

**ark** progetti +

mandatario

**architetto cunial giamprimo**

mandante

**architetto fabbian giampaolo**

mandante

**architetto pandolfo andrea**

mandante

**ingegnere carlo franceschini**

mandante

**ingegnere sara pretto**

mandante

**geometra forner simone**

mandante

**perito i. michielin guido**

mandante

**perito i. gabrielli luca**

31030 borso del grappa treviso via ospedale 2/d  
31010 asolo treviso via foresto nuovo 32/b

tel. uff. +39 0423 56 19 71  
fax. +39 0423 91 46 30

e-mail info@arkprogetti.it

CODICE CUP : G49H180000000001

## AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA DI MONTE DI MALO DESTINATO A SCUOLA SECONDARIA

COMUNE	MONTE DI MALO
COMMITTENTE	AMMINISTRAZIONE COMUNALE
DATA	GIUGNO 2019
AGGIORNAMENTO	-
CODICE	1219

### PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI

IMPIANTI MECCANICO-TERMO-SANITARI

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



f.to. Gabrielli Per. Ind. Luca

Il presente elaborato grafico è coperto dalle leggi sul diritto d'autore ed è di proprietà dello studio Gabrielli Per. Ind. Luca.  
E' vietata la riproduzione parziale o totale delle immagini, testi e progetti contenuti senza l'espresso consenso scritto dell'autore (art. 257B c.c., art. 991 n. 633 del 22/04/01)

TAVOLA  
**REL  
MEC**

## IMPIANTI MECCANICI

Gli impianti meccanici previsti per la realizzazione dell'ampliamento dell'edificio scolastico in oggetto sono i seguenti:

- centrale termofrigorifera;
- riscaldamento e raffrescamento ambientale con sistemi in pompa di calore;
- distribuzione di dorsali impiantistiche dei fluidi termovettori;
- centrale di trattamento aria per il rinnovo dell'aria negli ambienti interni;
- dorsali di distribuzione dell'aria e terminali di diffusione e scambio;
- sistemi di trattamento e produzione acqua calda sanitaria;
- reti dorsali di distribuzione dell'acqua sanitaria calda e fredda;
- apparecchiature sanitarie e reti di scarico;
- impianto antincendio;
- complesso di termoregolazione.

### Centrale termofrigorifera

La centrale termofrigorifera, a servizio dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento ambientale, presenta un sistema in pompa di calore condensata ad acqua per la generazione dell'energia termica e frigorifera, con n.2 pompe di calore acqua/acqua ad alta efficienza energetica, alimentate ad energia elettrica e inserite in un unico armadio di contenimento. L'acqua di condensazione necessaria alle due pompe di calore passa attraverso un dry-cooler installato all'esterno, attraverso il quale è operato lo scambio termico con l'aria (tramite batterie di scambio e ventilatori) per dare all'acqua di condensazione la temperatura adatta ad ottenere la massima efficienza del sistema.



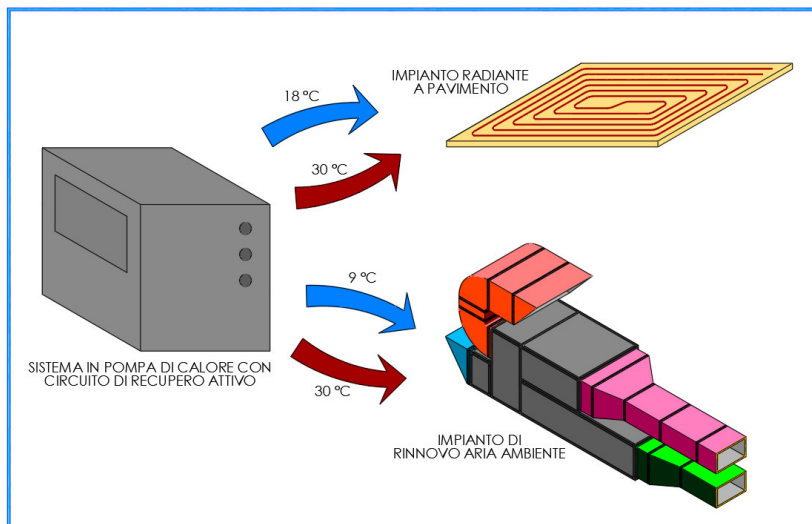
*Dry-cooler per scambio termico con l'aria*

Le pompe di calore provvedono alla produzione di acqua calda ed acqua refrigerata per l'impianto radiante a pavimento e per le batterie della centrale di trattamento aria adibita al rinnovo dell'aria ambiente.

