

**Progetto esecutivo di riqualificazione energetica della
Scuola Elementare “G.Ungaretti”**

Relazione generale

**Comune di ALBIATE
(Provincia di MONZA E BRIANZA)**

Albate, 13 febbraio 2017

IL PROGETTISTA

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

Sommario

1	Premessa	2
2	Inquadramento territoriale	3
3	Stato di fatto dell'immobile.....	4
4	Attività progettuali	6
4.1	Sostituzione dell'impianto di riscaldamento con una pompa di calore elettrica.....	7
4.2	Sostituzione dei corpi illuminanti presenti con analoghi più efficienti a tecnologia LED.....	8
4.3	Installazione di due impianti fotovoltaici	10
5	Quadro economico	12

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

1 Premessa

La presente relazione insieme agli elaborati ed alle tavole di seguito elencate costituiscono il progetto esecutivo avente per oggetto "**Progetto esecutivo di riqualificazione energetica della scuola elementare "G.Ungaretti"**", redatto al fine di partecipare al programma di finanziamento denominato Fondo Kyoto per le scuole 2016 (DM 40/2016) del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, che concede finanziamenti a tassi agevolati per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico sugli edifici scolastici.

Dalle indagini e dalle analisi svolte, è emerso che l'edificio scolastico in esame è stato progettato in completa assenza di normative specifiche sul risparmio energetico, si evidenziano infatti scarsa qualità degli infissi, frequente mancanza di comfort a causa di una non oculata progettazione degli impianti, mancanza di ventilazione controllata nelle aule, impianti illuminotecnici poco efficienti che risultano causa di discomfort e eccessivi consumi energetici.

Al fine di migliorare le prestazioni energetiche complessive sono state previste le seguenti opere di riqualificazione che andranno ad interessare l'installazione di un impianto fotovoltaico da 18 kW su parte della copertura della scuola e di un secondo impianto di 44 kW sulla copertura della palestra, l'installazione di un impianto a pompa di calore in sostituzione dell'attuale impianto di riscaldamento e la sostituzione dei corpi illuminanti presenti all'interno dell'edificio con analoghi a tecnologia LED.

Il progetto esecutivo si compone dei seguenti documenti:

1. relazione generale;
2. relazioni specialistiche;
3. elaborati grafici;
4. piano di manutenzione;
5. piano di sicurezza e coordinamento;
6. computo metrico estimativo;
7. cronoprogramma

2 Inquadramento territoriale

L'edificio interessato dall'intervento si trova all'interno del Comune di Albate, comune che sorge nella valle del fiume Lambro, al centro del parco regionale della Valle del Lambro.

