



**COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE**  
**PROVINCIA DI CASERTA**

**LAVORI DI "RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO SISMICO DI  
MIGLIORAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA  
DI VIA SETTEMBRINI DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO STATALE "U.  
FOSCOLO" DI CANCELLO ED ARNONE (CE)"**  
**(C.U.P.) : E11E16000060003** **(C.I.G.) : 6559280915**



**PROGETTO ESECUTIVO - POST GARA -**

**ELABORATO :**

**RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTO TERMICO**

**RAPP:**

**TAV. I.T-1**

**IMPRESA APPALTATRICE:**

**DITTA FABIANA COSTRUZIONI SRL**

**IL PROGETTISTA:**

**Dr. ing. Francesco COLARULLO**



**Data: GENNAIO 2018**

# COMUNE DI CANCELLO ARNONE

PROVINCIA DI CASERTA



**LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO SISMICO DI  
MIGLIORAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA  
DELL'INFANZIA DI VIA SETTEMBRINI DELL'ISTITUTO  
COMPRESIVO STATALE "U. FOSCOLO"  
PROGETTO ESECUTIVO OPERE MIGLIORATIVE**

**RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E DI CALCOLO  
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO-CONDIZIANAMENTO-RINNOVO ARIA**

## **PREMESSA**

Il presente elaborato descrive le opere relative alla realizzazione dell'impianto di condizionamento finalizzato al contenimento del consumo energetico, dei costi di gestione e di manutenzione, nell'ambito dei lavori di ristrutturazione e adeguamento sismico di miglioramento e messa in sicurezza della scuola dell'infanzia di Via Settembrini dell'Istituto Comprensivo Statale "U. Foscolo"

L'edificio si sviluppa su un livello con una superficie utile lorda di solaio (SUL), pari a 719,00 mq. L'altezza d'interpiano è fissata a 3,90 m. Il Piano Rialzato, sarà destinato alle attività già previste nel progetto esecutivo posto a base di gara troviamo n. 6 locali destinati ad aule, l'ufficio, la sala professori, i bagni, il bagno riservato ai diversamente abili, la mensa, la cucina e il locale della centrale termica.

La strategia utilizzata nel progetto dell'impianto meccanico è stata di adottare soluzioni in grado di realizzare un edificio a bassissimo impatto ambientale, soprattutto per quanto concerne il consumo energetico per riscaldamento invernale e condizionamento estivo.

Gli interventi passivi di efficientamento energetico dell'edificio (vetrate, parete, soffitti, etc.), assieme alla tipologia impiantistica prevista producono un miglioramento energetico complessivo dell'edificio oggetto di intervento, che, passa dalla **Classe D** per lo stato di fatto, alla **Classe A4** per il progetto post intervento, rientrando nei limiti stabiliti dalla legge per la destinazione d'uso dell'involucro in oggetto (vedi certificato APE Allegato)

In particolare gli interventi riguardano la realizzazione dell'impianto di:

- 1. Condizionamento invernale ed estivo a bassa temperatura del tipo a soffitto radiante**
- 2. Pompa di calore geotermica e campo geotermico;**
- 3. Rinnovo aria e deumidificazione**

così come di seguito descritti.

#### **IMPIANTO CONDIZIONAMENTO A SOFFITTO RADIANTE**

L'intervento progettuale prevede la realizzazione di un nuovo impianto di condizionamento invernale e raffrescamento estivo, del tipo a soffitto radiante, a bassa temperatura, integrato con un impianto di deumidificazione e di trattamento aria primaria. Il dimensionamento dell'impianto sarà eseguito in conformità alla normativa vigente ed in particolare la Legge.10/91 ed il D.Lgs 192/2005 (contenimento dei consumi energetici), il D.M. 37/2008 (Norme per la sicurezza degli impianti).

Il sistema proposto è un impianto statico e la trasmissione del calore dal controsoffitto avviene per irraggiamento senza motori, ventilatori o movimento d'aria.

Una quota sensibile degli scambi termici, quali le rientranze solari attraverso le vetrate, la dissipazione di calore delle apparecchiature elettriche, del corpo umano e dei corpi illuminanti, sono assorbite direttamente dal pannello radiante come differenza sulla temperatura del fluido, consentendo unitamente ad una più bassa temperatura operante, un sensibile risparmio sui costi di gestione. L'impianto garantisce inoltre affidabilità e risparmio. Infatti non vi sono ventilatori, non vi sono filtri e quindi non vi sono costose manutenzioni sostituzioni.

