C1I3.3 "Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica"

obiettivo principale:

contribuire al recupero climatico, aumentando la sicurezza e riducendo i consumi energetici degli edifici scolastici.

contribuire al miglioramento delle classi energetiche con conseguente riduzione dei consumi e di emissione di CO2.

L'investimento non deve comprendere l'approvvigionamento di caldaie a gas naturale.

Si prevede la realizzazione del riscaldamento mediante un sistema in pompa di calore in grado di provvedere anche al raffrescamento estivo, posizionate all'esterno e collegate con tubazioni tipo preisolato da teleriscaldamento al vano tecnico.

In vano tecnico saranno presenti n. 5 pompe con inverter, una per ciascuna zona termica.

Ogni locale con presenza di persone, aule o uffici, saranno dotate di ventilconvettori e di un sistema individuale per il rinnovo aria del tipo VMC con recuperatore di calore e silenziatori.

Per fornire energia elettrica al sistema si sfrutterà l'impianto fotovoltaico esistente sopra l'intera copertura che ha una potenza di picco di 60 kW.

In caso di mancanza si prevede la realizzazione di una cabina di trasformazione che sarà realizzata in posizione baricentrica rispetto al complesso e che avrà

dimensioni idonee per ospitare nel futuro ulteriori apparecchiature che potrebbero essere necessarie.

Descrizione dettagliata del progetto viene data entro gli elaborati descrittivi e grafici, ove vengo date indicazioni delle caratteristiche tipologiche, funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie della soluzione progettuale prospettata.

Nella tabella seguente si specificano le scelte effettuate con evidenza per ciascun intervento degli obiettivi posti alla base della progettazione.

| INTERVENTO | OBIETTIVO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OPERE IMPIANTI MECCANICI | |
| Nuova centrale termica posizionata sotto all'edificio servito | . Riduzione perdite termiche distribuite |
| Sistema di generazione: - n.2 pompe di calore aria-acqua per riscaldamento e raffrescamento. - PDC con n. 4 compressori e n.2 circuiti frigoriferi ciascuna | . Eliminazione fonte fossile . Miglioramento del comfort . Parziale ridondanza degli apparecchi (1,5 v.) per eliminare il fermo completo dell'impianto in caso di guasto |
| Sistema di accumulo: n.1 accumulo inerziale in centrale servizio dei generatori | |
| Sistema di distribuzione: - nuove linee dalle PDC alla sottostazione - nuove linee di distribuzione del fluido termico all'interno della scuola - nuove pompe di distribuzione ad inverter | . Riduzione perdite termiche per distribuzione per inserimento nei locali condizionati . Eliminazione continue riparazioni sulle linee principali e sulle linee interne alla scuola . Aumento efficienza per inverter |
| Sistema di emissione: rifacimento nelle aule ed uffici in favore di ventilconvettori ad acqua utili per riscaldamento e raffrescamento. Selezione alla minima velocità Ogni apparecchio sarà dotato di un sistema elettrico di bilanciamento del flusso termico | . Eliminazione continue riparazioni sui radiatori interni alla scuola . Comfort invernale ed estivo ed abbattimento dell'umidità relativa . Comfort acustico |
| Sistema di regolazione: - PDC: mediante regolazione specifica del costruttore, possibilità di remotazione - in CT: OROLOGIO Programmatore generale, Comando singole pompe di zona mediante segnale proveniente dai locali serviti: ON pompa solo per ON di almeno un locale - negli ambienti: Termostato presente in ciascun locale per il comando degli apparecchi presenti | . Riduzione degli sprechi energetici: accensione delle linee (sprechi energetici) solo alla richiesta di un utente |
| Produzione Acqua calda sanitaria: per ciascuno spogliatoio palestra verrà installata una pompa di calore ad accumulo, internamente ai locali per i bagni della scuola, senza docce, sarà posizionato un bollitore elettrico da 30 litri. | . Eliminazione fonte fossile . Aumento efficienza energetica . Eliminazione perdite termiche di distribuzione |
| Ventilazione meccanica controllata: di tipo individuale, con recuperatore di calore, comando manuale/automatico, con silenziatori | . Aumento condizioni di comfort e riduzione degli inquinanti interni . Risparmio energetico per l'eliminazione dei rinnovi aria mediante aperture delle finestre |
| OPERE IMPIANTI ELETTRICI | |
| Predisposizione di cabina di trasformazione per la ricezione dall'ente dell'energia elettrica necessaria per il funzionamento degli impianti meccanici, completa di vani a servizio ed oneri. Dimensionamento dei locali e delle linee con l'idea della futura alimentazione anche degli altri edifici del complesso. | . Futura dismissione dell'intera centrale termica a metano per la conversione elettrica del plesso. |

