



**Comune di Pollina**  
**CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO**

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
MESSA IN SICUREZZA ED  
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO  
DEI PLESSI SCOLASTICI – ISTITUTO GAGINI

## **PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Il R.U.P.</b>	<b>Il Progettista</b>
<b>Il Sindaco</b>	

<b>VISTI</b>
--------------

<b>NR. ELABORATO</b> <b>R1.01</b>	<b>OGGETTO</b> <b>RELAZIONE GENERALE</b>	<b>DATA</b> <b>Novembre 2017</b>
		<b>SCALA</b> -

## RELAZIONE TECNICA

### PREMESSA

Il presente progetto prevede “Lavori di manutenzione straordinaria, messa in sicurezza ed efficientamento energetico del plesso scolastico – Istituto Gagini”; con tali lavori si prevede la riqualificazione energetica dell'involucro edilizio dell'edificio scolastico (con annessi piccoli interventi di manutenzione) Istituto Comprensivo Gagini di via Leonardo Sciascia di Finale di Pollina.

### INCARICO

Il sottoscritto Ing. Orazio Amenta ha ricevuto l'incarico per la progettazione degli interventi di efficientamento energetico del plesso in oggetto adibito ad edificio scolastico ed è stato nominato Responsabile Unico del Procedimento per i lavori di cui in oggetto con determina del Responsabile del Servizio

### LOCALIZZAZIONE

L'edificio Scolastico (I.C. Gagini) ha un ingresso principale su via Leonardo Sciascia.

L'immobile è individuabile dalle seguenti coordinate (WGS84):

Lat.: 38.018006°N Long.: 14.162270°E Quota: 0 m s.l.m.



## **STATO DI FATTO**

L'edificio scolastico è costituito da due corpi rettangolari collegati tra loro nella parte centrale ed è composto da due piani fuori terra (piano terra e piano primo).

L'accesso dal piano terra e al piano superiore avviene per mezzo di una scala interna ed una esterna di sicurezza.

Le strutture risultano essere realizzate con telaio in cemento armato e, come gli orizzontamenti, non protetti da alcuna "fodera" esterna, a contenimento dei fenomeni di trasmittanza ed induzione caldo/freddo e di dispersione termica; le murature di compagno risultano realizzate con blocchetti di pomice cemento e gli infissi sono di tipo tradizionale (alluminio privo di taglio termico) ed alcuni privi di vetrocamera.

Sono presenti segni di distacco di porzioni dell'intonaco esterno e dello strato copriferro degli elementi strutturali in c.a.

## DESCRIZIONE FOTOGRAFICA







## **DIAGNOSI ENERGETICA DELL'EDIFICIO**

E' stata effettuata una diagnosi energetica dell'edificio, da un EGE (certificato XPERT-EGE/16/2838 rilasciato dall'organismo AJA Registrars Europe S.r.l. accreditato ACCREDIA) certificato ai sensi delle Norme UNI CEI 11339:2009 - Decreto legislativo 4 Luglio 2014 n.102; da tale diagnosi, effettuata con l'ausilio di un software per la certificazione energetica (approvato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) e conforme alle norme UNI TS Parte 1 e Parte 2.) è stato possibile fare una valutazione di confronto tra i consumi e le dispersioni della situazione ante intervento e quella post intervento. Nell'elaborato "Diagnosi Energetica" sono riportati in dettaglio i calcoli e le valutazioni.

### Caratteristiche di utilizzo dell'edificio

L'intervento di efficientamento energetico riguarda l'intero plesso Scolastico caratterizzato dalla presenza di locali così utilizzati:

- Scuola Elementare;
- Scuola Media;
- Uffici.
- Palestra.
- Loc. Tecnici.

## **DESCRIZIONE DEI LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DA REALIZZARE**

Le opere previste nel presente progetto di efficientamento energetico posso così riassumersi:

- A.1 sistema di isolamento a cappotto esterno;
- A.2 sistema di isolamento del tetto;
- A.3 sostituzione degli infissi esterni,
- A.4 installazione di un impianto fotovoltaico;
- A.5 realizzazione di sistemi BACS.
- A.6 Sostituzione del generatore di calore.

### **A.1) – SISTEMA SISTEMA DI ISOLAMENTO A CAPPOTTO ESTERNO**

L'Intervento previsto nel caso specifico, prevede di dotare l'intera struttura di un sistema di isolamento a cappotto esterno con un rivestimento termoisolante e fonoisolante a "cappotto", su superfici esterne verticali (secondo la norma ETAG 004). Sarà costituito da:

lastre di lana di roccia dallo spessore minimo di 5 cm, con rasante-collante su tutto il perimetro oltre il fissaggio con tasselli ad espansione a taglio termico a vite ; sulla predetta lastra sarà incollata una rete in fibra di vetro, per il corretto ancoraggio alla rasatura armata. Successivamente allo strato di rasatura armata sulle lastre in lana di roccia, si applicherà un rasante-collante e rete in fibra di vetro con maglia 5x5 mm, non inferiore a 150 g/m<sup>2</sup>. Il sistema risulterà finito con intonachino con grana minima 1,5 mm, acril-silossanico antimuffa e antialga, altamente permeabile al vapore e altamente idrorepellente,

Il cappotto termico previsto verrà realizzato con **materiale ecocompatibile certificato**.

