



REALIZZAZIONE REFETTORIO SCUOLA PRIMARIA A. GAYS

GRUPPO DI PROGETTAZIONE - COLLABORAZIONI

| | | |
|---|---|--|
| RESPONSABILE DI PROGETTO PROGETTO ARCHITETTONICO COORDINAMENTO PRESTAZIONI Arch. Diego Bertotti Collaborazione Arch. Sara Bertoncini | PROGETTO STRUTTURE Studio Associato LTG Ing. Matteo Lusso Ing. Alessandro Paino | PROGETTAZIONE ENERGETICA Studio Associato Pool Engineering Ing. Virgilio M. Chiono Geom. Andrea Zanusso |
| IMPIANTI ELETTRICI Per. Ind. Zenerino Massimo | ACUSTICA Ing. Matteo Corino | GEOLOGIA E GEOTECNICA Dott. Geol. Carlo Dellarole |
| IMPIANTI MECCANICI Studio Associato Pool Engineering Ing. Virgilio M. Chiono Geom. Andrea Zanusso | ANTINCENDIO Studio Associato Pool Engineering Ing. Virgilio M. Chiono Geom. Andrea Zanusso | CONSULENZA |

| | | |
|---|---------------|--------------------|
| FASE PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO | DATA PROGETTO | 16-01-2023 |
| | REV n. 00 | 16-01-2023 |
| OGGETTO RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTO TERMICO | TAV-ELAB | IM CDZ RT02 |

SOMMARIO

| | |
|---|-----------|
| Sommario | 2 |
| PREMESSA | 3 |
| 1 OPERE ESISTENTI E OPERE A PROGETTO | 4 |
| 1.1 Norme di riferimento | 4 |
| 1.2 Stato di fatto | 4 |
| 1.3 Stato di progetto | 4 |
| 2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI MECCANICI | 5 |
| 2.1 Caratteristiche principali | 5 |
| 2.2 Architettura del sistema impiantistico | 6 |
| 2.2.1 Potenze termiche invernali in condizioni di progetto | 6 |
| 2.2.2 Centrale termica di produzione fluidi termovettori | 7 |
| 2.2.3 Centrale di pompaggio e distribuzione fluidi termovettori | 7 |
| 2.2.4 Impianto di riscaldamento a ventilconvettori e radiatori | 8 |
| 2.2.5 Impianto a pannelli solari termici | 8 |
| 3 DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI COMPONENTI | 9 |
| 3.1 Pompa di Calore | 9 |
| 3.2 Accumulo inerziale | 9 |
| 3.3 Dispositivi di sicurezza per liquidi in pressione | 10 |
| 3.4 Vaso di espansione per impianto di riscaldamento | 10 |
| 3.5 Terminali impianto di riscaldamento/raffrescamento | 11 |
| 3.6 Collettori solari termici | 13 |
| 4 AUTORIZZAZIONI E PARERI | 13 |

PREMESSA

La presente “relazione tecnica specialistica” ha per oggetto l’illustrazione delle più importanti scelte progettuali effettuate nell’ambito del progetto definitivo/esecutivo redatto relativamente alla realizzazione degli impianti tecnici a servizio del **nuovo fabbricato adibito** a “refettorio” da realizzarsi quale **ampliamento** del plesso scolastico “A. Gays” sito nel comune di Valperga.

In essa sono descritte le scelte impiantistiche operate in merito alle varie tipologie proposte, con particolare riferimento alle ipotesi progettuali assunte e ai dati prestazionali degli impianti.

Per il fabbricato in progetto sono previste tutte le opere necessarie alla realizzazione degli impianti meccanici a servizio del nuovo refettorio.

La seguente relazione riguarda in particolare gli impianti tecnici sotto descritti:

- impianto di climatizzazione invernale
- impianto a collettori solari termici.

Il linea generale la generazione dei fluidi termovettori avverrà con sistema a pompa di calore, che servirà il nuovo di impianto di riscaldamento a ventilconvettori e la produzione di acqua calda per usi sanitari.

Al fine di ottemperare alle verifiche energetiche richieste dalle vigenti normative è prevista l’installazione sulla copertura piana del fabbricato di un impianto a collettori solari termici utilizzato per la produzione di acqua calda per usi sanitari.

Il sistema di emissione scelto è costituito prevalentemente da un impianto a ventilconvettori installati a parete. Si prevede la gestione e regolazione centralizzata dei terminali stessi programmando il loro funzionamento in funzione delle esigenze di comfort ambientale richieste.

Inoltre essendo il sistema di generazione a pompa di calore di tipo “reversibile” sarà possibile anche raffrescare gli ambienti durante la stagione “calda”.

I ricambi dell’aria nel nuovo fabbricato saranno garantiti in prevalenza dalla presenza di aperture finestrate che consentiranno di effettuare una “ventilazione “ naturale degli ambienti climatizzati.

Nel blocco servizi igienici invece sarà invece prevista l’installazione di idonei elettroventilatori per l’estrazione dell’aria di rinnovo.