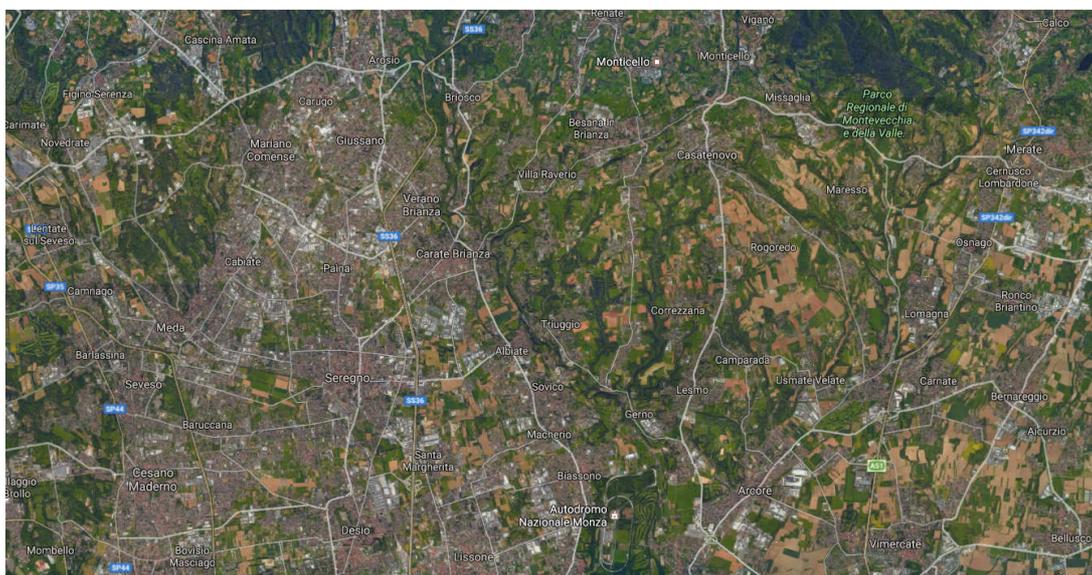


Figura 2.1 Vista aerea Comune di Albate

SOGGETTO PROMOTORE DELL'INTERVENTO

Comune	Comune di Albate
Indirizzo	Via Salvadori 1 – 20847 Albate (MB)
Partita IVA	00737700963
Latitudine	45° 39' 29" N
Longitudine	09° 15' 26" E
Altitudine	233 slm
Zona climatica	E
Gradi giorno	2.469

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

Le murature (chiusure verticali opache) presentano con ogni probabilità una struttura in mattoni in muratura pieni intonacati sulle due facce; si presentano in buono stato di conservazione, con uno spessore di 0,6 m e si può stimare pertanto una trasmittanza di 0,90 W/mq K (stima). Esse rappresentano la quasi totalità della superficie verticale opaca dell'edificio.

La copertura è costituita da un tetto a falda in laterizio, in buono stato di conservazione, con la trasmittanza pari a 1,8 W/mq K (stima).

Il Basamento è in calcestruzzo su terreno, lo stato di conservazione è buono e la trasmittanza pari a 1,65 W/mq K (stima).

Le chiusure verticali trasparenti (serramenti) in vetro doppio con infissi in alluminio, sono in buono stato di conservazione, prive di alcun sistema di ombreggiamento. Si può stimare una trasmittanza pari a 3,8 W/mq K (stima).



Figura 3.3 Dettaglio infissi

Da un punto di vista impiantistico, presso l'edificio è presente una caldaia alimentata a gas metano, che è responsabile del riscaldamento degli ambienti e della produzione di acqua di calda sanitaria. La diffusione del calore avviene tramite i terminali di distribuzione disposti negli ambienti utilizzati e nei corridoi di passaggio, costituiti tutti da radiatori.

La maggior parte dei consumi elettrici dell'edificio sono invece da imputare all'impianto di illuminazione composto da apparecchi illuminanti di varia forma e potenza tutti a tecnologia fluorescente.

È invece assente un impianto di climatizzazione estiva.

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

4 Attività progettuali

In tale capitolo verranno descritte le analisi effettuate sull'edificio che hanno condotto alla scelta degli interventi da implementare.

In primo luogo è stata raccolta tutta la documentazione disponibile presso gli archivi di competenza, relativamente all'involucro edilizio e agli impianti tecnici, per agevolare la successiva fase di sopralluogo. Nel dettaglio sono stati utilizzati:

- planimetrie, prospetti e sezioni;
- documentazione tecnica degli impianti presenti;
- contratti di fornitura e bollette dei vettori energetici usati.

Tramite tale documentazione si è proceduto con un'elaborazione dei dati per individuare le specifiche peculiarità energetiche e fornire soluzioni specifiche, sia per quanto riguarda l'involucro edilizio (composizione delle strutture, grado di isolamento, capacità termica, etc.) che relativamente agli impianti.

Un'analisi fondamentale è quella relativa ai contratti di fornitura e ai consumi di gas metano ed energia elettrica, che integrata da informazioni relative all'utilizzo degli impianti, hanno permesso la costruzione di una richiesta energetica media dell'edificio.

È infatti possibile affermare che la totalità dei consumi di gas metano è da attribuire al funzionamento della caldaia, ormai datata e con rendimento di generazione decisamente inefficiente; inoltre la mancanza di isolamento della copertura e delle superfici opache perimetrali e la presenza di infissi con vetro singolo senza taglio termico determina una necessità di energia per il riscaldamento superiore alla media.