## **A.2) – SISTEMA DI ISOLAMENTO DEL TETTO**

Per quanto riguarda la copertura dell'edificio, che è un tetto piano a diverse quote, con struttura portante in c.a. e blocchi alleggeriti, allo stato attuale risulta coperta da uno strato di protezione bituminosa

tegole privo di un sottostrato di protezione o isolamento. Necessita rimuovere il manto di tegole perché risulta danneggiato in più punti.

E' opportuno intervenire sulla copertura per molteplici aspetti: fermare le infiltrazioni di acqua piovana in alcuni punti che stanno arrecando danno alle strutture orizzontali; eliminare le dispersioni termiche che incidono notevolmente nel computo globale dei fabbisogni termici.

Si è prevista pertanto la realizzazione di un pacchetto termo isolante applicato sull'attuale tetto al fine di creare uno schermo alle rientrate di calore o alle dispersioni.

In particolare verrà collocato un sistema di isolamento, di spessore 10 mm, costituito da pannello monolitico strutturale con fibra di vetro alluminio ; la trasmittanza totale della superficie opaca orizzontale sarà non superiore a 0,31 W/m<sup>2</sup>K

## **A.3) – SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI**

Si prevede la sostituzione di infissi esterni con vetrocamere e vetri stratificati al fine di rendere coibentati e sicuri tali spazi. Infatti al fine di eliminare una rilevante fonte di pericolo nell'edificio in oggetto è stata prevista la sostituzione totale delle finestre esistenti (in alluminio privi di taglio termico, guarnizioni ecc. e vetri frangibili) con serramenti realizzati con profili di serramenti esterni realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, costruiti con sezione interna pluricamera. L'infisso è stato previsto con una trasmittanza termica complessiva U (calcolata secondo il procedimento previsto dalla

norma UNI EN 10077-1 non superiore ai valori limite imposti per zona climatica secondo quanto indicato nei D.Lgs. 192/05 e s.m.i) non superiore a 1,53 W/(m<sup>2</sup>/K).

E' prevista la realizzazione di opere preliminari di preparazione del vano nel quale alloggiare le suddette finestre finalizzate ad eliminare il ponte termico. In particolare verranno poste in opera delle lastre in pvc, complete di gocciolatoio per il raccordo dei vani finestra e il sistema a cappotto, in luogo dell'attuale rivestimento in lamierino ormai in più parti degradato.

#### **A.4) REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO.**

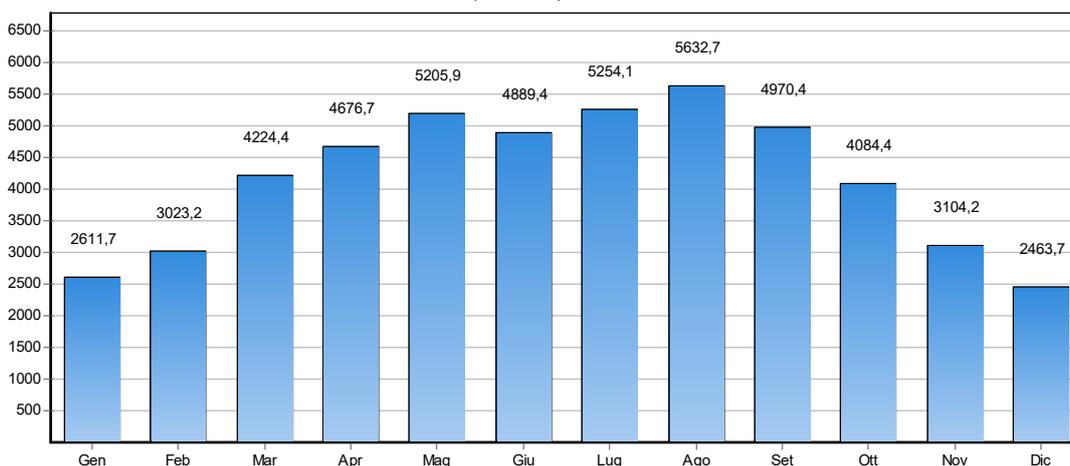
E' prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico dalla potenza totale di 36 kW da installare sul tetto dell'edificio Scolastico. I moduli saranno bullonati, con appositi morsetti, su strutture in alluminio zavorrate o comunque rese solidali con la struttura. Le barre di alluminio saranno collegate con apposite staffe al cordolo del muretto d'attico mediante tasselli ancorati con sostanze chimiche. L'impianto occuperà uno spazio di 241,44 m<sup>2</sup> circa, l'energia totale annua prodotta è stimata in **50.140,81 kWh** come da prospetto di seguito riportato:

Energia media mensile prodotta [kWh]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2611,7	3023,2	4224,4	4676,7	5205,9	4889,4	5254,1	5632,7	4970,4	4084,4	3104,2	2463,7

Energia media mensile prodotta [kWh]

in presenza di profilo orizz.