Per il controllo e la regolazione, in base ai vincoli di struttura, si è preferito optare per un sistema a zone con batterie di post climatizzazione per gestire eventuali esigenze diverse, dovute all’esposizione naturale e all’uso promiscuo dei locali.

La palestra invece sarà climatizzata con la stessa metodologia per la porzione spogliatoi, mentre il volume del campo da gioco sarà climatizzato tramite sistema ad aria. L’unità di trattamento aria sarà alimentata dalla centrale di generazione complessiva del plesso.

Sono oggetto del progetto degli impianti meccanici e pertanto descritti nella presente relazione tecnica i seguenti impianti:

- Centrale di produzione dell’energia termica;
- Sotto-centrale di pompaggio fluidi termovettori;
- Impianti di trattamento chimico fisico delle acque per usi potabili e/o industriali (filtrazione, addolcimento, dosaggio di prodotti condizionanti, ecc);
- Impianti di distribuzione fluidi termovettori per l’alimentazione di terminali di erogazione del calore;
- Impianto di riscaldamento a ventilconvettori;
- impianto solare termico;
- impianti di comando, controllo e regolazione impianti termo fluidici del tipo a controllo digitale diretto.

Tutti gli impianti si considerano forniti e installati a regola d'arte, nel rispetto delle vigenti normative, completi di ogni accessorio necessario per il loro corretto funzionamento, di seguito vengono indicati i limiti di fornitura per i vari impianti.

1 OPERE ESISTENTI E OPERE A PROGETTO

1.1 Norme di riferimento

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati. Si applicano, inoltre, prescrizioni e norme di Enti locali, comprese prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni di eventuali altri Enti emanate ed applicabili agli impianti oggetto dei lavori.

UNI 10339-Impianti aeraulici al fine di benessere-Generalità, classificazione e requisiti

Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;

Norme ASHRAE Standard 55-92-Thermal environmental conditions for human occupancy;

UNI EN ISO 7730- Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale

UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

UNI/TS 11300-2 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;

UNI/TS 11300-3 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

UNI/TS 11300-4 Prestazioni energetiche degli edifici: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10255 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10240 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

UNI EN 10242 Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile.

UNI EN ISO 3834-2 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi.

UNI EN 1057 Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

UNI 7616 + A90 Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

UNI 9338 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali.

UNI 9349 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

UNI EN ISO 15874-2 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 2: Tubi.

UNI EN ISO 15874-5 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI EN ISO 15875-1 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 1: Generalità.

UNI EN ISO 15875-2 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 2: Tubi.

UNI EN ISO 15875-3 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 3: Raccordi.

UNI EN ISO 15875-5 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI EN ISO 15875-7 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN ISO 21003-1 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 1: Generalità.

UNI EN ISO 21003-2 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 2: Tubi.

UNI EN ISO 21003-3 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 3: Raccordi.

UNI EN ISO 21003-5 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI 11528- Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio;

D.Lgs. 81/2008 Misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

1.2 Stato di fatto

Allo stato attuale l'energia termica necessaria al riscaldamento dell'attuale scuola primaria "A. Gays" è derivata dalla centrale termica localizzata al piano interrato dell'adiacente scuola media "Arnulfi".

In tale centrale sono presenti due generatori di calore non a condensazione alimentati a metano.

Nella sottocentrale termica è presente un apposito circuito secondario dotato di pompaggio dedicato che alimenta i corpi scaldanti a servizio dell'impianto di riscaldamento della scuola elementare in oggetto.

Pertanto il plesso scolastico oggetto di intervento non è di fatto dotato di un sistema di generazione del calore autonomo ed è quindi privo di reti di distribuzione di gas combustibile (metano), utilizzabile per il funzionamento di apparecchiature a combustione (caldaie).

E' invece presente un allacciamento elettrico indipendente con tensione di alimentazione pari a 400V.

1.3 Stato di progetto

La situazione impiantistica descritta nello "stato di fatto", considerando che è stato anche elaborato di recente un progetto per la realizzazione di una nuova Scuola Media sul sedime di quella esistente, ha comportato la necessità di prevedere, per la nuova costruzione del fabbricato adibito a "refettorio", la realizzazione di un impianto di

generazione del calore “autonomo”, svincolato energeticamente dai sistemi di produzione del calore dell’adiacente Scuola Media, utilizzando l’unico vettore energetico disponibile : l’energia elettrica.

La scelta impiantistica operata, consentirà quindi di ottimizzare i consumi energetici della costruzione in essere in quanto sarà utilizzata una pompa di calore elettrica raffreddata ad aria, ad alta efficienza energetica, utilizzata poche ore al giorno, prevalentemente in corrispondenza delle ore di erogazione dei pasti, (ovvero quando la temperatura dell’aria esterna è maggiore), massimizzando le prestazioni del generatore di calore.

In quest’ottica anche la scelta di prevedere corpi scaldanti quali i ventilconvettori ad acqua, che utilizzano però l’aria come fluido termovettore secondario, consentirà una rapida messa a regime della temperatura di comfort ambientale ad aria consentendo di utilizzare l’energia termica solo lo stretto necessario.