Le pompe di calore sono dotate anche della funzione di recupero attivo del calore, che mette a disposizione dell'impianto una fonte supplementare di energia termica in maniera completamente gratuita. Per tale funzione le pompe di calore dispongono di un circuito supplementare, il che permette di poter usufruire allo stesso tempo sia della funzione riscaldamento che della funzione raffrescamento: in tal modo in ogni momento della giornata è possibile fornire ad ogni zona del fabbricato il corretto apporto termico o frigorifero tale da garantire in ogni momento un elevato standard di comfort agli utenti. In base al diverso orientamento cardinale, al momento della giornata in cui ci si trova e al numero di persone presenti, i vari locali possono avere infatti diverse esigenze durante l'arco della giornata, e la presenza del circuito di recupero attivo del calore nei generatori si presenta come la soluzione migliore sia dal punto di vista del comfort interno sia del punto di vista dell'efficienza energetica complessiva del fabbricato.

Le pompe di calore sono dotate di compressore rotativo con inverter, con possibilità di modulazione fino al 20%, che permette il perfetto adattamento dell'energia generata al fabbisogno istantaneo del fabbricato in ogni momento della giornata, eliminando gli sprechi energetici.

Le pompe di calore saranno corredate dell'apposito kit idraulico di completamento composto da elettropompe di circolazione e valvole deviatrici motorizzate a tre vie.



In centrale termofrigorifera, saranno presenti:

- un accumulatore inerziale per il servizio di riscaldamento invernale, con temperatura dell'acqua pari a 30 °C;
- un accumulatore inerziale per il servizio di raffrescamento estivo, con temperatura dell'acqua pari a 9 °C.

Le reti di distribuzione a servizio dell'impianto radiante a pavimento e a servizio delle batterie della centrale di trattamento aria si dipartiranno dagli appositi collettori presenti a valle degli accumulatori. In corrispondenza di tali collettori saranno installate le elettropompe di circolazione, di tipo gemellare, ognuna con le opportune caratteristiche di portata e prevalenza.

I circuiti di alimentazione delle batterie della centrale di trattamento aria saranno alimentati direttamente con l'acqua prelevata dagli accumulatori, mentre per l'impianto a pavimento è prevista la presenza di una valvola miscelatrice a tre vie, necessaria vista la diversa temperatura di alimentazione dell'impianto a pavimento (30 °C per il riscaldamento invernale, 18 °C per il raffrescamento estivo).

Grazie al sistema di termoregolazione degli impianti e all'elettronica presente all'interno delle pompe di calore, si sarà in grado di parzializzare il funzionamento delle pompe di calore in base all'effettiva richiesta termica/frigorifera del fabbricato, garantendo quindi la massima efficienza e un risparmio nei consumi.

La distribuzione del vettore termico/frigorifero verrà realizzata con tubazioni opportunamente dimensionate e coibentate; in corrispondenza di ogni piano saranno realizzati i relativi stacchi per la distribuzione alle varie cassette di distribuzione.



*Accumuli inerziali per impianto termotecnico*

### **Climatizzazione e ventilazione**

Per il riscaldamento e raffrescamento dei locali è presente un sistema radiante a pavimento, a bassissima temperatura, in modo tale da sfruttare al meglio l'efficienza del sistema di generazione a pompa di calore. Il sistema è costituito principalmente dal pannello isolante, dalla tubazione per il passaggio del fluido termovettore e dai collettori per la distribuzione.



*Impianto radiante a pavimento*

Ogni zona sarà suddivisa in una serie di cassette/collettori per la distribuzione ai vari circuiti dell'impianto radiante. Ogni circuito radiante (serpentina dell'impianto radiante) sarà dotato di valvola con attuatore elettrico, in modo tale da effettuare una precisa regolazione termica in base alle condizioni termiche interne e ottenere in tal modo un'ottimizzazione dei consumi energetici.

### **Rinnovo aria ambiente**

Il rinnovo dell'aria ambiente dei vari ambienti è realizzato mediante l'utilizzo di una centrale di trattamento aria. Essa è dotata di sezione filtranti ad alta efficienza, sezioni ventilanti di mandata e ritorno con ventilatori plug-fan collegati a motori elettrici dotati di inverter per la variazione della frequenza di alimentazione, sezione per il recupero di calore dall'aria viziata prelevata dagli ambienti interni, e batterie di integrazione caldo/freddo (batteria di raffrescamento e batteria di riscaldamento / post-riscaldamento, tutte collegate agli appositi circuiti della centrale termofrigorifera).