Tale produzione coprirà la totalità dei consumi annui dell'edificio scolastico, stimati in circa 30.000 kWh ottenendo un beneficio economico ed ambientale quantificabile in:

- Emissioni evitate di CO<sub>2</sub> : 37.405,04 kg ;

- Coeff. di emissioni di CO2: 746,0 g/kWh
- Risparmio di combustibile: 9,38 TEP

### ***Sostituzione corpi illuminanti.***

E' prevista la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con lampade fluorescenti con nuovi corpi illuminanti, con lampada a LED. Il corpo illuminante previsto è di tipo dimmerabile; questo al fine di potere essere comandato, anche in modo puntuale, ed integrarsi con i sistemi BACS anch'achessi previsti nella presente proposta progettuale.

Questa soluzione prevede l'integrazione degli attuali corpi illuminanti, il cui numero e la disposizione è stata definita e calcolata, in modo tale da ottenere per i vari ambienti i livelli di illuminamento medi sotto riportati:

- Magazzini, depositi, disimpegni  $\geq 100$  lux
- Uffici  $\geq 400$  lux
- Aule  $\geq 400$  lux
- Corridoi, passaggi, scale  $\geq 100$  lux

## A.5) – SISTEMI BACS

### Premessa

E' stata prevista l'istallazione di un sistema BACS (building automation and control system).

Il sistema di controllo previsto, conforme alle norme EN ISO 16484 del Comitato Tecnico TC247, che fa capo ad un supervisore, è stato progettato per far in modo che i vari sistemi siano interoperabili e in grado di essere connessi a uno o più sistemi o dispositivi, di building automation o di controllo, anche di terze parti, mediante reti di comunicazione dati aperte o interfacce.

Gli impianti tecnici che si prevedono di controllare sono del tipo BACS/HBES per:

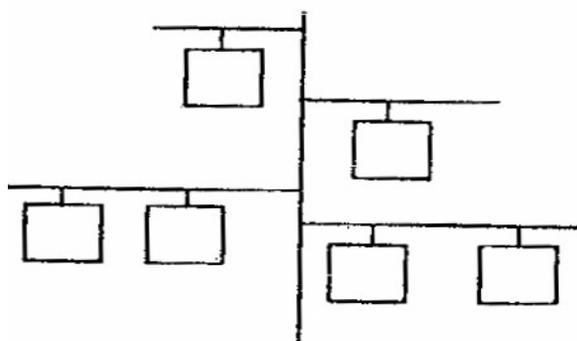
- Riscaldamento;
- Illuminazione;
- Controllo luminosità ambienti.

I sistemi consentiranno la supervisione e controllo ed in particolare:

- verifica dello stato dei dispositivi. In questo processo il supervisore opera tramite il rilievo dei dati in campo che verranno trasmessi all'unità di elaborazione per essere processati, visualizzati ed eventualmente archiviati. Inoltre sarà consentito il controllo dei dispositivi a distanza.

Il sistema elettrico/elettronico scelto è *di classe 1* (secondo la norma CEI EN 50090) con caratteristiche per le applicazioni di telecontrollo quali: il controllo, il monitoraggio, la misura, l'allarme, il trasferimento dati a bassa velocità (automazione e sicurezza).

La topologia scelta è ad albero, costituita da una dorsale aperta da cui partono rami che collegano più elementi.