D’altra parte almeno il 60% del calore necessario a produrre l’acqua calda per usi sanitari sarà accumulato in apposito serbatoio di stoccaggio alimentato da nuovo impianto a collettori solari di nuova installazione mentre la pompa di calore dovrà solo soddisfare la restante parte di fabbisogni di energia.

2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI MECCANICI

Il progetto impiantistico previsto, come già evidenziato dovrà quindi prevedere soluzioni che consentano di ottenere bassi consumi energetici e l’utilizzo di fonti rinnovabili di energia.

2.1 Caratteristiche principali

Lo studio dei vari sistemi impiantistici è stato ispirato al raggiungimento dei più moderni standard qualitativi e all’impiego delle più aggiornate tecnologie, con il duplice scopo di ottenere da un lato la costruzione di ambienti funzionali, confortevoli e sicuri sia per gli utenti che per il personale, dall’altro garantire il raggiungimento di alcuni requisiti specifici dell’impiantistica scolastica che si possono così sintetizzare:

- elevata affidabilità di esercizio;
- ridotti consumi di gestione;
- agevole manutenzione.

L’affidabilità di esercizio sarà garantita in primo luogo adottando delle tipologie impiantistiche quanto più possibile semplici e razionali, in secondo luogo allestendo dei sistemi impiantistici che siano in grado di assicurare il regolare funzionamento dell’attività sanitaria anche in condizioni di emergenza legate alla presenza di guasti e/o anomalie di apparecchiature e componenti installati all’interno del nuovo fabbricato.

Inoltre, poiché ogni tipologia di struttura scolastica deve essere per definizione un “luogo sicuro”, gli impianti tecnologici sono progettati per contribuire ad assicurare la massima garanzia contro il diffondersi di:

- infezioni e malattie;
- fattori di inquinamento di qualsiasi genere;
- fuoco e fumo;
- rumore e vibrazioni.

In particolare nell’ottica di adottare soluzioni impiantistiche più aderenti all’utenza, si è optato per limitare i rischi della proliferazione del batterio della legionella utilizzando sistemi di dosaggio proporzionale automatico nella rete impiantistica idrico-sanitaria di perossido di idrogeno nella misura di 10-20 mg/litro:

Si è inoltre sviluppato il progetto con la finalità di garantire ridotti consumi di gestione.

A tale riguardo per ridurre i costi energetici di gestione si sono previste scelte tecnologiche e soluzioni realizzative diversificate a vari livelli (che verranno meglio illustrate nel seguito), quali le seguenti:

- accurata scelta delle caratteristiche fisico-tecniche dei componenti edilizi, costituenti l’involucro esterno siano essi opachi (resistenza termica, inerzia termica, potere fonoisolante) siano essi trasparenti (resistenza termica, fattore solare, sistemi di oscuramento);
- oculata individuazione delle condizioni termoigrometriche da mantenere negli ambienti, evitando di imporre, ove non strettamente indispensabile, controlli troppo stringenti dei parametri microclimatici e in particolare di quelli che poco influenzano le condizioni di benessere, ma che al contrario richiedono un elevato dispendio di energia quali per esempio l’umidità relativa;
- adozione di adeguate tipologie impiantistiche volte a minimizzare i consumi delle così dette energie parassite quali ad esempio sistemi di distribuzione dell’acqua a portata variabile;
- ventilconvettori a parete alimentati a bassa temperatura.

Sono stati presi in considerazione anche gli aspetti manutentivi degli impianti proposti prevedendo il posizionamento delle apparecchiature in luoghi all’esterno o in spazi e locali tecnici sufficientemente dimensionati, per

consentire un agevole intervento del personale preposto alla manutenzione, che si troverà a operare in locali con accesso dall'esterno e pertanto segregati dal resto del complesso, evitando in tal modo dannosi intralci con l'attività del personale scolastico.

L'avviamento dell'attività del nuovo edificio renderà necessario l'allacciamento dello stesso alla rete cittadina per quanto attiene a:

- alimentazione acqua potabile (rete esistente);
- alimentazioni elettriche (vedi allegati progetto);
- impianti di scarico (reti esistenti).

2.2 Architettura del sistema impiantistico

Il posizionamento della centrale di produzione del calore, costituita da una pompa di calore reversibile elettrica aria-acqua idonea per installazioni all'esterno, è stato previsto in apposita area esterna protetta con recinzioni tali da consentire l'accesso alla stessa solo a personale autorizzato; tale area sarà ubicata a ridosso della parete perimetrale orientato ad Est del fabbricato esistente.

Il fluido termovettore caldo prodotto dal generatore di calore in progetto sarà veicolato ad una apposita sotto-centrale termica inserita all'interno del volume del fabbricato di nuova realizzazione dove saranno collocati i principali componenti dell'impianto quali:

- serbatoio inerziale da 200l;
- serbatoio di accumulo per acqua calda sanitaria da 800l;
- sistema di addolcimento dell'acqua e dosaggio prodotti condizionanti;
- gruppi di pompaggio.