All'interno della centrale è presente una sezione a recupero di calore: grazie ad uno scambiatore adeguatamente dimensionato, di tipo rotativo e ad alta efficienza, durante la stagione di riscaldamento si è in grado di recuperare gran parte del calore presente nell'aria prelevata dai locali e di trasferirla all'aria fresca in entrata presa dall'ambiente esterno, abbassando in tal modo il fabbisogno termico per il riscaldamento dell'aria, con il conseguente risparmio energetico che ne deriva.



Nella centrale di trattamento aria è presente una sezione di umidificazione con pacco evaporante, con acqua a perdere e pacco estraibile.

Inoltre, per ridurre al minimo la rumorosità dovuta alla circolazione dell'aria, all'interno della centrale di trattamento aria sono presenti dei setti silenzianti.

La centrale di trattamento aria, quando le condizioni esterne lo consentono, può essere eventualmente utilizzata anche in modalità free-cooling, immettendo direttamente all'interno l'aria prelevata dall'ambiente esterno senza alcun condizionamento termico/frigorifero dato dalle batterie d'integrazione presenti all'interno della centrale, sfruttando quindi solo la differenza di temperatura tra esterno ed interno: questa modalità permette di ottenere un ulteriore risparmio energetico.

Per assicurare in ogni momento le corrette condizioni termo-igrometriche all'interno degli ambienti, il funzionamento della centrale di trattamento aria è gestito mediante delle sonde installate sulla condotta di ripresa aria dall'ambiente. Esse monitorano in ogni istante temperatura e umidità dell'aria, ed in base ai valori rilevati il complesso di regolazione gestisce il funzionamento della centrale di trattamento aria, adattandolo alle reali necessità e garantendo in tal modo un efficace rinnovo dell'aria ambiente e un risparmio energetico.

È prevista la realizzazione della rete di distribuzione dell'aria secondo il seguente criterio:

- nei tratti esterni la rete di distribuzione verrà realizzata in PAL di spessore pari a 50 mm;
- nei tratti interni la rete di distribuzione verrà realizzata in PAL di spessore pari a 20 mm.

Le canalizzazioni in PAL (pannelli sandwich con poliuretano espanso rigido rivestiti da entrambi i lati con lamine in alluminio goffrato), garantiscono una ridottissima dispersione termica lungo la rete ed allo stesso tempo una bassissima rumorosità dovuta al passaggio dell'aria. Grazie alla sua leggerezza, questa tipologia di canali consente una facile e veloce installazione in opera.



L'immissione e la ripresa dell'aria nei vari ambienti è garantita mediante diffusori a soffitto, opportunamente posizionati per garantire un efficace ricambio d'aria all'interno dei locali. Nei servizi igienici sono invece utilizzate delle valvole di ventilazione a soffitto e/o a parete.

Particolare attenzione dovrà essere posta al collegamento tra i vari pezzi di canalizzazione, in quanto dovrà essere raggiunta la Classe di Tenuta C (perdita ammessa: 0,28 litri/secondo per m<sup>2</sup> di superficie laterale) nella rete di distribuzione dell'aria.

La rete di distribuzione è completata con l'inserimento di serrande di regolazione per distribuire al meglio le portate d'aria ai vari punti.

Ai fini del mantenimento delle compartimentazioni antincendio, in corrispondenza degli attraversamenti di pareti REI sono previste delle serrande tagliafuoco aventi la funzione di chiusura della canalizzazione in caso di emergenza.

Nel complesso, la presenza dell'impianto radiante a pavimento e dell'impianto di rinnovo aria ambiente consente di fronteggiare efficacemente sia i periodi di maggior fabbisogno di riscaldamento (inverno) e raffrescamento (estate), sia i periodi come le mezze stagioni dove è richiesto all'impianto un funzionamento bivalente, ad esempio con un riscaldamento degli ambienti tramite l'impianto radiante a pavimento ed il contemporaneo ricambio dell'aria interna con leggero raffrescamento nei locali più esposti. Questo permette quindi di garantire agli occupanti i migliori standard di comfort interno in ogni situazione, durante tutto l'arco dell'anno.

### **Sistema di termoregolazione**

Tutti gli impianti presenti sono regolati mediante un complesso di regolazione che permette di ottenere la completa automazione del funzionamento degli impianti. Sono controllati il funzionamento delle pompe di calore, delle valvole motorizzate e delle elettropompe presenti in centrale termofrigorifera, del sistema di rinnovo aria ambiente e di tutti i dispositivi necessari per far funzionare gli impianti come previsto a livello progettuale: regolazione di inverter, azionamento di servomotori di valvole e serrande, accensione di elettropompe, funzionamento della pompa di calore, sonde, segnalazioni, ecc.