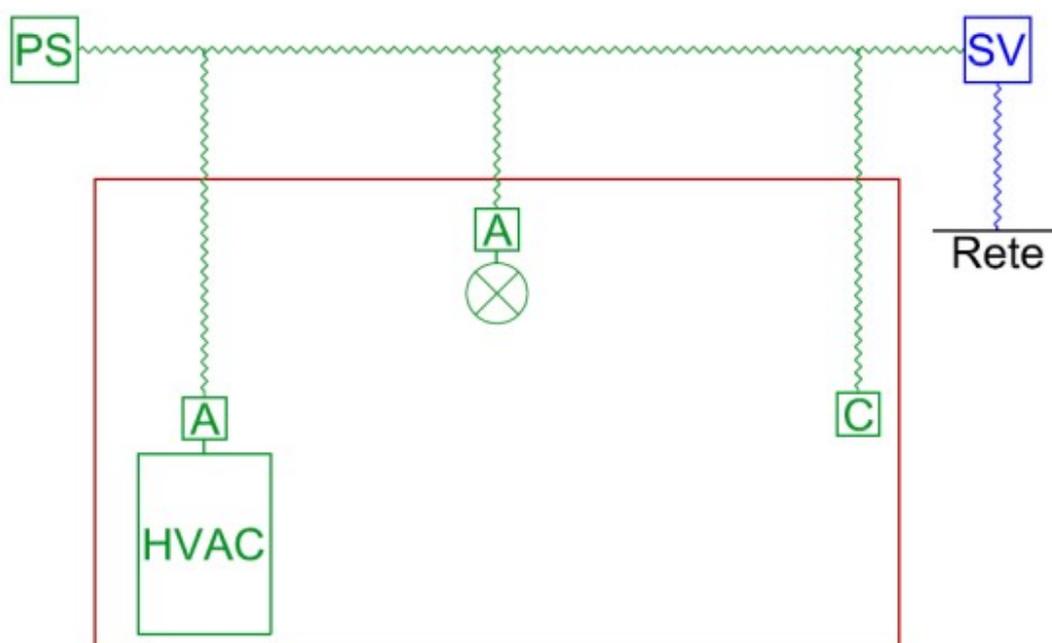


topologia ad albero

Le funzioni realizzate dai dispositivi BACS comprendono funzioni elementari e complesse; le funzioni elementari sono circoscritte al singolo dispositivo utilizzatore e possono essere

eseguite da quest'ultimo in modo individuale (accensione/spegnimento di un dispositivo); mentre le Funzioni complesse richiedono l'azione di più dispositivi, in modo coordinato, attraverso l'uso di logiche temporizzate o basate su eventi o grandezze rilevate ad esempio scenari.

E' stata prevista la modalità di esecuzione del sistema BACS, che controlla e supervisiona il sistema dell'illuminazione, come "Sistema distribuito con supervisore", in cui la logica di controllo consente la memorizzazione nel singolo dispositivo (per l'implementazione delle funzioni elementari) ma è presente un sistema di supervisione (per l'implementazione delle funzioni complesse) che si può interfacciare con una rete esterna.



#### Classi di efficienza energetica

Secondo la norma CEN / UNI EN15232 (Guida Tecnica CEI 205-18) "Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management" - "Prestazione energetica degli edifici – influenza dell'automazione, del controllo e della gestione di edificio" la classificazione, in relazione all'implementazione dei sistemi BACS, avviene in quattro classi che vanno da D ad A ed in particolare:

- Classe D "Non energy efficient" - *Impianti senza automazione, energeticamente non efficienti;*
- Classe C "Standard" - *Impianti con automazione realizzata con sistemi tradizionali o bus con funzioni di base;*

- Classe B “Advanced” - *Impianti con automazione realizzata con sistemi bus e funzioni di coordinamento centralizzato;*
- Classe A “High Energy Performance” - *Come Classe B, ma con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto.*

## SISTEMA BACS – CONTROLLO LUCI

L'impianto prevede l'installazione di due sistemi BACS.

Il primo prevede una supervisione e controllo del sistema di illuminazione interno. Considerato che è inoltre prevista l'installazione di corpi illuminanti a LED da 36 W dimmerabili, il sistema di telecomando, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici elettrici previsto consentirà la gestione dell'illuminazione mediante dimmeraggio 0..10V, previa acquisizione del valore dell'illuminazione di ogni singola stanza, autoregolando i corpi illuminanti, con taglio di fase su circuito su comando Off, oppure acquisendo i comandi locali esistenti; verrà effettuato anche il controllo di presenza umana all'interno dei locali.

Il sistema sarà composto per ogni singolo ambiente da un modulo di controllo per la gestione di 2 gruppi di accensione indipendenti, due sensori di presenza e luminosità per consentire la lettura del valore di luminosità e rilevare la presenza nell'ambiente per un risparmio energetico nella gestione dell'illuminazione.

i predetti moduli e corpi illuminanti saranno collegati tra loro con un bus di comunicazione che li sottopone ad una supervisione ed un controllo generale da parte di un modulo centralizzato. I moduli dislocati nei vari locali sono connessi, per il tramite di un bus, ad un modulo Master di governo degli Slave collegati; sul master sarà possibile eseguire comandi, impostare set point, programmazioni orarie, visualizzare i log e comunicare con l'esterno. Un modulo con 8 tasti con riscontro a led permette di accedere velocemente agli scenari. Il sistema potrà anche essere gestito via LAN con un WEBSERVER interno/esterno. Il sistema sistema di supervisione generale sarà composto da un modulo controllore del sistema BACS (- 12 Moduli indirizzabili. il bus sarà un cavo a 4 fili, 3x1mmq+1x0,5mmq schermato.