Altro aspetto da non trascurare è il comfort termoacustico che il sistema garantisce. Il comfort è una piacevole sensazione di benessere fisico, combinato alla sicurezza personale, all'ergonomia del posto di lavoro non solo dal punto di vista degli spazi, degli arredi, degli

strumenti operativi e dell'organizzazione e comunicazione, ma soprattutto in relazione all'equilibrato scambio termico del corpo umano, alla qualità dell'aria ambiente, alla corretta illuminazione ed acustica. I locali condizionati con questo sistema sono ambienti di **classe A4, in conformità alla normativa UNI EN 27730**. I parametri quali l'indice di stress termico, la differenza verticale della temperatura, l'asimmetria radiante, spifferi o fastidiose correnti d'aria, rientrano nella norma e concorrono a formare il migliore valore di PMV o voto medio previsto della sensazione di benessere termico. L'impianto raffresca e riscalda silenziosamente con un livello sonoro di poco superiore a 25 dBa.

I principali vantaggi che gli impianti a pannelli possono offrire riguardano:

- il benessere termico,
- la qualità dell'aria,
- le condizioni igieniche,
- l'impatto ambientale,
- il calore utilizzabile a bassa temperatura,
- il risparmio energetico.

Il riscaldamento ed il raffrescamento di un locale ottenuto utilizzando la superficie del soffitto rappresenta, per certi versi, la soluzione ideale in molte applicazioni. Il soffitto è una superficie sempre parzialmente libera da arredi per cui "vede" sempre molto bene tutta la stanza ed è quindi in grado di irraggiare al meglio sia le pareti che il pavimento. Il carico abbattuto, sia in inverno che in estate, è sempre sensibile.

L'impianto sarà costituito da pannelli radianti per installazione a soffitto di dimensioni divisibile secondo gli assi mediani in tre diverse tipologie di sotto-moduli (120x120, 60x240, 60x120) cm, per il riscaldamento e il raffreddamento di ambienti, composti da:

- un supporto termoisolante in polistirene espanso prestampato, spessore mm.39, classe 200, conformato in modo da accogliere al suo interno gli scambiatori di calore in alluminio e i circuiti idraulici.
- Scambiatori di calore in alluminio prestampato, spessore 400 µm, conformati per accogliere il serpentino idraulico.
- Serpentine idrauliche in tubo Dowlex 8x5,7 mm, a triplo strato con barriera ossigeno intermedia, alle cui estremità sono inseriti due raccordi a 90° 8/8 che facilitano il collegamento ai giunti tripli collocati alle estremità delle dorsali Magic esterne.

- collettori secondari di distribuzione dei singoli ambienti dotati di misuratori di portata per sistemi radianti, costituiti da 2 corpi realizzati in poliammide rinforzata con fibra di vetro, specifico per sistemi radianti progettati per il funzionamento in riscaldamento e raffrescamento estivo, conforme alla norma UNI EN 1264-4 e Set valvole per bilanciamento idraulico e intercettazione dei collettori,
- Pannello di finitura per controsoffitto ispezionabile a base di gesso rivestito preverniciato in colore bianco opaco satinato con superficie a vista liscia non forata da 10 mm di spessore, bordo ribassato, Euroclasse A2-s1,d0, resistenza all'umidità RH 90, riflessione della luce del 80% dotati della tecnologia Activ Air® che permette ai pannelli di assorbire e neutralizzare fino al 70% della formaldeide contenuta nell'aria.
- Pannello di finitura per controsoffitto in cartongesso, da 12,5 mm, a densità incrementata (10,2 kg/m<sup>2</sup>) e additivata con fibre di vetro per conferire maggiore durezza superficiale, resistenza meccanica, conducibilità termica e assorbimento acustico; faccia a vista con speciale carta di colore bianco per agevolare le operazioni di finitura, tracciata al laser con il disegno dei circuiti idraulici e i passi dei profili di fissaggio a 40 e 60 cm. La lastra è incollata con colla vinilica all'acqua al complesso serpentino-scambiatore-supporto isolante. Il pannello è pre-intagliato al centro dei lati corti con due semilune Ø 150 mm per consentire le operazioni di innesto dei raccordi Magic e le operazioni di collaudo. Sono comprese le semilune di chiusura.