La distribuzione impiantistica sarà effettuata principalmente sotto il massetto del pavimento, mentre le colonne di alimentazione dei corpi scaldanti (ventilconvettori a parete) saranno incassate nelle pareti murarie.

Come si è già avuto modo di sottolineare e come illustrato nello schema di principio, la produzione del fluido termovettore caldo è stata fortemente incentrata sull'uso di sistemi di produzione ad alta efficienza energetica in grado di soddisfare i vigenti requisiti normativi e con particolare riguardo alle energie rinnovabili ovvero da l'energia catturata da fonte aerotermica, geotermica e idrotermale, dalle pompe di calore e mediante l'utilizzo di tecnologie che sfruttano l'energia solare.

2.2.1 Potenze termiche invernali in condizioni di progetto

Di seguito sono riassunte le potenze termiche invernali sulla base delle quali sono stati dimensionati i componenti impiantistici in progetto.

Si rileva quindi che è necessario disporre di una potenza termica pari a circa 30 kW alla temperatura dell'aria esterna pari a $-8,8^{\circ}\text{C}$.

RIASSUNTO DISPERSIONI DEI LOCALI

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo

Vicini presenti

Coefficiente di sicurezza adottato

1,10 -

Zona 1 - Ampliamento mensa fabbisogno di potenza dei locali

| Loc | Descrizione | θ_i [$^{\circ}\text{C}$] | n [1/h] | Φ_{tr} [W] | Φ_{ve} [W] | Φ_{rh} [W] | Φ_{hi} [W] | $\Phi_{hi\text{ sic}}$ [W] |
|------------------|-------------|--------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Mensa | 20,0 | 4,05 | 3230 | 17962 | 0 | 21192 | 23311 |
| 2 | Spogliatoio | 20,0 | 8,00 | 235 | 816 | 0 | 1051 | 1156 |
| 3 | Lavanderia | 20,0 | 4,05 | 216 | 569 | 0 | 785 | 864 |
| 4 | W.c. | 20,0 | 8,00 | 204 | 4279 | 0 | 4483 | 4931 |
| Totale: | | | | 3885 | 23627 | 0 | 27511 | 30262 |
| Totale Edificio: | | | | 3885 | 23627 | 0 | 27511 | 30262 |

Legenda simboli

| | |
|------------------------|--|
| θ_i | Temperatura interna del locale |
| n | Ricambio d'aria del locale |
| Φ_{tr} | Potenza dispersa per trasmissione |
| Φ_{ve} | Potenza dispersa per ventilazione |
| Φ_{rh} | Potenza dispersa per intermittenza |
| Φ_{hi} | Potenza totale dispersa |
| $\Phi_{hi\text{ sic}}$ | Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza |

2.2.2 Centrale termica di produzione fluidi termovettori

La generazione di energia termica utilizzata dall'impianto di riscaldamento e di produzione dell'acqua calda sanitaria in progetto, sarà quindi ottenuta grazie all'installazione di n.1 pompa di calore elettrica raffreddata ad aria completa di modulo idronico, funzionante a una temperatura max. pari a 55°C e reversibile nel ciclo di funzionamento (acqua calda/acqua refrigerata).

Il gruppo termico sarà posizionato all'esterno di fronte alla parete esposta a Est del fabbricato scolastico esistente e veicolerà il fluido termovettore (acqua calda od acqua refrigerata) ai componenti impiantistici posizionati all'interno della sotto-centrale termica ubicata all'interno della volumetria costruita del nuovo fabbricato adibito a "refettorio".

In particolare la pompa di calore sarà direttamente collegata ad apposito serbatoio inerziale di capacità pari a 200l, che avrà sia la funzione di regolarizzare il funzionamento della macchina, sia di separare idraulicamente il circuito "primario" di alimentazione termica da quelli "secondari" di distribuzione del fluido termovettore alle utenze (circuito ventilconvettori/radiatore, circuito di produzione di acqua calda sanitaria).

Le caratteristiche tecnico/prestazionali della pompa di calore proposta sono di seguito riportate:

PRESTAZIONI INVERNALI

| Temperatura di mandata | Prestazioni a pieno carico | | | | | |
|------------------------|----------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|
| | 35°C | | 45°C | | 55°C | |
| Temperatura esterna | Capacità nominale (kW) | COP | Capacità nominale (kW) | COP | Capacità nominale (kW) | COP |
| -7 | 24,85 | 2,54 | 25,43 | 2,13 | 19,93 | 1,56 |
| 2 | 26,02 | 2,86 | 28,19 | 2,29 | 24,65 | 1,97 |
| 7 | 30,10 | 3,91 | 30,00 | 2,90 | 30,00 | 2,30 |
| 12 | 31,14 | 3,67 | 33,35 | 3,01 | 31,14 | 2,68 |
| 15 | 32,70 | 3,79 | 36,01 | 3,09 | 32,59 | 2,90 |
| 20 | 32,70 | 4,08 | 35,34 | 3,33 | 32,48 | 3,06 |
| 35 | 12,41 | 6,29 | 11,82 | 5,03 | 11,33 | 3,80 |

Al fine di contenere i costi impiantistici la scelta è stata determinata dalla temperatura di alimentazione dei ventilconvettori e dalla temperatura di produzione dell'acqua calda sanitaria in condizioni istantanee; la leggera differenza (circa il 10%) rispetto alla potenza totale dispersa, non pregiudica le condizioni di comfort ambientali generali in quanto la potenza di circa 4 kW necessaria per la ventilazione ed il ricambio aria del blocco servizi sarà richiesta solo in particolari condizioni e per un periodo limitato nel tempo (elettroventilatori di aspirazione funzionanti contemporaneamente e temporizzati per qualche minuto).