Tale sistema consentirà, secondo la norma EN15232 un classificazione (per quanto attiene il controllo dell'illuminazione):

- CONTROLLO PRESENZA                      **CLASSE A;**
- CONTROLLO LUCE DIURNA                  **CLASSE A;**

## Tabella di classificazione ( EN15232)

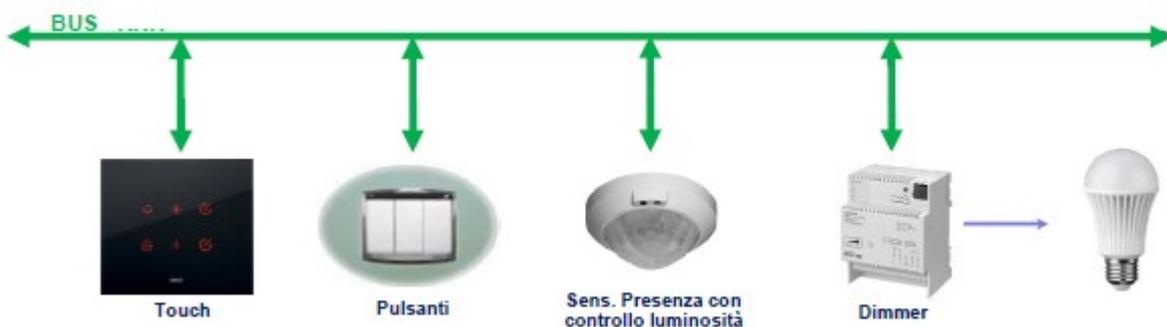
		Non residenziale			
		D	C	B	A
5	CONTROLLO ILLUMINAZIONE				
5.1	CONTROLLO PRESENZA				
0	Interruttore manuale ON/OFF	■			
1	Interruttore manuale ON/OFF + spegnimento automatico	■	■	■	
2	Rilevamento presenza	■	■	■	■
5.2	CONTROLLO LUCE DIURNA				
0	Manuale	■	■		■
1	Automatico	■	■	■	■

## Controllo illuminazione Classe A

### EN15232

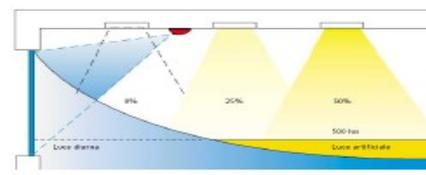
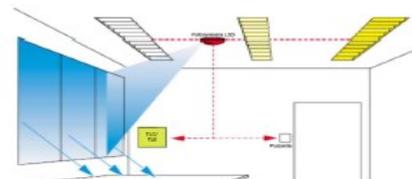
La funzione prevede:

- accensione manuale da pulsanti.
- regolazione della luminosità delle lampade in base alla luce proveniente dall'esterno.
- spegnimento manuale o comunque automaticamente entro 5 minuti trascorsi dall'ultima rilevazione di presenza.



### controllo illuminazione

- Richiesta minima di energia per soddisfare il livello di illuminamento stabilito
- Controllo adattativo all'interno dello stesso ambiente



## SISTEMA BACS – CONTROLLO RISCALDAMENTO

Il secondo impianto prevede l'installazione di un sistema BACS per il controllo del sistema di riscaldamento.

Il sistema intelligente di telecontrollo, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici termici sarà costituito da una centralina di regolazione termica multizone, un display di visualizzazione dei dati parametrici delle zone e ambienti, dei comandi elettronici per valvole radiatore termostatiche e termostattizzabili; ogni ambiente sarà dotato di un sensore di temperatura per il controllo della temperatura della singola zona o locale.

I predetti componenti dialogano tra loro con onde radio.

Tale sistema consentirà, secondo la norma EN15232 un classificazione (per quanto attiene il controllo del riscaldamento):

- CONTROLLO AUTOMATICO IN OGNI ZONA, CON CONTROLLO PRESENZA E COMUNICAZIONE PRESENZA **CLASSE A.**

**Tabella di classificazione ( EN15232 )**  
estratta dalla lista delle funzioni e requisiti minimi per le classi di efficienza

		Non residenziale			
		D	C	B	A
<b>CONTROLLO RISCALDAMENTO</b>					
<b>Controllo dell'emissione</b>					
0	Nessun controllo automatico	Red			
1	Controllo automatico centralizzato	Red			
2	Controllo automatico in ogni zona	Red	Yellow		
3	Controllo automatico in ogni zona con comunicazione	Red	Yellow	Green	
4	Controllo automatico in ogni zona con controllo presenza e con comunicazione	Red	Yellow	Green	Green (marked with X)

## SISTEMA BACS – CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

La norma europea EN15232 prevede come metodi per il calcolo del risparmio energetico discendente dai sistemi BACS due metodi: il Metodo DIRETTO e Metodo dei “BAC Factors”.

### Metodo DIRETTO

E' la procedura di calcolo analitica utilizzabile solo quando il sistema è completamente noto: involucro edificio, funzioni di controllo/comando/gestione dell'automazione, etc..

### Metodo dei “BAC Factors”

E' la procedura di calcolo su base statistica, che consente di fare una stima con un ottima approssimazione, utile sia nella fase iniziale di progetto che nella fase di verifica.

