



Ing. Aurelio Borghesi

Via S. Giorgio n.5, 01038 Soriano nel Cimino (VT)
tel.-fax 0761-746051 cell. 3296219172 P.IVA 01734840562
e-mail: ing.aurelioborghesi@alice.it

COMUNE DI FABRICA DI ROMA PROVINCIA DI VITERBO

RELAZIONE OPERE DI CLIMATIZZAZIONE DA REALIZZARE NELLA SCUOLA MEDIA COMUNALE “S. GIOVANNI BOSCO”

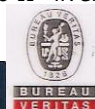
**UBICAZIONE IMPIANTO: P.zza Dante Alighieri snc
Fabrica di Roma**

Data: 15/05/2017

**IL TECNICO
ING. AURELIO BORGHESI**



Ing. Aurelio Borghesi – Tecnico abilitato Operatore Termografico II° livello N.00841 secondo UNI-ISO 9712:2012



RELAZIONE TECNICA

Trattasi di impianto di climatizzazione a pompe di calore ad espansione diretta del tipo VRF cioè a flusso variabile di refrigerante. L'impianto prevede unità esterne denominate motocondensanti ed unità interne per lo più a split a parete. Saranno utilizzate anche alcune unità interne a cassetta a 4 vie nei locali di maggior superficie.

Il sistema ad espansione diretta è stato scelto sia per le sue ottime caratteristiche di rendimento e sia perché la possibilità di utilizzare unità idroniche allacciate al vecchio impianto a radiatori poneva problemi di vetustà dell'impianto che, con le impurità dovute alla corrosione delle vecchie tubazioni, rischiavano di vanificare gli effetti positivi del nuovo impianto se non addirittura rovinarlo da un punto di vista funzionale.

UNITA' ESTERNE

Si è optato per n.5 unità esterne VRF di potenza termica pari a 25 kW con funzionamento ad inverter, che permetteranno di ottimizzare l'utilizzo e la parzializzazione della climatizzazione. Tali unità risultano particolarmente performanti, garantendo un COP>4, permettendo quindi notevoli economie di gestione. Tali unità inoltre, per il loro ingombro e peso ridotto, trovano facilmente collocazione sulla copertura piana della scuola. La loro collocazione sulla copertura deve essere comunque effettuata utilizzando degli appositi appoggi antivibranti.

Le unità motocondensanti inoltre utilizzeranno il refrigerante l'R410A o equivalente purchè a norma.

Esse potranno funzionare correttamente nei campi di temperatura:

- in raffrescamento: quando la temperatura esterna sia anche molto elevata, fino a 40-45 °C;
- in riscaldamento (utilizzo in pompa di calore): quando la temperatura esterna sia anche molto bassa, fino a -10 °C.

Avranno al loro interno un apposito sistema di sbrinamento che dovrà interessare alternativamente parti diverse della singola macchina, permettendo alla parte residua di continuare regolarmente a funzionare: il modulo interessato allo sbrinamento interromperà pertanto il proprio regolare ciclo, commutando il funzionamento (operando come condensatore anziché come evaporatore) e riscaldando la porzione di batteria che viene attraversata da gas caldo.

La struttura delle unità motocondensanti dovrà essere autoportante in acciaio, dotata di pannelli amovibili, con trattamento di galvanizzazione ad alta resistenza alla corrosione, griglie di protezione sulla aspirazione ed espulsione dell'aria di condensazione a profilo aerodinamico ottimizzato.

Ing. Aurelio Borghesi

La batteria di scambio è costituita da tubi di rame e da un pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza con trattamento anticorrosivo; dovrà inoltre essere dotata di griglie di protezione laterali a maglia sufficientemente fitta da scongiurare l'ingresso di volatili o altri animali.

I ventilatori installati dovranno essere controllati da inverter, caratterizzati da funzionamento silenzioso, dotati di griglie di protezione antiturbolenza e azionati da motori elettrici brushless a corrente continua direttamente accoppiati. La curva caratteristica dovrà essere ottimizzata per il funzionamento a carico parziale. Inoltre il controllo della velocità dovrà garantire un flusso a pressione costante nello scambiatore.

I compressori inverter dovranno essere ottimizzati per l'utilizzo con il fluido refrigerante prescelto a superficie di compressione ridotta, con motore brushless a controllo digitale.