Inoltre il ricambio d'aria del "locale refettorio" avverrà secondo le modalità di ventilazione naturale, quindi con apertura manuale temporanea dei serramenti.

I circuiti idraulici "primari e secondari" saranno realizzati con idonee tubazioni in acciaio Mannesmann (nero, inox, coibentate termicamente ai sensi del DPR412/93 e smi).

2.2.3 Centrale di pompaggio e distribuzione fluidi termovettori

La distribuzione dei fluidi termovettori ai terminali di utenza verrà effettuata mediante gruppi di elettropompe elettroniche in linea controllate tramite inverter installate nella sotto-centrale di distribuzione.

Saranno previsti i seguenti principali gruppi di pompaggio:

- circolatore per il circuito che alimenta l'impianto di riscaldamento;
- circolatore che alimenta il serpentino per la produzione di acqua calda sanitaria;
- circolatore che alimenta il circuito dei pannelli solari termici.

Il collegamento dei singoli terminali sarà eseguito in tubo nero s.s. per il circuito ventilconvettori/radiatori, in acciaio inox precoibentato per l'impianto solare termico.

Le tubazioni in acciaio saranno opportunamente isolate mediante isolante a cellule chiuse per le reti acqua calda e calda/refrigerata, con spessori di isolante conformi al DPR 412/93 Allegato B.

E' previsto un rivestimento in isogenopak per tutte le tubazioni ed eventualmente in lamierino di alluminio 6/10 per i tratti all'esterno.

2.2.4 Impianto di riscaldamento a ventilconvettori e radiatori

La climatizzazione della gran parte dei locali dell'edificio è prevista mediante l'installazione di un impianto a ventilconvettori a parete; solo per il locale adibito a spogliatoio è prevista l'installazione di un radiatore in acciaio a colonne provvisto di comando termostatico.

Il controllo della temperatura ambiente (tranne che per lo spogliatoio) verrà effettuato mediante un pannello di controllo e supervisione a parete che utilizzando la comunicazione seriale sarà in grado di gestire fino a 60 unità.

Inoltre ogni ventilconvettore sarà dotato di elettrovalvola a 2 vie che interromperà l'alimentazione del fluido termovettore al raggiungimento della temperatura ambiente impostata evitando "surriscaldamenti".

Il controllo della temperatura di alimentazione del fluido termovettore ai corpi scaldanti sarà ottenuto mediante idoneo regolatore elettronico in grado di azionare l'apertura di una valvola miscelatrice in funzione della temperatura esterna (compensazione climatica).

L'impianto a ventilconvettori potrà essere attivato anche durante la stagione calda per il raffrescamento degli ambienti, previo inversione del ciclo di funzionamento della pompa di calore, in quanto è stata prevista una rete di scarico delle condense completa di sifone per ogni apparecchio da raccordare al nuovo impianto fognario.

2.2.5 Impianto a pannelli solari termici

E' stato previsto in progetto un apposito impianto a pannelli solari termici posizionato sul tetto piano dell'erigendo fabbricato di nuova costruzione.

I pannelli solari avranno un orientamento prevalente a Sud con inclinazione tale in modo tale da ottimizzarne il rendimento energetico.

L'impianto solare sarà utilizzato con la finalità di integrare l'energia termica necessaria alla produzione di acqua calda per usi sanitari per almeno il 60% del fabbisogno previsto come si evince dalla relazione energetica IM CDZ RT01.

I collettori solari saranno costituiti da moduli dotati di vetro ad alta trasparenza ed assorbitore in alluminio aventi apertura pari a circa $2,16 \text{ m}^2$.

Si prevede di installare n.5 moduli per una superficie di apertura pari a circa $10,8 \text{ m}^2$.

L'impianto sarà idraulicamente collegato ad uno scambiatore a fascio tubiero installato all'interno dell'accumulo di capacità pari a 800 l in acciaio inox con doppio serpentino, dedicato alla produzione dell'acqua calda sanitaria.

Il fluido termovettore additivato con glicole, sarà veicolato mediante l'utilizzo di un gruppo di pompaggio solare dedicato allo scambiatore ed il circuito verrà corredato di tutti gli accessori necessari (valvola di sicurezza, vaso d'espansione, disaeratore ecc.).