Il metodo adottato è quello dei “BAC Factors” che in dettaglio consente di stimare l'Impatto dell'automazione di edificio sul risparmio energetico conseguibile, simulazioni su un locale standard di riferimento considerando tempi di occupazione, profilo utente, tempo atmosferico, esposizione solare, etc.. . La stima viene effettuata per mezzo di tabelle con fattori di efficienza (BAC Factors) che, in funzione della tipologia d'uso dell'edificio e della Classe di Efficienza *dell'automazione* forniscono il risparmio energetico conseguibile.

Pertanto si avrà, estrapolando i dati dalle tabelle BAC Factors,:

<b>BAC Factors</b>	Destinazione d'uso	Classe di partenza - ante int.	Classe di arrivo – post int.	
Consumo riscaldamento	SCUOLA	<i>D</i>	<i>A</i>	<b>-33%</b>
Consumo Energia elettrica	SCUOLA	<i>D</i>	<i>A</i>	<b>-20%</b>

## Tabelle BAC Factors

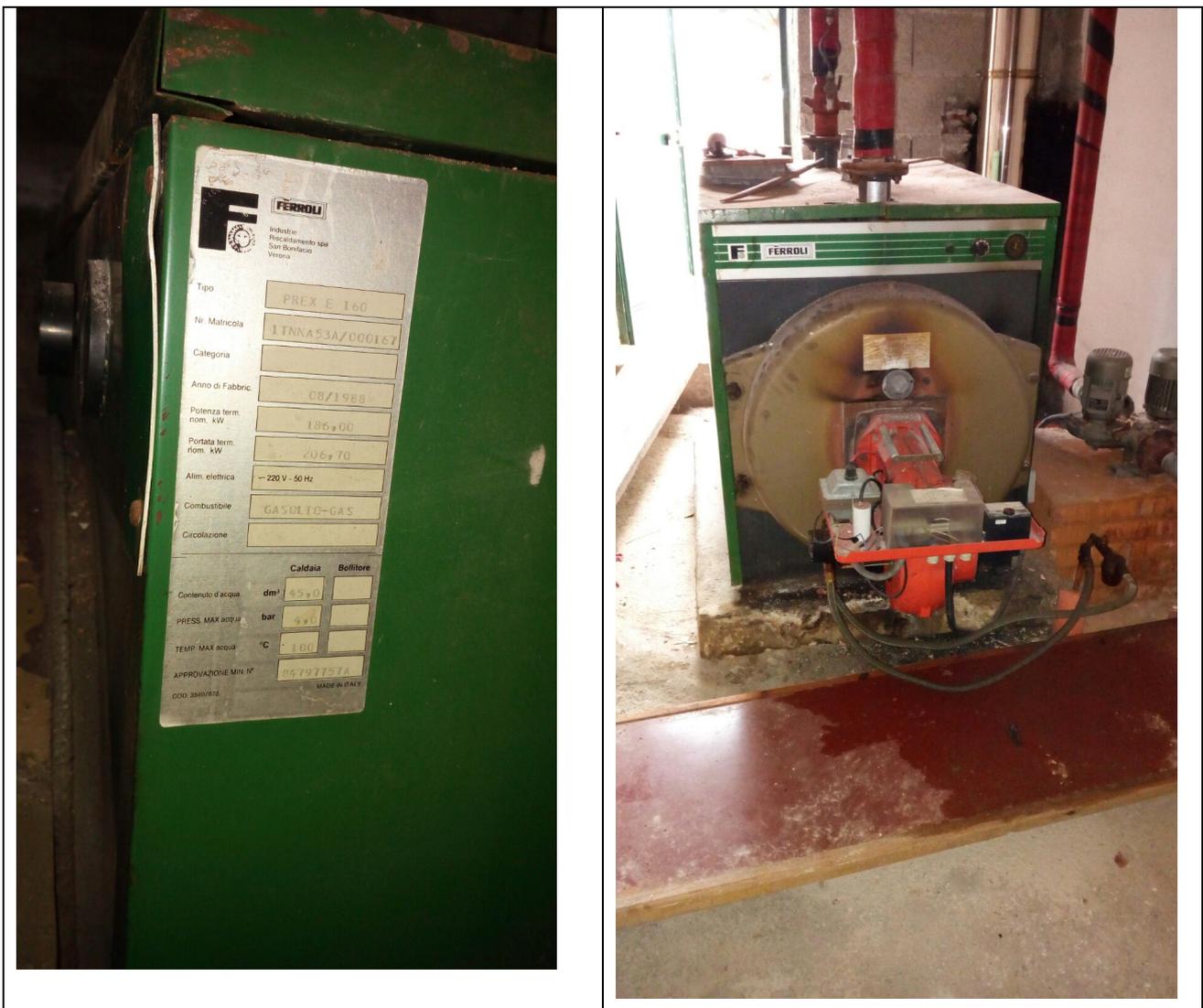
<b>Riscaldamento / Raffrescamento in Edifici non residenziali</b>					<b>Energia Elettrica in Edifici non residenziali</b>				
Tipologia Edificio	Differenza % dei consumi tra le Classi C, B e A rispetto la Classe D				Tipologia Edificio	Differenza % dei consumi tra le Classi C, B e A rispetto la Classe D			
	D	C	B	A		D	C	B	A
	Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza		Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza
Uffici	100%	-34%	-47%	-54%	Uffici	100%	-9%	-15%	-21%
Sale di lettura	100%	-19%	-40%	-60%	Sale di lettura	100%	-6%	-11%	-16%
Scuole	100%	-17%	-27%	-33%	Scuole	100%	-7%	-13%	-20%
Ospedali	100%	-24%	-31%	-34%	Ospedali	100%	-5%	-7%	-9%
Hotel	100%	-24%	-35%	-48%	Hotel	100%	-7%	-11%	-16%
Ristoranti	100%	-19%	-37%	-45%	Ristoranti	100%	-4%	-8%	-12%
Negozi / Grossisti	100%	-36%	-53%	-62%	Negozi / Grossisti	100%	-7%	-12%	-16%