Il campo di funzionamento dovrà essere almeno il seguente:

- in raffreddamento da -5 °C a 45 °C ;
- in riscaldamento da -20 °C a 20 °C .

Il circuito frigorifero provvederà alla distribuzione del fluido a due tubi. Il controllo del refrigerante avverrà tramite valvola d'espansione elettronica, olio sintetico, con sistema di equalizzazione avanzato; comprendente il ricevitore di liquido, il filtro e il separatore d'olio.

Gli attacchi delle tubazioni del refrigerante dovranno essere del tipo "a saldare" e saranno situate in posizione facilmente accessibile.

Le unità dovranno essere dotate di sistemi di sicurezza e di controllo; in particolare di sensori di controllo per bassa e alta pressione, per la temperatura di aspirazione del refrigerante, la temperatura dell'olio, la temperatura dello scambiatore di calore e la temperatura esterna.

Dovranno inoltre essere presenti pressostati di sicurezza per l'alta e la bassa pressione (dotati di ripristino manuale tramite, ad esempio, telecomando).

Le unità saranno inoltre provviste di valvole di intercettazione per l'aspirazione, per i tubi del liquido e per gli attacchi di servizio.

Si dovrà prevedere la presenza di un microprocessore di sistema per il controllo e la regolazione dei cicli di funzionamento sia in riscaldamento che in raffreddamento e per gestire tutti i sensori, gli attuatori, i dispositivi di controllo e di sicurezza e gli azionamenti elettrici, nonché per l'attivazione automatica della funzione di sbrinamento degli scambiatori.

Dovrà essere previsto il collegamento al sistema di controllo tramite linea dati con funzione di autodiagnosi per le unità interne ed esterne. Il sistema di controllo dovrà consentire la visualizzazione e memorizzazione di tutti i parametri di processo e la stampa dei rapporti di manutenzione.

Pompa di calore ad espansione diretta secondo il sistema VRF, VRV o equivalente con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A tramite un unico compressore ad inverter della potenza di 22,4 kW in raffreddamento e di 25.0 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 6.05 kW in raffreddamento e di 5.84 kW in riscaldamento. L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- alimentazione 380 V 50 Hz.
- corrente assorbita nominale 9.88 A in raffreddamento e 9.54 A in riscaldamento.
- carpenteria dei moduli in lamiera d'acciaio zincata, adatta per esposizione esterna.
- dimensioni e peso: 1.338 (A) x 1.050 (L) x 330 (P) mm, 138 kg
- possibilità di installazione affiancata.
- compressore di tipo Scroll, ermetico ad alta efficienza, equipaggiato con inverter a controllo lineare con campo di azione tra il 25% e il 100% in raffreddamento e 17% e il 100% in riscaldamento, avente potenza nominale di: • n°1 x 5.3 kW
- circuito frigorifero dotato di separatore d'olio, valvola di inversione a quattro vie, valvola solenoide, ricevitore di liquido, accumulatore di gas, sonde per alta e bassa pressione, pressostato di alta e bassa pressione e valvola di by-pass e quanto occorre per ottimizzare il loro funzionamento.
- schede elettroniche di controllo e di sicurezza, in grado di attivare automaticamente le modalità di raffreddamento e riscaldamento e la funzione di sbrinamento degli scambiatori, in relazione ai segnali provenienti dai sensori delle sezioni stesse e dalle singole unità interne periferiche tramite bus di trasmissione dati.
- sistema di controllo evoluto di tipo cablato all'interno dell'unità, dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- display a 4 cifre in grado di fornire codici per informazioni di servizio (autodiagnosi).
- collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione dati tipo non polarizzato. Al fine di garantire la compatibilità con la legge 46/90 relativamente all'indipendenza di apparati in tensione tra porzioni immobiliari contigue di diversa proprietà, nonché per gli aspetti gestionali inerenti la libertà individuale del singolo inquilino di disattivare per qualsivoglia motivo la tensione elettrica all'interno della propria unità immobiliare, e non ultima la necessità che un guasto alle unità interne installate all'interno di una unità immobiliare non comprometta mai il funzionamento