V. SPECIFICI REQUISITI TECNICI DA SODDISFARE

Per le valutazioni del presente progetto si deve tener conto che la riqualificazione dell'impianto termico è inserito in un più ampio progetto di riqualificazione energetica globale dell'edificio.

Inoltre,

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce all'articolo 18, che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio del DNSH.

Quindi, gli specifici parametri prestazionali /prescrittivi adottati nello studio PTFE sono i seguenti:

| NORMA AMBITO | PRESCRIZIONE |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NON ARRECARRE DANNO SIGNIFICATIVO ALL' AMBIENTALE DNSH | Esplicita esclusione caldaie a gas |
| DM 26 giugno 2015 | Riqualificazione importante In alternativa $EP_{gl,tot} \leq 70\% \times EP_{gl,tot} \text{ iniziale}$ |
| DM 26 giugno 2015 | Relazione tecnica Ex Legge 10/91 |
| Legge 48/2021 | Edificio NZEB |
| CAM | Dovrà essere predisposta adeguata relazione CAM |
| CAM | Prescrizioni e comfort acustici DPCM 5-12-1997 e UNI 11367 e UNI 11532- 2 |
| CAM | Diagnosi energetica conforme alle norme UNI CEI EN 16247-1 e UNI CEI EN 16247-2 |
| CAM | Rinnovo aria meccanica con portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339, UNI EN 16798-3:2018 (4 l/s/p) |

VI. ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'intervento dovrà essere inquadrato nel complesso archivio di norme e leggi nazionali, regionali ed europee in merito al risparmio energetico potenziali impatti degli interventi sugli obiettivi ambientali.

Si riportano di seguito le principali legislazioni in vigore che andranno attenzionate in maniera speciale, con la consapevolezza che non si tratti di un elenco esaustivo:

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108 "Linee Guida del MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC Linee Guida del MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC" |
| Regolamento (UE) 2020/852 cd. "Regolamento Tassonomia" degli investimenti sostenibili |
| Regolamento (UE) 2021/241 |
| Circolare n. 32 del 30/12/2021 del Ministero dell'Economia e delle Finanze, agg. Circolare 33 del 13 ottobre 2022 |
| Criteri Ambientali Minimi (CAM) DM 23 giugno 2023 n.256 |
| DECRETO REQUISITI MINIMI (DECRETO 26 GIUGNO 2015) Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici |

VII. RIEPILOGO ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

La valutazione del costo dell'intervento è stata effettuata sulla base del progetto predisposto, con l'applicazione del listino OO.PP. Regione LOMBARDIA e dei prezzi di mercato degli apparecchi previsti.

In allegato sono disponibili i computi metrici predisposti per ciascuna categoria di lavoro.