Inoltre è prevista la realizzazione di un sistema di termoregolazione dei singoli ambienti realizzato con sonde, sensori, attuatori, centralina elettronica di regolazione dedicata alla gestione dell'impianto, collegamento alla rete dati e comunicazione con altri dispositivi di supervisione e/o client di accesso remoto.

La temperatura alimentazione pannelli sarà pari a: 35-38°C in inverno e 16-19 °C in estate (DT=2-5°C)

#### **POMPE DI CALORE-IMPIANTO GEOTERMICO**

L'impianto sarà alimentato da n.2 **pompe di calore geotermiche**, della Riello o equivalente tipo EkoMetis, ognuna di potenza P(ris)=26.50 kw-P(raf)34,8kw-P(elet)=5.80kw 400-230V, ideali per il riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, con recupero totale di calore, completa di apparecchiature di collegamento all'impianto di distribuzione interno all'edificio realizzato mediante soffitto radiante.

La pompa geotermica sarà collegata ad un campo sonde geotermiche costituito da n. 8 pozzi, ognuno di profondità pari a circa 100 ml, in cui saranno calate le tubazioni a doppio U in Polietilene PEHD 100 - Pn16 da d.e. 32 mm, d.i. 26 mm. Il campo geotermico verticale sarà completato da un campo orizzontale, costituito da tubazioni (mandata e ritorno) in polietilene PE100 Pn16 d.e. 40 mm, con strato esterno nero resistente agli urti, da collegare al collettore e da questi al locale centrale termica.

I sistemi geotermici sono tecnologie per il riscaldamento o il raffrescamento che trasferiscono il calore dal terreno o da acqua di falda per la climatizzazione ambientale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'intervento progettuale prevede anche la realizzazione di un test per determinare i parametri locali del sottosuolo per un corretto dimensionamento di un campo sonde geotermiche (GeoThermal Response). Consecutivo alla realizzazione di una prima sonda verticale si esegue tramite lo strumento di misurazione il GeoThermal Response Test per determinare l'effettiva resa del terreno. La consecutiva simulazione del campo sonde con software dedicato garantisce un corretto dimensionamento e un funzionamento a lungo termine della fonte di calore.

Il dimensionamento dei sistemi di geo-scambio sono stati eseguiti sulla base dei fabbisogni nel periodo invernale i quali risultano più elevati rispetto a quelli estivi.

Oltre al beneficio energetico, la soluzione tecnologia prescelta consente di conseguire un impatto fortemente positivo anche in termini di costo di manutenzione tenendo presente che le sonde geotermiche sono garantite per un periodo pari a 100 anni e per il resto della macchina si prevede una durata media di circa 20 anni. Inoltre, come vantaggio aggiuntivo, la soluzione progettuale presenta un notevole effetto positivo sull'impatto ambientale dovuto all'assenza di emissioni dirette nell'aria ed alla notevole riduzione di emissione di CO2 nell'impatto "indiretto" legato al consumo elettrico: l'Ente Americano per la Protezione dell'Ambiente ha dichiarato che la geotermia è la tecnica di climatizzazione più efficiente ed ecologica possibile.

## IMPIANTO DI DEUMIDIFICAZIONE E TRATTAMENTO ARIA PRIMARIA

L'intervento progettuale prevede la realizzazione, di un impianto di deumidificazione e trattamento aria primaria interna necessario per controllare i livelli di umidità, temperatura e qualità dell'aria. Particolare cura è stata posta nel ridurre al massimo sia i consumi di energia elettrica sia il livello di pressione sonora riproposta in ambiente.

In particolare l'impianto proposto è costituito da:

- ✚ **n.2 unità di rinnovo aria e deumidificatore per l'installazione all'interno in controsoffitto**, in lamiera preverniciata, e complete di termoregolazione preassemblata in fabbrica e certificata CE direttamente dal costruttore, inclusi inverters comando motori ventilatori. Struttura portante in profilati estrusi di alluminio anticorodal (6060 T5 - UNI 9006/1), caratterizzate da portata aria:2100 m<sup>3</sup>/h- Prevalenza statica utile:300 Pa , P(fri)=10,0 kw-P(Ris)=21.6Kw, complete di tubazioni di collegamento in rame preisolato e/o in multistrato preisolato, di mandata e ritorno alla centrale termica, alimentazione elettrica 230 volt, complete di modulo di recuperatore di calore statico a flussi incrociati in esecuzione verticale con pacco scambiatore in alluminio, completo di bacinella di raccolta della condensa in lamiera zincata, telaio di sostegno, rendimento nominale non inferiore al 55%. Serranda di presa aria esterna con movimento meccanico a mezzo levismi ed alette contrapposte in acciaio zincato predisposta per servocomando. Serranda di espulsione con movimento meccanico a mezzo levismi ed alette contrapposte in acciaio zincato predisposta per servocomando. By-pass del recuperatore per il free-cooling. Filtro a celle sintetiche ondulate classe G3 (UNI EN 779), arrestanza media ponderale 87%, spessore 48 mm, su presa aria esterna. Portata aria esterna: 920 m<sup>3</sup>/h Temp./U.R aria esterna: 0 / 80°C / % Rendimento (ENV 308): 55%.

### ✚ **distribuzione aeraulica di tutto il complesso costituito da:**

- ✓ canali preisolati per la distribuzione dell'aria di mandata e di ripresa a sezione rettangolare realizzati in alluminio goffrato con pannelli sandwich con le seguenti caratteristiche: alluminio esterno (spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliestere); alluminio interno (spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliestere); isolante poliuretano espanso dello spessore di 20mm, (densità kg/mc 48 - 50), conducibilità 0,023 W/mK, reazione al fuoco classe ("0"- "1") dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la tenuta meccanica alla pressione interna massima di 300 Pa. La deformazione massima del condotto non dovrà superare il 3% della larghezza o al massimo 30 mm. Le

giunzioni tra condotto e condotto saranno realizzate per mezzo di apposite flange del tipo "invisibile" con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica. Le curve e i pezzi speciali saranno provvisti, di alette deflettrici. Le condotte saranno sostenute da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Le condotte poste all'esterno saranno staffate sollevate da terra con apposite controventature e qualora poste orizzontalmente saranno installate con una pendenza sufficiente da poter drenare l'acqua. Qualora le condotte attraversino il tetto saranno munite nella parte terminale di curve a "collo d'oca" allo scopo di evitare l'ingresso di acqua.

- ✓ diffusori circolari di mandata aria in alluminio, con sistema di fissaggio viti non in vista, di dimensioni  $\Phi$  200 mm con portata d'aria fino a 300 mc/h cad.;
- ✓ griglie di transito aria interna sulle porte con alette inclinate in alluminio estruso anodizzato di dimensioni 600x200 mm con portata d'aria non inferiore a 400 mc/h cad.;
- ✓ griglie di ripresa aria interna con alette inclinate in alluminio estruso anodizzato di dimensioni 700x500 mm con portata d'aria non inferiore a 1000 mc/h cad. munite di serranda di taratura e controtelaio;
- ✓ griglia di ripresa aria esterna con alette inclinate in acciaio verniciato di dimensioni 700x500 mm con portata d'aria non inferiore a 1000 mc/h cad. munita di serranda di taratura e controtelaio;

Sono compresi gli accessori, giunti antivibranti, serrande di taratura, collegamenti tra le unità di trattamento aria e le condotte, collegamenti ai singoli diffusori e/o griglie, gli staffaggi, le eventuali impalcature per il montaggio in sicurezza, minuterie, l'alimentazione elettrica, le tubazioni di collegamento alla centrale termica, le eventuali opere murarie per il montaggio e quanto altro occorre per dare l'opera a perfetta regola d'arte.



## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Il dimensionamento dell'impianto è stato eseguito in conformità alla normativa vigente ed in particolare:

- D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (in vigore dall'8 ottobre 2005)  
Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 (in vigore dal 2 febbraio 2007) modifiche al D.Lgs. 192/05  
Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- Legge n. 10 del 09/01/1991  
Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- D.P.R. n. 412 del 26/08/1993 Regolamento di attuazione della Legge 10/91
- D.M. 37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. n. 447 del 06/12/1991 Regolamento di attuazione della ex Legge 46/90
- D. Lgs 81/08 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- Norma UNI 10339 Impianti aeraulici ai fini di benessere
- Norma UNI 10344 Indicazione ricambi aria ambienti residenziali  
Tutte le norme relative agli impianti di cui trattasi emanate dal C.E.I. e le tabelle C.E.I.-U.N.E.L
- Legge quadro sull'inquinamento acustico del 26/10/1995 n° 447 e D.P.C.C.M. del 14/11/1997

## **VALUTAZIONE DEI CARICHI TERMICI**

Al fine di una corretta valutazione dei carichi termici sono stati effettuati i calcoli termogrametrici e di verifica relativamente ai soli ambienti oggetti di intervento di miglioramento e/o integrazione.