Un idoneo regolatore elettronico differenziale consentirà l'attivazione del gruppo di pompaggio solare per il caricamento dell'accumulo termico ed eventualmente consentirà di prelevare calore anche dal gruppo termico attivando il pompaggio per l'alimentazione dello scambiatore di calore posizionato nella parte alta dell'accumulo.

3 DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI COMPONENTI

Di seguito saranno svolti i calcoli per il dimensionamento dei principali componenti impiantistici

3.1 Pompa di Calore

Per quanto riguarda i criteri di dimensionamento della pompa di calore valgono integralmente le osservazioni espresse nel § 2.2.1.

Si rammenta che il gruppo di generazione dovrà rispondere ai requisiti del D.M. 05/10/2020:

- a) per le pompe di calore elettriche il coefficiente di prestazione istantanei (COP) deve essere almeno pari ai valori indicati nella Tabella 1. La prestazione delle pompe deve essere dichiarata e garantita dal costruttore della pompa di calore sulla base di prove effettuate in conformità alla UNI EN 14511. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nella Tabella 1.

Tabella 1 - Coefficienti di prestazione minimi per pompe di calore elettriche

| Tipo di pompa di calore | Ambiente esterno [°C] | Ambiente interno [°C] | COP | EER |
|--|--|--|------------------|-----|
| Ambiente esterno/interno | | | | |
| aria/aria | Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6 | Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15 | 3,9 ⁶ | 3,4 |
| aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW | Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6 | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 4,1 | 3,8 |
| aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW | Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6 | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 3,8 | 3,5 |
| salamoia/aria | Temperatura entrata: 0 | Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15 | 4,3 | 4,4 |
| salamoia/ acqua | Temperatura entrata: 0 | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 4,3 | 4,4 |
| acqua/aria | Temperatura entrata: 10 Temperatura uscita: 7 | Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15 | 4,7 | 4,4 |
| acqua/acqua | Temperatura entrata: 10 | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 5,1 | 5,1 |

- e) nel caso di pompe di calore elettriche o a gas dotate di variatore di velocità (inverter o altra tipologia), i pertinenti valori di cui alle tabelle 1 e 2 sono ridotti del 5%.

Pertanto la pompa di calore dovrà avere un COP minimo pari a 3,9 (la PdC scelta ha un COP pari 3,91).

3.2 Accumulo inerziale

Ai fini di un corretto funzionamento degli impianti a pompa di calore è bene garantire un sufficiente volume di acqua dell'impianto servito per evitare numerosi "pendolamenti di funzionamento" con alta frequenza di cicli di accensione e spegnimento delle macchine elettriche.

Per tale ragione è stata valutata la necessità di installare un accumulo "inerziale" di acqua tecnica, supponendo che la variazione di temperatura dell'acqua tra mandata e ritorno si ottenga in un tempo variabile tra 2 e 4 minuti e la potenza dei gruppi in pompa di calore sia pari a **30 kW** alle condizioni di aria esterna a + 7°C e mandata dell'acqua a +55°C.

Utilizzando quindi la seguente formula:

$$V_{eff} = (Q_f \cdot 60 \cdot t_{min}) / (c_p \cdot d \cdot dt)$$

dove:

V_{eff} : Volume efficace impianto (m^3);
 Q_f : Potenza pompa di calore = 30 kW
 t_{min} : tempo minimo di funzionamento = 2 min
 c_p : calore specifico acqua = 4,186 (kJ/kg K)
 dt : variazione di temperatura = 5°C
 d : massa specifica acqua = 1000 kg/ m^3

Dai calcoli si ottiene un volume di accumulo pari a 172 l.

Si è scelto quindi di prevedere l'installazione di un accumulo "inerziale" con capacità pari a 200l, di tipo verticale, in acciaio al carbonio coibentato termicamente.

3.3 Dispositivi di sicurezza per liquidi in pressione

I dispositivi di sicurezza e protezione per generatori di calore devono essere dimensionati considerando le seguenti:

REGOLE TECNICHE

| REGOLA | DESCRIZIONE |
|------------------------|---|
| DM 1.12.75 | Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione. Titolo II. Generatori di calore per impianti di riscaldamento ad acqua calda sotto pressione con temperatura non superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica. |
| Raccolta R – (Ed.2009) | Specificazioni tecniche applicative del Titolo II del DM 1.12.75 riguardante le norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione. |

Si precisa che per l'attuale installazione non è necessario procedere con il deposito della documentazione di calcolo presso INAIL, in quanto le pompe di calore non sono assimilabili a "focolari", come si evince dalle prescrizioni sottoriportate tratte dalla Raccolta R 2009:

"CAP. R.1.A. CAMPO DI APPLICAZIONE

1. Le presenti disposizioni, emanate come specificazioni tecniche applicative del Titolo II del D.M. 1.12.75 ai sensi dell'art. 26 del decreto medesimo, si applicano agli impianti centrali di riscaldamento utilizzando acqua calda sotto pressione con temperatura non superiore a 110°C (1), e potenza nominale massima complessiva dei focolari (o portata termica massima complessiva dei focolari) superiore a 35kW.