## A.6) Sostituzione del generatore di calore

### Premessa

L'edificio è riscaldato per mezzo di un sistema di riscaldamento costituito da:

- un generatore alimentato a metano marca Ferroli tipo Prex E 160 di potenza termica nominale di 186 kW;
- un sistema di distribuzione principale di tubi in acciaio parzialmente coibentati annegati nelle murature oppure passanti all'interno di controsoffitti;
- sistema di distribuzione secondario a collettore;
- assenza di sistema di controllo delle temperature di zona o dei singoli ambienti;
- terminali in ghisa privi di termovalvole.





### Previsione progettuale

E' stata prevista la sostituzione dell'attuale obsoleto generatore alimentato a gasolio con una batteria di quattro caldaie a condensazione, alimentate a gas metano, di potenza totale (somma delle potenze delle singole caldaie) inferiore rispetto a quello attuale.

Questo è possibile grazie ai lavori di riqualificazione ed efficientamento energetico proposti.

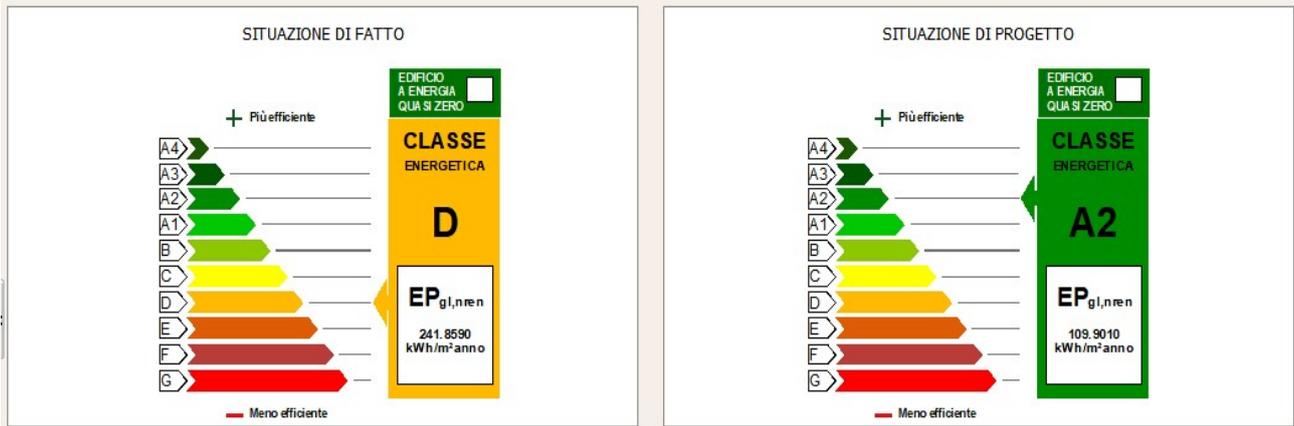
Il sistema consentirà di modulare la potenza termica prodotta in relazione alla quantità incrementale richiesta parzializzando la singola, oppure le singole, caldaie garantendo sempre una continuità di servizio seppure con potenza ridotta in caso di guasto di un componente.

Il vantaggio energetico è legato al migliore rendimento legato al recupero del calore latente (7% circa) oltre al minore dispendio di calore attraverso i fumi e il "mantello". Il rendimento migliorerà di circa 15 punti percentuali.