Nella presente relazione tecnica sono evidenziate le necessarie informazioni che hanno condotto alla valutazione del carico termico estivo ed invernale per ogni ambiente, punto di partenza per discriminare una scelta in termini tecnici ed economici dell'impianto più idoneo, in base anche alla destinazione d'uso dei locali. Per la corretta valutazione dei carichi è necessario fissare delle condizioni di progetto fissate dalle normative vigenti (norme UNI 10339) e dal DPR 412 del 1993.

**Condizioni di progettazione**

Dai calcoli termici effettuati seguendo quanto prescritto dal D.Lgs. 192/2005 (ex Legge n.10/91) e dal DPR 412/93 e successive modifiche, sono stati ricavati le potenzialità termiche invernali ed estive che hanno consentito il dimensionamento dell'impianto di condizionamento. I locali sono esposti alle seguenti condizioni climatiche:

**Condizioni climatiche esterne****■ Estate**

- temperatura a bulbo secco Tbs	32 °C
- temperatura a bulbo umido Tbu	22,7 °C
- umidità relativa alla max Tbs (UR%)	45.4 %

**■ Inverno**

- temperatura a bulbo secco Tbs	2 °C
- temperatura a bulbo umido Tbu	1 °C
- umidità relativa (Te) (UR%)	48.8 %

**Condizioni termoigrometriche interne****■ Estate**

- temperatura interna	26°C(+/-2°C)
- umidità relativa (UR%)	50 (+/-10%)

**■ Inverno**

- temperatura interna (Tai)	20°C(+/-1°C)
- umidità relativa (UR%)	65(+/-10%)

**Ricambi aria:**

■ Aule-uffici in genere	3,50 Vol/h
■ Servizi igienici	2,00 Vol/h
■ Per il deposito:	2,00 Vol/h

**Condizioni di Ventilazione**

Per quanto riguarda i carichi interni dovuti alle persone, in base alle indicazioni del suddetto manuale, è stato previsto un impianto di ricambio d'aria per gli uffici, dimensionato secondo il rapporto di 0,1 persone/mq e portata d'aria di 30 m<sup>3</sup>/h a persona.

Gli impianti di trattamento aria saranno dotati di recuperatore di calore ad alto rendimento da collegare con le canalizzazioni di aspirazione ed espulsione.

## **SISTEMA DI DISTRIBUZIONE SOFFITTO RADIANTE**

L'impianto di climatizzazione, in grado di soddisfare i requisiti prestazionali e gli aspetti normativi sopra indicati, nonché la sicurezza degli occupanti durante le varie condizioni di utilizzo, è del tipo misto a pannelli radianti a soffitto più aria primaria.

Il riscaldamento ed il raffrescamento di un locale ottenuto utilizzando la superficie del soffitto rappresenta, per certi versi, la soluzione ideale in molte applicazioni.

Il soffitto è una superficie generalmente libera da arredi per cui è completamente esposta e può irraggiare senza ostruzioni l'intero ambiente da climatizzare per cui è in grado di ottimizzare l'irraggiamento sia delle pareti che del pavimento sottostante; il soffitto radiante aggiunge, perciò, ai benefici della climatizzazione ottenuta per irraggiamento l'efficacia che deriva dal fatto di non avere accidentali schermature.

L'adozione di tale soluzione impiantistica consente di realizzare un equilibrato scambio termico del corpo umano, abbinato ad una elevata qualità dell'aria, conseguendo un abbattimento dell'indice di stress termico, della differenza verticale di temperatura e dell'asimmetria radiante ed un annullamento delle correnti d'aria, permettendo, così, di migliorare sensibilmente, la sensazione di benessere termico per gli utilizzatori dell'opera in oggetto. Il profilo termico ottenuto in una stanza dotata di sistema radiante a soffitto si approssima alla curva ideale di benessere; un soffitto radiante in riscaldamento tipicamente scambia calore con il pavimento sottostante ed a regime si ottiene un profilo termico dell'aria uniforme a partire dal pavimento fino a circa 5-6 cm dal soffitto, strato d'aria in cui si concentra tutto il gradiente termico fino ad arrivare alla temperatura di superficie del soffitto. Nel raffrescamento si ha un fenomeno del tutto simile ed in più lo strato di aria a contatto con il soffitto, raffreddandosi, è soggetto ad un moto verso il basso in conseguenza del quale allo scambio termico per irraggiamento si aggiunge un contributo di convezione che fa aumentare l'energia termica scambiata.