Per quanto riguarda invece i consumi di energia elettrica circa il 60-70% è da attribuire all'impianto di illuminazione, che, come già anticipato, è costituito esclusivamente da plafoniere fluorescenti che implicano notevoli potenze installate nonostante la scarsa efficienza luminosa, discomfort visivo e notevoli oneri di manutenzione.

Le carenze osservate da un punto di vista energetico del sistema edificio-impianto, hanno indotto alla scelta di procedere all'implementazione degli interventi mirati risolvere le problematiche descritte.

In particolare gli interventi che si intende realizzare, le cui caratteristiche tecniche verranno approfondite nei paragrafi seguenti, sono:

1. Sostituzione dell'impianto di riscaldamento con una pompa di calore elettrica;
2. Sostituzione dei corpi illuminanti presenti con analoghi più efficienti a tecnologia LED;
3. Installazione di un impianto fotovoltaico da 18 kW sul tetto dell'edificio;
4. Installazione di un impianto fotovoltaico da 44 kW sul tetto della palestra adiacente;

Tali interventi consentirebbero di eliminare i consumi di gas metano, di generare energia termica per la climatizzazione invernale ed estiva da fonte solare sostituendo l'impiego della caldaia altrimenti utilizzata

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

per il riscaldamento degli ambienti e di sfruttare la stessa fonte solare anche per l'illuminazione, così da migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio.

4.1 Sostituzione dell'impianto di riscaldamento con una pompa di calore elettrica

La pompa di calore deve il suo nome al fatto di essere in grado di trasferire calore da una sorgente a bassa temperatura a un pozzo a temperatura più alta, così come una pompa solleva un fluido da una quota inferiore a una superiore. Tale processo è inverso rispetto a quello che avviene spontaneamente in natura ed è possibile solo fornendo energia alla macchina. Il principale vantaggio della pompa di calore deriva dalla sua capacità di fornire più energia di quanta ne impieghi per il suo funzionamento.

Le pompe di calore maggiormente diffuse sono quelle alimentate elettricamente, le quali sono costituite da un circuito chiuso percorso da un fluido frigorifero che, in funzione delle condizioni di temperatura e di pressione in cui si trova, assume lo stato di liquido o di vapore.

Il circuito di una pompa di calore elettrica a compressione è costituito da: un compressore, un condensatore, una valvola di espansione e un evaporatore. I componenti del circuito possono essere raggruppati in un unico blocco o divisi in due parti (sistemi split) collegate dalle tubazioni nelle quali circola il fluido frigorifero. Il fluido frigorifero, durante il funzionamento, subisce le seguenti trasformazioni:

- Compressione: il fluido frigorifero allo stato gassoso e a bassa pressione, proveniente dall'evaporatore, viene portato ad alta pressione; nella compressione si riscalda assorbendo una determinata quantità di calore.
- Condensazione: il fluido frigorifero, proveniente dal compressore, passa dallo stato gassoso a quello liquido cedendo calore all'esterno.
- Espansione: passando attraverso la valvola di espansione il fluido frigorifero liquido si trasforma parzialmente in vapore e si raffredda.
- Evaporazione: il fluido frigorifero assorbe calore dall'esterno ed evapora completamente.

L'insieme di queste trasformazioni costituisce il ciclo della pompa di calore elettrica a compressione.

Come già accennato, il principale vantaggio dell'uso della pompa di calore deriva dalla sua capacità di fornire più energia di quella elettrica impiegata per il suo funzionamento in quanto estrae calore gratuito dall'ambiente esterno.

L'efficienza di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione C.O.P. (Coefficient of Performance), che è il rapporto tra l'energia fornita (calore ceduto al mezzo da riscaldare) e l'energia elettrica consumata. Il C.O.P. varia a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed è tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura a cui il calore viene ceduto (nel condensatore) e quanto più alta è quella della sorgente da cui viene assorbito (nell'evaporatore).