Ing. Aurelio Borghesi

di apparati installati presso altrui proprietà, l'unità a pompa di calore dovrà essere in grado di alimentare autonomamente la linea di trasmissione alle unità interne, incluse le valvole di espansione LEV e i controlli/comandi remoti. Il sistema VRF dovrà essere quindi in grado di garantire continuità di funzionamento anche nel caso di mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne, per qualsivoglia motivo questa venga a mancare (guasto o disattivazione volontaria). La mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne non dovrà in alcun modo costituire anomalia per il sistema che dovrà continuare a funzionare continuamente senza alcun tipo di intervento per le restanti parti, sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

- scambiatore di calore verso l'ambiente esterno, in tubo di rame con alettatura a pacco in alluminio anticorrosione (Blue Fin), installato sul lato posteriore della macchina, con prese d'aria protette da rete metallica a maglia quadra.

- refrigerante utilizzabile R410A.

- ventilatori di scambio termico con l'esterno, di tipo elicoidale, con portata d'aria totale di 8.340 mc/h, con potenza assorbita 2 x 0.2 kW.

- livello di rumorosità 56 dB(A) in raffreddamento e 61 dB(A) in riscaldamento.

- campo di funzionamento:

• in raffreddamento: esterno tra -5 e 46°C B.S., interno tra 15 e 24°C B.U.

• in riscaldamento: esterno tra -20 e 15°C B.U., interno tra 15 e 27°C B.S.

La pompa di calore potrà essere collegata ad un massimo di 12 unità interne, anche della serie residenziale (con apposito dispositivo), della potenza minima di 1.7 kW in raffreddamento e di 1.9 kW in riscaldamento, la cui potenza complessiva deve essere compresa tra il 50% ed il 130% in relazione alla potenza nominale della pompa di calore. Il sistema di distribuzione del gas sarà a due tubi, con diametri di 9.52 mm per il liquido e di 19.05 per il gas, entrambi con attacco a cartella. E' compresa la installazione di supporti antivibranti, la quota parte della linea di trasmissione dati alle unità interne installata entro apposite tubazioni ed ogni altro onere e magistero necessari a dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

UNITA' INTERNE

Le unità interne di condizionamento saranno per lo più per installazione a parete, del tipo a portata variabile di refrigerante secondo il sistema VRF. Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

-Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%.

Ing. Aurelio Borghesi

A seconda della taglia di progetto avranno portate d'aria variabili adattate alle dimensioni del locale da climatizzare. Inoltre ogni singola macchina potrà regolare a sua volta la portata secondo 4 velocità.

Saranno provviste di sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch. Il collegamento al sistema di controllo avverrà tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.

-Alimentazione elettrica tipo monofase 50 Hz - 220 V con assorbimento elettrico massimo in raffreddamento di 0,04 kW.

-Livello sonoro dell'unità non dovrà essere superiore a 29/31/34/36 dB(A) in funzione della velocità di rotazione del ventilatore.

La sezione di controllo dell'unità interna dovrà essere alimentata autonomamente dalla linea di trasmissione proveniente dall'unità esterna incluse le valvole di espansione LEV, senza che la mancanza di alimentazione di rete all'unità interna stessa costituisca anomalia per il sistema sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

Le unità interne dovranno essere dotate di appositi connettori liberamente programmabili per il collegamento di segnali di INPUT ed OUTPUT digitali, al fine di gestire apparecchiature generiche tecnologiche di terzi presenti in campo.

Dovranno essere disponibili almeno 3 segnali di INPUT e 4 segnali di OUTPUT.

Ogni unità interna dovrà poter collegare 2 apparecchiature generiche, ognuna delle quali gestita attraverso i seguenti segnali :

INPUT :

Stato di ON/OFF

Stato di Anomalia

OUTPUT :

Comando di ON/OFF

Tramite il kit composto da sistema di supervisione + centralizzatori + PLC dovrà essere possibile programmare liberamente i segnali collegati all'unità interna, visualizzarli, ed interagire con essi.

Dovrà inoltre essere possibile programmare liberamente interazioni tra le apparecchiature generiche e le unità interne dell'impianto, per le quali dovranno poter essere controllate le seguenti funzioni :

ON/OFF

Impostazione della temperatura

Modo operativo

Velocità ventilatore

Ing. Aurelio Borghesi

La ripresa dell'aria sarà posizionata nella parte superiore ed inferiore del pannello frontale, mentre quella di mandata sarà posizionata nella parte inferiore. L'apertura verso l'alto del pannello frontale darà accesso ai filtri che saranno in fibra sintetica a nido d'ape rigenerabili e lavabili.