L'impianto proposto consente di realizzare un controllo di temperatura ed umidità ambiente per ambiente in tutte le zone presenti, con possibilità di garantire un benessere termoigrometrico completo agendo sia sulla temperatura dell'aria,  $T_{aria}$ , che sulla temperatura media radiante delle superfici delimitanti gli ambienti,  $T_{m, radiante}$ , ovvero sulla cosiddetta temperatura operante: il benessere termoigrometrico viene più correttamente misurato attraverso la temperatura operante, o operativa, pari alla media di  $T_{aria}$  e  $T_{m, radiante}$  [ $T_{operante} = (T_{aria} + T_{m, radiante})/2$ ]. Significa che, per esempio, in inverno, trovarsi in un ambiente con

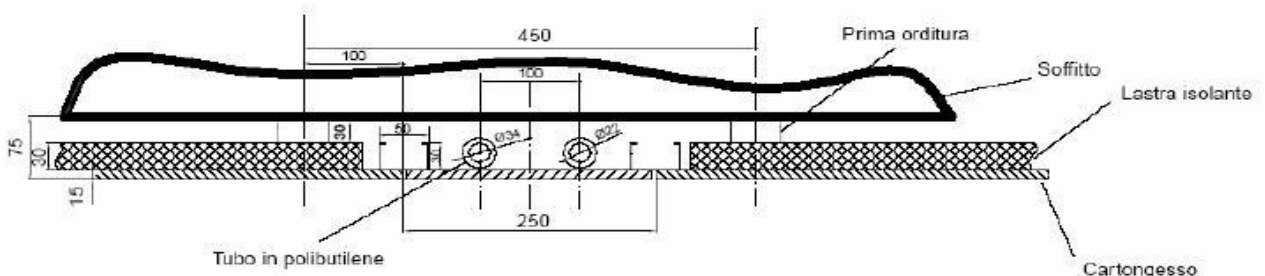
temperatura dell'aria alta avendo una temperatura media radiante delle superfici bassa, genera comunque una situazione di scarso benessere termo igrometrico così come, analogamente, nel caso estivo con una temperatura dell'aria bassa e temperatura media radiante delle superfici elevata.

All'aria è invece affidata la funzione di gestione del *carico latente* e, in genere, di *parte del carico sensibile* (soprattutto *in estate*), oltre che la *funzione di rinnovo*.

Dal punto di vista dell'architettura impiantistica, l'impianto sarà costituito da:

- centrale termofrigorifera con pompa di calore geotermica completa di dispositivi di controllo e regolazione;
- UTAP (unità di trattamento aria primaria-deumidificazione), per i ricambi aria, completa di batterie calde/fredde, ventilatore di mandata ed impianto di distribuzione aria interna realizzato con canali preisolati per la distribuzione dell'aria realizzati in alluminio goffrato con pannelli sandwich, griglie di mandata aria interna con alette inclinate in alluminio estruso anodizzato.
- centrale tecnologica allestita con le apparecchiature di distribuzione (collettori, valvole,...) e pompaggio dei fluidi termovettori verso gli impianti (pompe e circolatori ad alta efficienza, in classe energetica A, del tipo a *portata variabile*);
- Unità terminali costituite da pannelli radianti a soffitto (v. fig.1) e unità di trattamento aria completa di recupero di calore rotativo ad altissima efficienza (oltre il 60%). La stessa sarà completa di termoregolazione preassemblata in fabbrica e certificata CE dal costruttore, a garanzia di una maggiore regola d'arte;
- Sistema di termoregolazione del tipo per singolo ambiente con sonde di temperatura, e UR e qualità dell'aria interna.