In particolare scendendo nel dettaglio le opere da eseguirsi sono state come di seguito suddivise:

| CAPITOLO DI SPESA | | | | | IMPORTO OPERE |
|------------------------------------------------------|-----|--|--|--|---------------------|
| OPERE MECCANICHE PER RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO: | | | | | 549 171,37 € |
| INCIDENZA ASSISTENZA EDILE | 19% | | | | 103 202,56 € |
| OPERE ELETTRICHE PER IMPIANTO DI RISCALDAMENTO: | | | | | 95 732,34 € |
| INCIDENZA ASSISTENZA EDILE | 19% | | | | 18 189,14 € |
| OPERE ELETTRICHE PER CABINA DI TRASFORMAZIONE: | | | | | 111 827,46 € |
| OPERE EDILI PER CABINA DI TRASFORMAZIONE: | | | | | 36 846,06 € |
| INCIDENZA ASSISTENZA EDILE | 19% | | | | 28 247,97 € |
| ONERI PER LA SICUREZZA: | | | | | 3% 28 296,51 € |
| | | | | | |
| | | | | | 971 513,41 € |

VIII. CALCOLO E PREDISPOSIZIONE CRONOPROGRAMMA

Al fine della redazione del Cronoprogramma, si rende necessario ed auspicabile fornire elementi di indirizzo sul metodo di calcolo e sulla rappresentazione grafica dei risultati ottenuti precisando che le operazioni di stesura dello stesso sono state eseguite in sequenza logica che, sinteticamente, si riportano di seguito e che saranno oggetto di precisazioni nel corpo della presente relazione:

1. individuazione di Lavorazione e assegnazione degli importi di manodopera;
2. assegnazione del numero di lavoratori;
3. assegnazione Costo Orario della Manodopera;
4. calcolo dei Giorni Lavorativi Necessari;
5. calcolo dei Giorni Consecutivi necessari;
6. Diagramma rappresentativo del Cronoprogramma

Per il calcolo del Numero dei Giorni Consecutivi necessari all'esecuzione dei lavori, si è tenuto conto che i giorni lavorativi Utili nel corso di un anno solare è pari a 236, risultato ottenuto decurtando, dai canonici 365 giorni, n. 116 giorni fra festività, ferie e riposi.

IPOTESI

| | | | | |
|---------------------------------------------------------|--|-----------|------------|--|
| Percentuale media della manodopera: | | MECCANICI | 25% | |
| | | ELETTRICI | 40% | |
| | | EDILI | 30% | |
| | | | | |
| costo orario medio manodopera per i lavori esecutivi in | | | 24,5 €/ora | |

Per ottenere il Numero dei Giorni Lavorativi (NGL) necessari si è proceduto ad un semplice calcolo matematico con l'ausilio della formula che qui riportiamo

$$NGL = (I \times P) / C / N / O$$

Indicando con:

I = Importo Gruppo Omogeneo di Lavorazione

P = Percentuale incidenza della manodopera

C = Costo Orario della Manodopera

O = Numero Lavoratori previsti

N = Numero ore giornaliera (di norma n. 8)

Per il calcolo del Numero dei Giorni Consecutivi necessari all'esecuzione dei lavori, si è tenuto conto che i giorni lavorativi Utili nel corso di un anno solare è pari a 236, risultato ottenuto decurtando, dai canonici 365 giorni, n. 116 giorni fra festività, ferie e riposi.

Al fine della determinazione, quindi, del NGC si applica la seguente formula risolutiva:

$$\text{NGC} = \text{NGL} \times 365 / 236$$

| GIORNI LAVORATIVI NECESSARI | | | |
|--------------------------------------------|----------|----|-----------|
| NGL = (I x P) / C / N / O | | | |
| Indicando con: | | | |
| I = Importo Gruppo Omogeneo di Lavorazione | | | |
| P = Percentuale incidenza della manodopera | | | |
| C = Costo Orario della Manodopera | | | |
| O = Numero Lavoratori previsti | | | |
| = N. 4 PER CIASCUNA CAT. | | | |
| N = Numero ore giornaliere (di norma n. 8) | | | |
| NGL = | 175,1184 | GG | MECCANICI |
| | 105,8979 | | ELETTRICI |
| | 71,35934 | | EDILI |
| | 352,3756 | | |
| NGC = NGL x 365 / 236 | | | |
| NGC = | 544,9877 | | |

Quindi il lavoro previsto per una persona corrisponde a 1841,68 gg, mentre considerando di avere almeno due squadre (n.4 persone) per tipologia di lavorazione si avranno 545 giorni.