La batteria a più ranghi sarà di tipo Cross-Fin con tubi di rame alettati in alluminio.

Le apparecchiature elettriche e di controllo saranno posti in posizione con accesso facilitato frontalmente all'unità. Il movimento dell'aria assicurato da ventilatore tipo tangenziale direttamente accoppiato al motore monofase ad induzione che sarà a quattro velocità dotato di pale a spaziatura differenziata per migliorarne il rendimento.

Gli attacchi della linea gas dovranno essere di 12.7 mm mentre quelli della linea del liquido saranno di 6.35 mm.

Lo scarico della condensa sarà di tipo flessibile.

SISTEMA DI CONTROLLO

E' previsto un controllo remoto (interrogazione e regolazione) dell'intero sistema.

Il sistema di gestione remota consentirà:

- spegnimento e accensione centralizzati delle singole unità interne quando non vi sia alcuna presenza di persone;
- impostazione dei valori minimi e massimi della temperatura impostabili localmente;
- interrogazione/gestione dei singoli parametri dei locali;
- impostazione oraria giornaliera, settimanale e mensile;
- possibilità di interrogazione istantanea e storica dei consumi elettrici e delle impostazioni dell'impianto.

Il controllo centralizzato dovrà essere posizionato in luogo indicato dalla committente. Il collegamento avverrà tramite BUS, LAN o sistema wireless.

Il controllo locale verrà invece consentito attraverso l'utilizzo di telecomandi a infrarossi, dotati di supporto a muro per il posizionamento nei momenti di non utilizzo ed opportunamente etichettati con il riferimento del locale presso il quale è installata la relativa unità interna o da termostato a parete. I parametri impostati localmente dovranno essere visibili dal controllo centralizzato.

DISTRIBUZIONE

La distribuzione delle montanti impiantistiche avverrà mediante la posa delle tubazioni in esterno adeguatamente coibentate ed eventualmente mascherate da una canalizzazione. Particolare attenzione dovrà essere posta per l'impermeabilizzazione degli attraversamenti per l'ingresso nel fabbricato, sia che tali attraversamenti si collochino in copertura sia in facciata.

La distribuzione delle dorsali impiantistiche dovrà invece avvenire sfruttando la possibilità di mascherare le tubazioni mediante installazione di controsoffitti o tracantoni in cartongesso. In particolare, si procederà mediante l'installazione di collettori nei controsoffitti e la derivazione delle linee dedicate in ingresso nei singoli locali. Si raccomanda il mantenimento delle caratteristiche REI delle strutture attraversate.

Tubazioni in rame

Le tubazioni del circuito di distribuzione del fluido frigorifero dovranno essere in rame disossidato fosforoso senza giunzioni, secondo le specifiche del fornitore delle apparecchiature di condizionamento.

Le tubazioni, in rame del tipo C1220, avranno le seguenti caratteristiche: Diametro esterno 9,52 mm - Spessore 0,8 mm.

In rotoli precoibentati: Diametro esterno 15,88 mm - Spessore 1,0 mm.

In rotoli precoibentati Diametro esterno 19,05 mm Spessore 1,0 mm.

In rotoli precoibentati: Diametro esterno 22,22 mm - Spessore 1,0 mm.

In barre nudo: Diametro esterno 28,58 mm - Spessore 1,2 mm.

Tutte le tubazioni verranno fornite e poste in opera complete dei sostegni, ottenuti mediante staffe in profilato d'acciaio, e degli opportuni fissaggi. A tale scopo si raccomanda che, per mantenere il corretto allineamento delle tubazioni, il distanziamento degli staffaggi dovrà essere opportunamente determinato sulla base del diametro delle tubazioni stesse.

Le tubazioni dovranno sopportare le pressioni e temperature che si possono verificare in esercizio.

Bisognerà inoltre tenere conto della necessità di evitare la formazione di coppie elettrolitiche all'interconnessione fra le tubazioni ed i componenti principali ed accessori, che possano provocare danni all'impianto. Le saldature dovranno essere effettuate in atmosfera di azoto. Tutte le tubazioni saranno sottoposte ad una prova di pressione per verificare la buona esecuzione delle saldature secondo le specifiche fornite dalla ditta che fornirà le apparecchiature per il condizionamento.