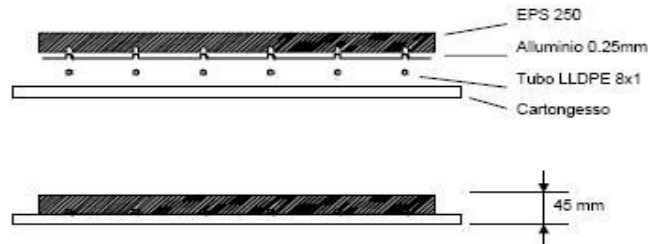
Fig.1 – Stratigrafia pannelli radianti a soffitto posati in opera



L'impianto a pannelli radianti si basa sulla realizzazione di un soffitto in cartongesso, pannelli modulari aventi all'interno dei circuiti idraulici in cui far scorrere il fluido termovettore; il

fissaggio al soffitto avviene per mezzo di una intelaiatura analoga a quella che viene comunemente usata per la costruzione di controsoffitti in cartongesso.

Il pannello è realizzato a partire da una lastra di cartongesso di spessore 13 mm e larghezza variabile a seconda delle esigenze progettuali; ad essa viene applicata una lastra di alluminio di spessore 0.25 mm, sagomata in modo da abbracciare un tubo di 8 mm di diametro in polibutilene che descrive un percorso a serpentina a contatto con il cartongesso.



La lastra di alluminio funziona, quindi, da aletta distributiva del calore e ricopre tutta la superficie del pannello ad eccezione di una fascia perimetrale che viene lasciata libera per poter fissare il pannello alla struttura metallica di supporto. A completamento viene applicato uno strato di polistirolo espanso EPS250 avente spessore pari a 30 mm per isolare termicamente l'elemento verso l'alto.

Per merito della loro elevata superficie disperdente, gli impianti a pannelli possono riscaldare o raffreddare con basse o alte temperature del fluido termovettore. Questa caratteristica rende conveniente il loro uso con sorgenti di calore la cui resa (termodinamica e economica) *aumenta al diminuire della temperatura richiesta (e all'aumentare della temperatura del fluido freddo nel caso del condizionamento).*

Rispetto ai sistemi di climatizzazione tradizionali, gli impianti a pannelli radianti consentono apprezzabili risparmi energetici essenzialmente per due motivi:

- La maggior *temperatura operante* in ambiente che consente (a pari temperatura dell'aria) *risparmi medi variabili dal 5 al 10%*;
- Il minor gradiente termico tra pavimento e soffitto che comporta *risparmi energetici tanto più elevati quanto maggiore è l'altezza dei locali*;
- L'uso di basse temperature del fluido in inverno (o alte in estate) che *riduce le dispersioni lungo le tubazioni*;
- La *manca di moti convettivi* sulle superfici vetrate.

Mediamente gli impianti a pannelli (sempre in relazione agli impianti di tipo tradizionale) consentono un *risparmio energetico complessivo variabile dal 15 al 30%*.

## **SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IMPIANTO AERAUICO**

L'impianto di aria primaria per gli uffici sarà essenzialmente costituito da una UTAP di tipo canalizzabile, dalle reti aerauliche e dagli elementi di diffusione dell'aria.

L'aria trattata sarà convogliata agli ambienti attraverso canali a sezione rettangolare realizzati in poliuretano rivestito di alluminio.

La rete aeraulica di mandata sarà costituita da una montante orizzontale principale da cui si dirameranno tronchi secondari per l'alimentazione degli apparecchi aeraulici. La sezione di canali sarà tale per cui la velocità dell'aria oscillerà tra 3 -4 m/s, imponendo valori maggiori a valle della sezione ventilante e valori minori in corrispondenza delle bocchette di diffusione.

L'aria trattata sarà convogliata attraverso canali a sezione rettangolare realizzati in canali preisolati in alluminio goffrato con pannelli sandwich con le seguenti caratteristiche: alluminio esterno (spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliesteri); alluminio interno (spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliesteri); isolante poliuretano espanso dello spessore di 20mm, (densità kg/mc 48 - 50), conducibilità 0,023 W/mK, reazione al fuoco classe ("0"- "1")

Le condotte preisolate nel loro complesso saranno classificate nella classe ("0") di reazione al fuoco cioè incombustibile; il solo componente isolante sarà classificato di classe ("1").

Ove necessario, le condotte saranno dotate di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la tenuta meccanica alla pressione interna massima di 300 Pa. La deformazione massima del condotto non dovrà superare il 3% della larghezza o al massimo 30 mm.