Tra le tipologie di pompe di calore esistenti, che differenziano in base alla combinazione dei due fluidi che scambiano calore con il refrigerante è stata scelta quella del tipo aria – aria. Una soluzione molto economica dal punto di vista impiantistico e particolarmente adatta alle nostre zone climatiche, che utilizza come sorgente termica esterna l'aria, che ha il vantaggio di essere disponibile sempre e ovunque; ha invece In ogni caso, nel corso degli ultimi anni le prestazioni delle pompe di calore ad aria sono nettamente migliorate e oggi sono in grado di garantire un importante risparmio di energia primaria rispetto alle tecnologie tradizionali.

L'utilizzo di tale tecnologia permetterà di ottenere diversi benefici:

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

- Ottimizzazione del funzionamento: Adattamento della macchina al carico termico realmente richiesto, diminuendo il fabbisogno energetico perché non si spreca energia primaria ed in particolare si stabilizzano le condizioni di funzionamento idraulico e con diminuzione delle perdite di circolazione
- Economicità: Riduzione dei costi d'esercizio rispetto all'utilizzo di caldaie a gas metano in particolare al carico parziale o ridotto (per oltre l'80% del periodo di funzionamento) ed aumento dell'autoconsumo di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico con risparmio di energia elettrica prelevata dalla rete in orari, di solito diurni, in cui la tariffazione è più costosa.
- Comfort: Prevenzione di rumori nell'impianto, in particolare quelli di flusso e delle valvole termostatiche.
- Possibilità di accensione delle singole unità interne.

L'efficienza energetica dell'impianto termico è legata oltre che al sistema di produzione anche a quello di distribuzione e di emissione.

Nella situazione attuale sono utilizzati radiatori per il riscaldamento invernale che per il loro funzionamento ottimale necessitano di acqua calda a circa 80°C. Il calore viene ceduto all'ambiente per convezione, che comporta la polvere rimane sempre in circolo nell'ambiente e fenomeni di stratificazione dell'aria, in cui si formano strati di aria a diversa temperatura, l'aria più calda tende a salire verso il soffitto e ad essere, per questo, inutile.

Il progetto prevede di sostituire i radiatori presenti con sistemi ad aria più efficienti, i quali, dotati di un ventilatore, producono un flusso d'aria forzata, che investe l'intero ambiente, produce un attivo ricircolo d'aria, impedendo la formazione di zone stagnanti e stratificazioni, ottenendo così un riscaldamento uniforme e confortevole. Risulta inoltre molto più igienico rispetto a un radiatore e migliora la salubrità dei locali, grazie al filtro sulla ripresa che trattiene polveri, filacce, fibre ecc. Il riscaldamento risulta più efficiente poiché non vi sono perdite di calore per radiazione verso la parete posteriore all'apparecchio, questo comporta un minor consumo di combustibile e minori spese di gestione. E infine la messa a regime dei locali è molto rapida, all'accensione del ventilatore, l'aria infatti inizia ad essere ricircolata immediatamente e quindi il calore viene distribuito senza le attese dovute all'inerzia termica dei radiatori.

4.2 Sostituzione dei corpi illuminanti presenti con analoghi più efficienti a tecnologia LED

È stato realizzato un inventario della tipologia di corpi illuminanti presenti, ed è risultato che essi appartengono tutti alla tipologia dei tubi fluorescenti. Le lampade fluorescenti dovranno in ogni caso essere sostituite perché non a norma con le disposizioni comunitarie, data la presenza di mercurio e suoi sali all'interno.