Inoltre, prima degli allacciamenti agli apparecchi, le tubazioni saranno convenientemente soffiate onde eliminare sporcizia e grasso.

Prima dell'accensione dei sistemi, la ditta esecutrice dei lavori dovrà eseguire le seguenti operazioni:

- "Lavaggio" della rete di distribuzione frigorifera con azoto secco;
- Prove di tenuta della rete di distribuzione frigorifera con azoto secco a pressione pari a quella di progettazione verificando che la pressione di carico non scenda per un periodo di almeno 24 ore;

Ing. Aurelio Borghesi

- Depressurizzazione della rete di distribuzione frigorigena fino alle condizioni di vuoto (almeno -755 mm Hg);
- Rabbocco del gas refrigerante e verifica della corretta quantità di refrigerante come da manuale di installazione della casa di fornitura delle apparecchiature per il condizionamento.

Coibentazione Tubazioni

La coibentazione delle tubazioni dovrà essere realizzata con materiale isolante flessibile estruso a celle chiuse, a base di caucciù vinilico sintetico espanso, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- conduttività termica utile a $T_m = 0$ °C: $\lambda \leq 0,040$ W/mK
- fattore di resistenza alla diffusione del vapore: ≥ 5000
- reazione al fuoco in Classe 1 con omologazione del Ministero dell'Interno
- marchio e/o dichiarazione di conformità (DM 26/06/84 art. 2.6-2.7)

Gli spessori della coibentazione dovranno rispettare le prescrizioni del DPR n. 412 del 26/08/1993 e comunque dovranno essere non inferiori a 10 mm. La coibentazione delle tubazioni percorse da fluido a bassa temperatura dovrà prevedere un'adeguata barriera al vapore.

Cavo trasmissione dati

Un cavo di trasmissione segnale cavo bus, del tipo schermato da $2 \times 1,25$ mmq collegherà tutte le unità esterne ed interne con i relativi comandi elettronici, così come indicato sullo schema della casa fornitrice delle apparecchiature di condizionamento.

La linea bus è prevista nel capitolo Impianti elettrici.

I collegamenti di trasmissione segnale dovranno essere realizzati tenendo presente i seguenti limiti:

- lunghezza massima di un collegamento: 1000 m;
- lunghezza totale dei collegamenti: 2000 m;
- quantità massima di derivazioni: 16 (non saranno ammesse ulteriori sotto derivazioni a valle della prima).

La linea di trasmissione dati dovrà essere mantenuta separata dalla linea di alimentazione e non deve venire a contatto con le linee frigorifere.

LINEA DI RACCOLTA CONDENSE

L'impianto per la raccolta degli scarichi delle condense dovrà essere analogamente mascherato. Si potrà procedere, se possibile, con la realizzazione di collettori di raccolta entro i tracantoni per poi procedere all'uscita in corrispondenza dei pluviali, ovvero in pozzetti dedicati opportunamente sifonati da collegare alla linea fognaria delle acque bianche.. Gli scarichi della condensa dovranno

Ing. Aurelio Borghesi

sempre essere comunque adeguatamente sifonati allo scopo di evitare la creazione di sgradevoli odori nei locali climatizzati.

Le tubazioni utilizzate per lo scarico della condensa dovranno essere in PVC rigido. I raccordi delle tubazioni in PVC dovranno essere, con giunzioni a bicchiere.

Le tubazioni, con diametro di 25, 32, 40 e 50 mm, dovranno mantenere una pendenza di almeno 1/1,5% per consentire il corretto deflusso delle acque di condensa e dovranno prevedere, possibilmente in prossimità dei punti di scarico, un pozzetto sifonato per evitare la possibile presenza di odori sgradevoli. Le linee della condensa per le unità interne poste nel controsoffitto, dovranno essere posizionate verificando la pendenza e i punti di scarico.

I circuiti di scarico della condensa saranno convogliati, previa verifica dei percorsi e degli scarichi, mediante colonne di scarico verticali in punti idonei e opportunamente protetti e chiusi in tracantoni di cartongesso.