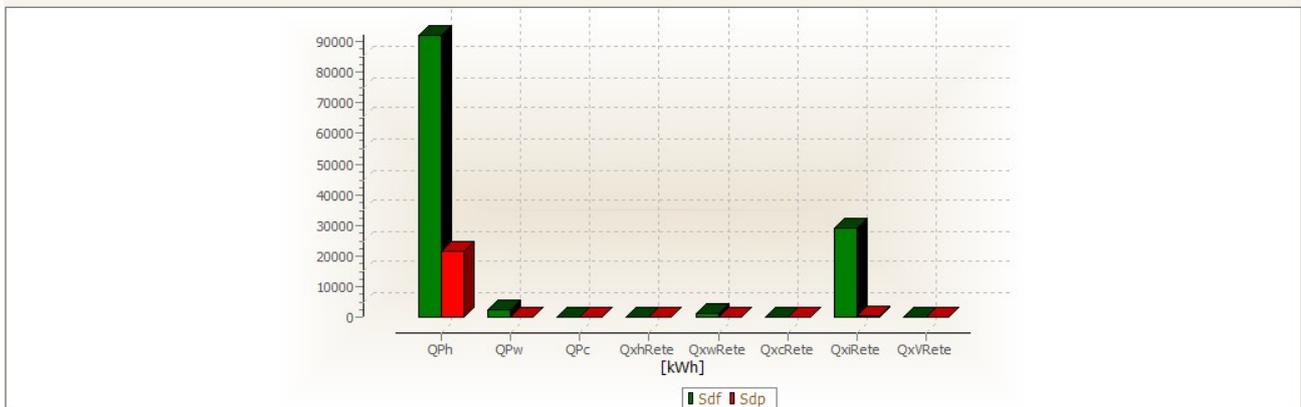
## Conclusioni

<b>Parametri ambientali - Totale emissioni evitate</b> [kg CO <sub>2</sub> ]	
31690	
<b>Indici di prestazione energetica</b>	
<b>ANTE</b>	<b>POST</b>
Climatizzazione invernale - EPH,nd = 13.05 kWh/m <sup>2</sup>	Climatizzazione invernale - EPH,nd = 6.31 kWh/m <sup>2</sup>
Climatizzazione estiva - EPC,nd = 0.00 kWh/m <sup>2</sup>	Climatizzazione estiva - EPC,nd = 0.00 kWh/m <sup>2</sup>
Energia primaria globale - EPgl,tot = 57.91 kWh/m <sup>2</sup>	Energia primaria globale - EPgl,tot = 15.98 kWh/m <sup>2</sup>

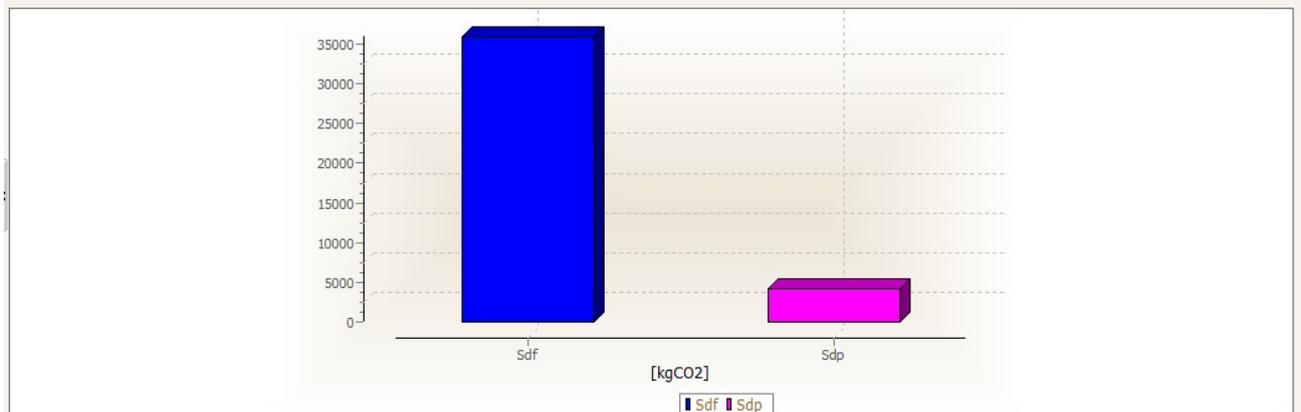
### Classificazione energetica globale



### Energia



### CO<sub>2</sub>



## **CATEGORIA DELLE OPERE**

I requisiti per la partecipazione alla gara di Appalto dovranno essere riferiti alla Classifica nella Classifica I categoria OG 1 la Classifica I nella categoria OG 11 di cui al D.P. R. n. 207/2010.

L'elevata qualità tecnica delle lavorazioni, forniture, prestazioni di servizio e tecniche, necessaria per raggiungere l'obiettivo del progetto, presuppone, nella scelta dei contraenti una dimostrazione dei requisiti delle imprese partecipanti alla gara, che dia incontestabili certezze alla Stazione Appaltante.

## **CARATTERISTICA DELL'APPALTO**

Il tempo complessivo in cui si svilupperà il contratto è di 15 settimane naturali e consecutive calcolati dalla consegna dei lavori che avverrà tramite Verbale di Consegna.

L'aggiudicazione dell'Appalto verrà effettuata sulla base dei prezzi contenuti nel "*Prezzario unico regionale per i lavori pubblici per l'anno 2013 - DECRETO 27 febbraio 2013*".

Comune di Pollina lì 28/11/2017

IL PROGETTISTA