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

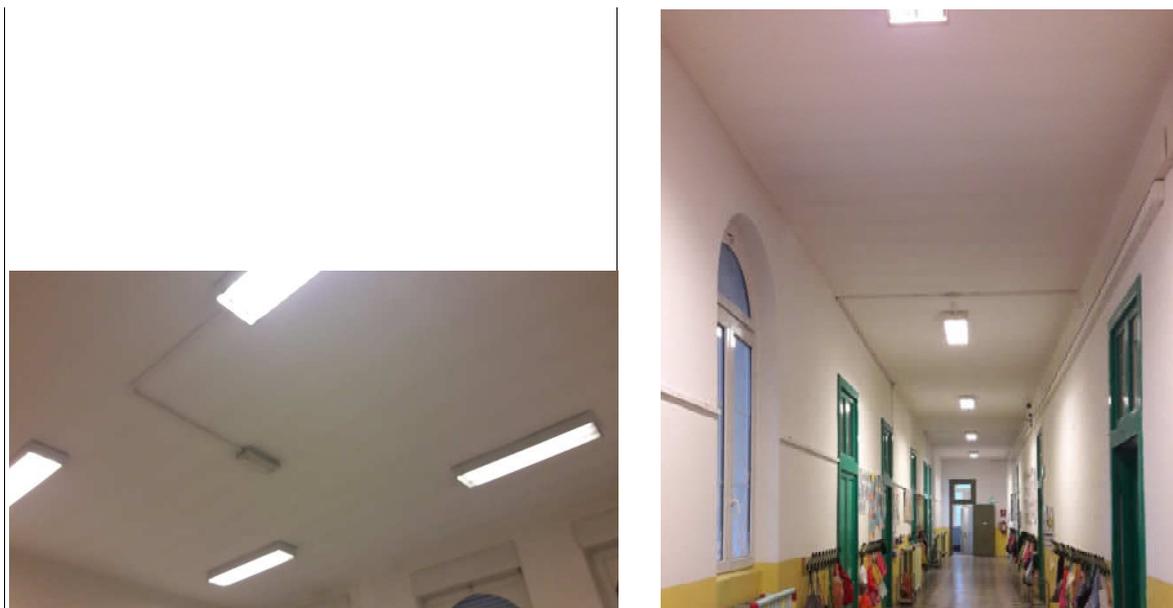


Figura 4.1 plafoniere fluorescenti nei corridoi e nelle aule

È stato stimato che circa il 60% dei consumi elettrici generali dipendono dall'utilizzo di dispositivi di illuminazione tradizionali. Fondamentale è quindi ricorrere all'utilizzo di tecnologie più efficienti rispetto alle tradizionali lampade ad incandescenza, per ottenere importanti risparmi.

Il progetto qui proposto intende sostituire tutti i corpi illuminanti descritti con analoghi a tecnologia LED. In questo modo a fronte di una installazione molto semplice, dato che viene mantenuta la medesima forma e dimensione, si otterrebbero numerosi vantaggi in termini di minore consumo annuo di energia elettrica (fino al 70% in meno rispetto ad una equivalente lampada alogena e fino al 50% in meno rispetto ad una equivalente lampada fluorescente), di maggiore vita utile delle nuove lampade (fattore mediamente pari a: 40-50.000 h per un apparecchio LED di qualità, 2-3.000 h per una lampada alogena, 8-10.000 h per una lampada fluorescente e 12-15.000 h per una lampada agli ioduri metallici) e di maggiore efficienza luminosa.

Ne consegue che passando all'illuminazione a LED, si prevede un risparmio rispetto al consumo pregresso, di circa il 50% dei consumi dovuti all'illuminazione e un azzeramento dei costi dovuti alla manutenzione.

Le lampade installate saranno certificate da laboratori accreditati anche per quanto riguarda le caratteristiche fotometriche (solido fotometrico, resa cromatica, flusso luminoso, efficienza), nonché per la loro conformità ai criteri di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica previsti dalle norme tecniche vigenti e recanti la marcatura CE.

Al sensi dei requisiti minimi imposti dal DM 16/02/2016, le lampade che saranno installate hanno un indice di resa cromatica maggiore di 80 dato che si tratta di illuminazione d'interni (è sufficiente che sia maggiore di 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne degli edifici) e un'efficienza luminosa maggiore di 80 lm/W.