Il sistema di supervisione dialoga con le varie apparecchiature gestite mediante segnali di vari tipo: segnali analogici attivi e passivi, segnali digitali, segnali 0-10 V, ecc.

Inoltre, per la regolazione delle temperature di ogni ambiente, sono previste delle sonde di temperatura.

Eventuali anomalie o malfunzionamenti di parti del sistema saranno rilevabili grazie al monitoraggio del funzionamento delle apparecchiature.



### Impianto idrico-sanitario

Per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari è prevista l'installazione di:

- un bollitore a pompa di calore condensata ad aria per i servizi igienici del Piano Primo;
- un bollitore elettrico tradizionale per i servizi igienici del Piano Terra.

Il bollitore a pompa di calore, nel suo ciclo di funzionamento, utilizza aria esterna, prelevata tramite delle apposite canalizzazioni sfocianti in copertura, producendo l'acqua calda sanitaria e garantendo allo stesso tempo efficienza energetica e risparmio economico. Il bollitore si presenta con un design moderno e contiene al suo interno tutte le sicurezze necessarie.

L'alimentazione idrica avverrà dall'acquedotto, con installazione dei dispositivi di trattamento chimico-fisico dell'acqua necessari (installati nella Centrale al Piano Interrato), in modo tale da dare all'acqua sanitaria le corrette caratteristiche indicate dalla normativa vigente in materia.



*Bollitore a pompa di calore per acqua calda sanitaria*

### Reti di scarico

La rete di scarico sarà realizzata con diramazioni interne costituite da tubazioni a triplo strato (strati interno ed esterno in polipropilene-C, strato intermedio in polipropilene-TV) e colonne montanti con condotte insonorizzate a tre strati (strati interno ed esterno in polipropilene, strato intermedio in porolen), complete di calza insonorizzante al fine di ridurre al minimo il rumore dovuto al passaggio dei fluidi nelle condotte.



### Apparecchiature sanitarie

Le apparecchiature sanitarie scelte sono funzionali all'utilizzo previsto per ogni servizio igienico. Le apparecchiature previste per i bagni e i servizi igienici per disabili rispettano quanto prescritto dalle normative in materia, in modo tale da agevolare quanto possibile la fruizione del servizio da parte degli utenti.

Nei servizi igienici ordinari le apparecchiature sono caratterizzate da un design moderno e funzionale. In base al tipo di utilizzo e al tipo di servizio igienico i miscelatori sono normali o con leva clinica.

### Impianto antincendio

Al fine di garantire la protezione antincendio della struttura, è previsto il collegamento alla rete antincendio del fabbricato adiacente già esistente.

All'interno del fabbricato verranno installati dei naspi, completi di manichetta antincendio della lunghezza di 30 metri e posizionati in modo tale da garantire la copertura dell'intero spazio interno. La rete di distribuzione interna è realizzata con tubazioni in acciaio, verniciate di colore rosso al fine di segnalarne la funzionalità come "uso antincendio".

## Energie rinnovabili ed efficienza energetica

Nella definizione e progettazione dell'impianto termotecnico a servizio della struttura, lo scopo primario è quello di assicurare un'elevata efficienza impiantistica ed al contempo ridurre al minimo i consumi energetici e l'impatto ambientale, consegnando alla fine un edificio classificabile con NZEB ("Nearly Energy Zero Building"), cioè edificio con bassissimi consumi energetici. In tal senso sono state selezionate le più recenti tecnologie presenti in ambito impiantistico.

Queste linee guida sono alla base della scelta di garantire la generazione dell'energia termica e frigorifera mediante l'utilizzo di un sistema a pompa di calore acqua/acqua (con condensazione mediante dry-cooler), soluzione che rappresenta lo stato dell'arte per i generatori a pompa di calore, e che garantisce elevati rendimenti e bassi consumi. Nelle pompe di calore selezionate per l'impianto in oggetto, in ogni componente è stata ricercata la massima efficienza: sono quindi presenti compressori rotativi con inverter, sistemi a basso consumo e precisi sistemi di regolazione.