Le giunzioni tra condotto e condotto saranno realizzate per mezzo di apposite flange del tipo "invisibile" con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica. Le curve e i pezzi speciali saranno provvisti, ove indicato, di alette deflettrici.

La lunghezza massima di ogni singolo condotto sarà di 4 metri. Le condotte saranno sostenute da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Gli eventuali accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sulle condotte. I collegamenti tra le unità

di trattamento aria e le condotte saranno realizzati mediante appositi giunti antivibranti allo scopo di isolare dalle vibrazioni.

Le condotte saranno supportate autonomamente per evitare che il peso del canale venga trasferito sugli attacchi flessibili.

Le curve saranno eseguite come segue:

1. di norma con raggio di curvatura uguale alla larghezza del canale;
2. qualora i raggi debbano essere minori, si impiegheranno dei deflettori; saranno impiegati i deflettori quando le lunghezze del tronco di canale a valle della curva non saranno tali da ottenere una stabilizzazione del flusso d'aria prima di un'accidentalità nel moto del fluido.

Le condotte poste all'esterno saranno staffate sollevate da terra con apposite controventature e qualora poste orizzontalmente saranno installate con una pendenza sufficiente da poter drenare l'acqua.

Qualora le condotte attraversino il tetto saranno munite nella parte terminale di curve a "collo d'oca" allo scopo di evitare l'ingresso di acqua.

Tutte le aperture delle condotte verso l'esterno, (espulsione, presa aria esterna, ecc.) saranno provviste di apposita griglia antivolatile.

La presa aria esterna sarà collegata al canale predisposto dalla proprietà posta all'interno dei servizi igienici.

La diffusione dell'aria avverrà attraverso bocchette a doppio ordine di alette regolabili complete di serranda di taratura.

Il numero, la tipologia e la posizione dei diffusori di mandata sarà tale da garantire la copertura di tutta la zona interessata, la corretta miscelazione dell'aria in mandata con l'aria ambiente, il raggiungimento delle condizioni di comfort ed eviterà la formazioni di zone di ristagno d'aria.

La rete aeraulica di estrazione sarà realizzata con canali a sezione rettangolare costruiti in lamiera di acciaio zincata non coibentata, correnti nel controsoffitto.

Per il dimensionamento dei canali si è considerato un sistema a bassa velocità (velocità dell'aria nei canali  $\leq 13$  m/s) e a bassa pressione (pressione dell'aria nei canali  $\leq 900$  Pa); il metodo utilizzato è stato quello a perdita di carico costante. Questo metodo si basa sul dimensionamento dell'intero circuito di canali mantenendo costante la perdita di carico per metro lineare.

Nella scelta della sezione (rettangolare) del canale si è cercato, compatibilmente con lo spazio dell'ambiente di installazione, di avere un coefficiente di forma prossimo ad uno.

Per limitare la produzione di rumore e la formazione di rombi dovuti a turbolenze che rotolano lungo le pareti dei canali, dando origine a rumore a bassa frequenza, la velocità dell'aria considerata sarà inferiore a quella massima ammessa (10 m/s) e precisamente di 8 m/s per i canali principali di mandata e di 6.5 m/s per i canali principali di ripresa.

### **QUALITA' DEI MATERIALI E DELLE APPARECCHIATURE**

Per tutto il materiale e le apparecchiature necessarie occorrerà curare la scelta in modo da poter disporre di elementi marchiati e dotati di necessarie certificazioni.

Sono pertanto da preferire elementi dotati di marchio di qualità IMQ il quale attesta automaticamente la CONFORMITA' alle prescrizioni di sicurezza delle Norme UNI e CEI.

La conformità può anche essere dedotta da altri MARCHI, ATTESTATI o DICHIARAZIONI.

Tutto ciò ha lo scopo di poter acquisire gli elementi necessari e da allegare alla DICHIARAZIONE di CONFORMITA' che l'installatore dovrà rilasciare a fine lavoro.

I prodotti da impiegare indicati nel presente progetto sono stati scelti per concretezza e per facilità di reperibilità e pertanto, necessitando potranno essere impiegati articoli alternativi.

In ogni caso il vincolo da rispettare è quello della qualità.

**Francolise, lì Gennaio 2018**

**Il progettista  
Ing. Francesco COLARULLO**