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

4.3 Installazione di due impianti fotovoltaici

Nel presente paragrafo verrà valutata la fattibilità di installare un impianto fotovoltaico sulla copertura della scuola oggetto della presente relazione e sulla copertura della nuova palestra, che è l'edificio adiacente.

L'edificio della scuola presenta una copertura a falde con una superficie di circa 800 m², esposta con varia esposizione. Tale superficie è di tipo a falde per cui i pannelli fotovoltaici dovranno essere installati tramite apposite strutture di supporto in modo complanare alla falda stessa così da non modificare la geometria dell'edificio. Utilizzando pannelli fotovoltaici in silicio policristallino della dimensione di 1,675 x 1 m di potenza pari a 250 Wp, risulta installabile un impianto composto da 72 moduli della potenza complessiva di 18 kWp.

Mentre la palestra presenta una copertura curvilinea con una superficie di circa 1250 m², esposta a sud-est. Tale superficie è di tipo curvilineo per cui i pannelli fotovoltaici dovranno essere installati tramite apposite strutture di supporto in modo da seguire la curva della copertura così da non modificare la geometria dell'edificio. Utilizzando pannelli fotovoltaici in silicio policristallino della dimensione di 1,675 x 1 m di potenza pari a 250 Wp, risulta installabile un impianto composto da 176 moduli della potenza complessiva di 44 kWp.

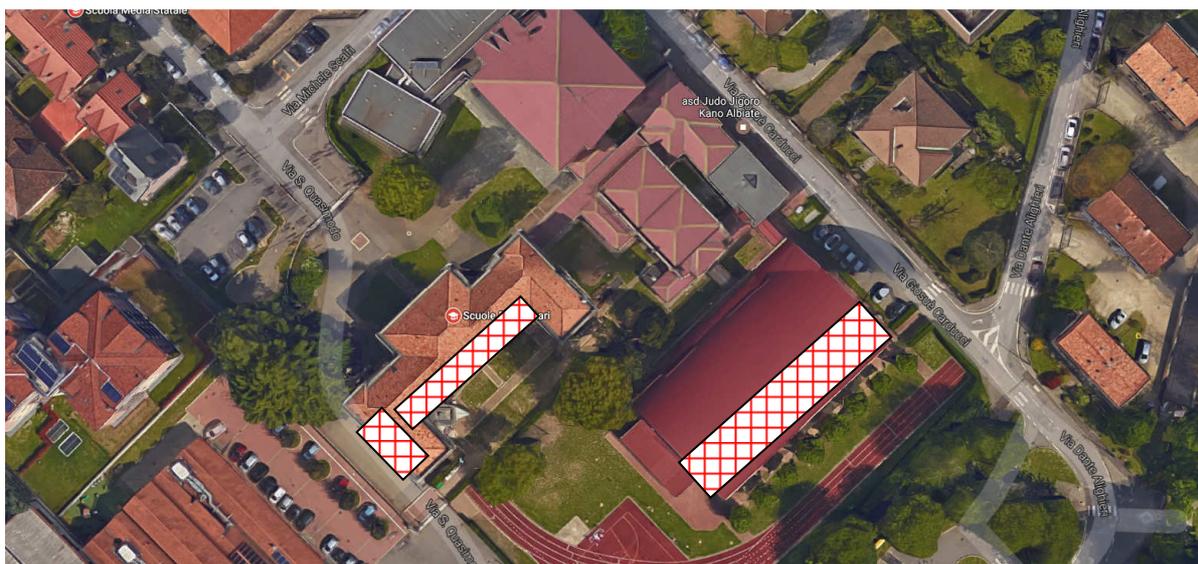


Figura 4.2 Parte di copertura interessata dall'intervento

La potenza di picco dell'impianto, intesa come somma delle potenze di targa dei singoli moduli, è stata individuata sulla base della superficie disponibile in congruenza con i requisiti strutturali, funzionali ed architettonici richiesti dalla installazione stessa e dei consumi di energia elettrica medi della scuola (considerando sia quelli avuti fino ad oggi sia la stima di quelli futuri, data l'intenzione di installare la pompa di calore).