3. Per generatori di calore soggetti alle prescrizioni di cui al D.M. 1.12.75 si intendono le caldaie, a fuoco diretto o non, alimentate da combustibile solido, liquido, gassoso e gli scambiatori di calore il cui primario è alimentato da fluido avente temperatura superiore a 110 °C".

Il gruppo di generazione termica in pompa di calore, sarà dotato di idonea valvola di sicurezza tarata a 3 bar e di vaso di espansione da 8l in modo da impedire anomali aumenti di pressione proteggendo le macchine termiche.

Inoltre sulla tubazione di mandata del fluido sarà installato un flussostato di protezione in grado di impedire il funzionamento della macchina a secco (mancata portata di acqua).

3.4 Vaso di espansione per impianto di riscaldamento

Il volume di espansione necessario all'impianto di riscaldamento o è calcolato secondo la raccolta R2009 Cap R.3.A punto 2.9 e Cap. R.3.B punto 4.2. ovvero con le seguenti espressioni:

$$V_e = \frac{V_a \cdot n}{100}$$
$$n = 0,31 + 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot t_m^2$$

dove:

V_e = Volume di espansione [l];

V_a = Contenuto totale acqua [l];

n = Indice di espansione [-];

t_m = temperatura intervento dispositivi di sicurezza [°C].

Con riferimento al progetto in oggetto, per l'impianto di riscaldamento (circuiti secondario) si avrà:

V_a = 900l

t_m = 55°C

n = 2,42 (con 30% di glicole)

Il volume di espansione V_e sarà pari a: 21,78l.

Il calcolo del vaso di espansione sarà il seguente:

$$V_{min,pro} = \frac{V_e}{1 - \frac{P_{i,ass}}{P_{f,ass,pro}}}$$

dove:

$V_{min,pro}$ = Capacità minima proposta [l];

V_e = Volume di espansione [l];

$P_{i,ass}$ = Pressione iniziale assoluta vaso [bar];

$P_{f,ass,pro}$ = Pressione finale assoluta proposta vaso [bar].

con:

$P_{i,ass,pro}$ = 2,50 bar

$P_{f,ass,pro}$ = 3,70 bar

Il vaso di espansione dovrà avere capacità pari a: 67,16l.

Si sceglierà quindi per n.2 vasi a membrana con precarica pari a 1,5 bar e pressione di esercizio pari a 6 bar di capacità pari a 35x2l.

Analoghi criteri si sono utilizzati per il dimensionamento dell'espansione del circuito primario.

3.5 Terminali impianto di riscaldamento/raffrescamento

I terminali utilizzati per l'impianto di riscaldamento saranno ventilconvettori idonei per impianti a 2 tubi, da installare a parete.

Le caratteristiche tecniche saranno le seguenti

Mobile: è realizzato in ABS UL94 HB autoestinguente con elevate caratteristiche ed un'ottima resistenza all'invecchiamento.

Il colore è RAL 9003, finitura lucida. L'aletta di diffusione dell'aria si regola manualmente (aletta non motorizzata) P-T o dal comando a parete se con aletta motorizzata.

Filtro: di tipo sintetico rigenerabile lavabile, facilmente accessibile.

Gruppo ventilante: costituito da un ventilatore tangenziale in materiale plastico con supporto in gomma.

Motore elettrico: di tipo monofase, a sei velocità di cui tre collegate, montato su supporti elastici antivibranti e con condensatore permanentemente inserito, protezione termica interna a riarmo automatico, grado di protezione IP 20 e classe B. Le velocità collegate in fabbrica sono quelle indicate con "MIN, MED e MAX" nelle tabelle che seguono.

Batteria di scambio termico: è costruita con tubi di rame ed alette in alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica. La batteria è dotata di due attacchi Ø 1/2" gas femmina. I collettori sono corredati di sfoghi d'aria e di scarichi d'acqua Ø 1/8" gas.

La posizione degli attacchi idraulici è solo sul lato sinistro guardando l'apparecchio di fronte.

Bacinella raccolta condensa: in materiale plastico con attacco Ø16 mm esterno.

Dima di fissaggio: insieme ad ogni apparecchio viene fornita una dima in cartone per il fissaggio a muro dell'apparecchio

I fan-coils avranno un'unica taglia di potenza in funzione dei locali da climatizzare.

In generale la copertura delle potenze termiche saranno riferibili alla massima velocità del corpo scaldante.

Le prestazioni saranno riferite alle seguenti condizioni di funzionamento:

RAFFREDDAMENTO (funzionamento estivo)

Temperatura aria + 27°C b.s. + 19°C b.u.