Le pompe di calore scelte sono inoltre dotate di circuito di recupero attivo del calore, che mette a disposizione dell'impianto un'ulteriore fonte di energia gratuita, fattore che aiuta ulteriormente a portare il fabbricato ad essere classificato come NZEB. Nella produzione di energia frigorifera, infatti, il ciclo di funzionamento delle pompe di calore genera notevoli quantità di calore, che nelle pompe di calore tradizionali viene smaltito senza essere riutilizzato. Nelle pompe di calore installate nell'impianto in oggetto, grazie alla tecnologia utilizzata, tale calore è convogliato in un circuito supplementare e messo quindi a disposizione dell'impianto, in modo completamente gratuito, contribuendo efficacemente a ridurre i consumi e a fornire la possibilità di avere disponibili contemporaneamente sia il servizio riscaldamento che il servizio raffrescamento.



A livello certificativo, come definito dal Decreto Legislativo n.28 del 03/03/2011, parte dell'energia termica prodotta dalle pompe di calore può essere classificata come energia da fonti rinnovabili, fattore che determina un sensibile incremento dell'efficienza energetica complessiva dell'edificio.

Anche nei dispositivi di centrale sono state adottate soluzioni tali da ridurre i consumi energetici: sono infatti previste elettropompe di circolazione dotate di inverter, in cui la velocità di funzionamento è regolata in base all'effettiva richiesta di climatizzazione in ambiente, eliminando quindi qualsiasi spreco energetico.

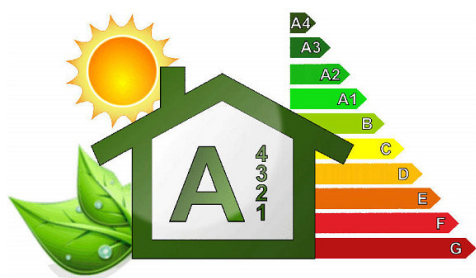
Oltre alle soluzioni tecniche operate nell'impianto termoidraulico, anche l'impianto di rinnovo dell'aria ambiente presenta tecnologie all'avanguardia tali da permettere il raggiungimento di alti standard di efficienza energetica e un'importante riduzione dei consumi: è infatti prevista l'installazione di una centrale di trattamento aria dotata di diverse soluzioni tecniche atte a ridurre al minimo la richiesta energetica.

La centrale è infatti dotata di ventilatori plug-fan con motori EC elettronici brushless dotati di inverter, che permettono bassi consumi energetici e la regolazione automatica del funzionamento in base alle effettive esigenze, eliminando sprechi e dispersioni. La centrale è inoltre dotata di sezione del recupero del calore, con sistema rotativo ad alto rendimento: essa permette di recuperare buona parte del calore presente nell'aria interna (ripresa dai locali interni) e di trasferirlo all'aria fresca in entrata per il rinnovo, riducendo al minimo le dispersioni termiche e abbassando al minimo il fabbisogno energetico.

La centrale prevista è già conforme alla direttiva ErP 2018 in merito all'efficienza dei sistemi di ventilazione, sinonimo di alto rendimento garantito e bassi consumi di energia.

La scelta di utilizzare generatori (pompe di calore) ad alimentazione elettrica, infine, si abbina alla perfezione all'impianto fotovoltaico previsto in copertura: in tal modo, una parte dei comunque ridotti consumi elettrici dell'impianto (pompe di calore, pompe di circolazione, centrale di trattamento aria, ecc.) è soddisfatta con energia elettrica prodotta in maniera completamente rinnovabile e gratuita, riducendo il prelievo di energia elettrica dalla rete pubblica e l'impatto ambientale del sistema.

Il complesso di termoregolazione a servizio degli impianti gestisce tutti gli impianti in maniera automatica, adattandone il funzionamento in base alle effettive esigenze ed eliminando di conseguenza qualsiasi spreco energetico.



Nel complesso, l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento e raffrescamento ambientale (energia delle pompe di calore, solare fotovoltaico), insieme alla presenza dell'impianto di rinnovo aria con recuperatore di calore, permette di soddisfare pienamente gli obblighi normativi in materia di consumo ed efficienza energetica previsti, per gli edifici pubblici, dal 1° gennaio 2019, risultando di conseguenza un edificio classificabile come **EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO ("NZEB")**, cioè a bassissimo consumo energetico e configurandosi quindi come

un edificio dalla concezione futura e rispondente alle sempre più pressanti esigenze di risparmio in ambito energetico. L'edificio, grazie alle scelte adottate sia in ambito costruttivo che impiantistico, si posiziona ai vertici della classificazione energetica (**Classe Energetica A4**), certificando quindi l'alta efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto ed il suo bassissimo impatto ambientale.