La configurazione elettrica adottata nel presente progetto per il funzionamento dell'impianto, consentirà al committente, attraverso il meccanismo dell'autoconsumo, di poter beneficiare dell'intera produzione di energia elettrica dell'impianto fotovoltaico per poter far fronte ai propri fabbisogni elettrici.

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

L'impianto fotovoltaico installato sarà inclinato a 15° parallelamente alla copertura della scuola, mentre sulla palestra avrà un'inclinazione variabile tra 5° e 20° in modo da seguire la curvatura e l'impatto estetico sarà minimo in quanto non visibile dall'esterno. Lo spessore del modulo unito a quello della struttura di supporto non emergerà dalla superficie esistente o quantomeno verrà ridotto al minimo indispensabile; in questa maniera il campo fotovoltaico non andrà ad inficiare con le caratteristiche estetiche e la funzionalità dell'involucro architettonico esistente.

Al fine di ottenere un buon compromesso tra la potenza installabile e la captazione della radiazione solare e di conseguenza la maggiore produzione di energia elettrica, i moduli fotovoltaici saranno installati parallelamente al profilo dell'edificio con un'esposizione di 45° sud-ovest e 45° sud-est nella scuola e un'esposizione di 45° sud-est nella palestra. I moduli fotovoltaici saranno installati su struttura di supporto in alluminio estruso e ganci sul tetto in acciaio inox, in modo da avere al contempo elevata durata nel tempo, resistenza alla corrosione e agli agenti atmosferici e un peso contenuto.

La realizzazione di un impianto fotovoltaico comporterebbe numerosi benefici, in primo luogo tutti i fabbisogni di energia elettrica che si verificano contemporaneamente alla produzione verrebbero direttamente soddisfatti senza nessun prelievo dalla rete, con conseguente risparmio in bolletta, andando a compensare gran parte dei consumi aggiuntivi dovuti anche all'installazione proposta della pompa di calore. In secondo luogo, grazie al regime di scambio sul posto, l'energia prodotta in eccesso rispetto ai fabbisogni verrebbe conteggiata e immessa nelle rete di distribuzione, andando a scontare parte della quota energia dei costi sostenuti per il prelievo di energia elettrica in periodi della giornata in cui si ha assenza di insolazione.

Comune di Albate	Progetto esecutivo di riqualificazione energetica Scuola Elementare "G.Ungaretti" Relazione generale	13/02/2017
---------------------	--	------------

5 Quadro economico

A)	Importo forniture e lavori	
A.1	Fornitura e posa in opera impianto fotovoltaico 18 kW	€ 54.000,00
A.2	Fornitura e posa in opera impianto fotovoltaico 44 kW	€ 132.000,00
A.3	Fornitura e posa in opera pompa di calore ad alta efficienza con 25 unità interne, comprese le opere idrauliche e murarie necessarie	€ 115.000,00
A.4	Relamping impianto di illuminazione con corpi illuminanti	€ 35.000,00
A.5	Oneri di Sicurezza (3%)	€ 10.080,00
	IMPORTO LAVORI NETTO (COSTI AMMISSIBILI)	€ 346.080,00
B)	Somma a disposizione dell'amministrazione	
B.1	Direzione Lavori, Misure e contabilità, coordinamento della Sicurezza in F.P. e in F.E., Collaudatore e Art. 192 del D.Lgs. N. 163/2006	€ 17.304,00
B.2	Oneri per allaccio alla rete di distribuzione energia elettrica	€ 2.000,00
B.3	Adeguamento rete elettrica	€ 2.000,00
B.4	c.n.p.a.i.a. 4% (su B.1)	€ 692,16
B.5	IVA 10% (su A.1; A.2)	€ 18.600,00
B.6	IVA 22% (su A.3; A.4; A.5; B.1; B.2; B.3; B.4)	€ 40.056,76
	Totale somme a disposizione	€ 80.652,92
	COSTO TOTALE INTERVENTO (A+B)	€ 426.732,92