Temperatura acqua + 7°C entrata + 12°C uscita

RISCALDAMENTO (funzionamento invernale)

Temperatura aria + 20°C

Temperatura acqua + 45°C entrata/40°C uscita

TABELLA PRESTAZIONALE

| Modello | Velocità | 3 | | | | | | 4 | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | 1 (E) | 2 (E) | 3 | 4 (E) | 5 | 6 | 1 | 2 (E) | 3 | 4 (E) | 5 | 6 (E) |
| | | MIN | MED | | MAX | | | | MIN | | MED | | MAX |
| Portata aria | m³/h | 280 | 375 | 480 | 545 | 730 | 780 | 300 | 440 | 500 | 610 | 675 | 790 |
| Raffreddamento resa totale (E) | kW | 1,87 | 2,30 | 2,75 | 3,00 | 3,59 | 3,73 | 1,97 | 2,60 | 2,83 | 3,23 | 3,43 | 3,76 |
| Raffreddamento resa sensibile (E) | kW | 1,33 | 1,67 | 2,03 | 2,24 | 2,77 | 2,90 | 1,41 | 1,91 | 2,10 | 2,44 | 2,62 | 2,93 |
| Riscaldamento (E) | kW | 1,89 | 2,37 | 2,93 | 3,23 | 4,04 | 4,24 | 2,00 | 2,73 | 3,02 | 3,53 | 3,80 | 4,28 |
| Dp Raffreddamento (E) | kPa | 11,2 | 16,2 | 22,5 | 26,3 | 36,4 | 39,1 | 14,1 | 23,0 | 27,2 | 34,0 | 38,5 | 45,1 |
| Dp Riscaldamento (E) | kPa | 9,1 | 13,8 | 20,1 | 24,1 | 35,9 | 39,2 | 12,7 | 22,2 | 26,7 | 35,2 | 40,4 | 49,8 |
| Assorbimento Motore (E) | W | 16 | 21 | 26 | 29 | 38 | 46 | 17 | 23 | 27 | 32 | 35 | 48 |
| Potenza acustica Lw (E) | dB(A) | 35 | 40 | 45 | 51 | 55 | 57 | 36 | 43 | 46 | 51 | 54 | 57 |
| Pressione acustica Lp (*) | dB(A) | 26 | 31 | 36 | 42 | 46 | 48 | 27 | 34 | 37 | 42 | 45 | 48 |

Saranno installate n.7 unità per una potenza totale pari a circa 30 kW ed una portata d'aria pari a 5530 m³/h.

La portata d'aria (normalmente almeno pari a 4 volte il volume degli ambienti riscaldati) sarà sufficiente per garantire una buona diffusione del calore e una temperatura uniforme garantendo un sufficiente comfort ambientale.

Si ricorda che il locale adibito a spogliatoio sarà invece riscaldato con un radiatore opportunamente scelto per erogare una potenza pari a circa 1,2kW, alimentato alla temperatura dei ventilconvettori.

I collegamenti tubieri delle apparecchiature e le reti di distribuzione del fluido termovettore saranno realizzate con tubazioni in acciaio nero tipo Mannesmann serie UNI 10255, coibentate termicamente secondo i disposti normativi del DPR 412/93 e smi con spessori ricavabili dalla seguente tabella :

ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI.

L'isolamento termico delle tubazioni corrisponderà alle indicazioni della legge n. 10/91 e del DPR 412/93. Per tubazioni correnti in centrale termica gli spessori saranno il 100% dell'Allegato B - DPR 412, pari a:

| CONDUTTIVITÀ (W/m°C) | DIAMETRO ESTERNO DELLA TUBAZIONE (mm) | | | | | |
|-------------------------|--|------------|------------|------------|------------|----------|
| | Øest<20 | 20≤Øest≤39 | 40≤Øest≤59 | 60≤Øest≤79 | 80≤Øest≤99 | Øest>100 |
| 0,030 | 13 | 19 | 26 | 33 | 37 | 40 |
| 0,032 | 14 | 21 | 29 | 36 | 40 | 44 |
| 0,034 | 15 | 23 | 31 | 39 | 44 | 48 |
| 0,036 | 17 | 25 | 34 | 43 | 47 | 52 |
| 0,038 | 18 | 28 | 37 | 46 | 51 | 56 |
| 0,040 | 20 | 30 | 40 | 50 | 55 | 60 |
| 0,042 | 22 | 32 | 43 | 54 | 59 | 64 |
| 0,044 | 24 | 35 | 46 | 58 | 63 | 69 |
| 0,046 | 26 | 38 | 50 | 62 | 68 | 74 |
| 0,048 | 28 | 41 | 54 | 66 | 72 | 79 |
| 0,050 | 30 | 44 | 58 | 71 | 77 | 84 |

Il diametro delle tubazioni è stato dimensionato considerando le portate dei terminali convergenti in ogni tratto di rete determinate secondo i seguenti criteri:

- temperatura mandata riscaldamento : 45°C;
- temperatura acqua ritorno riscaldamento : 40°C;
- velocità del fluido : vedi tabella

TAB. 1 - Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda e refrigerata

| | tubazioni principali | tubazioni secondarie | derivazioni ai corpi scaldanti |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| tubi in acciaio | 1,5 ÷ 2,5 | 0,5 ÷ 1,5 | 0,2 ÷ 0,7 |
| tubi in rame | 0,9 ÷ 1,2 | 0,5 ÷ 0,9 | 0,2 ÷ 0,5 |
| tubi in mat. plastico | 1,5 ÷ 2,5 | 0,5 ÷ 1,5 | 0,2 ÷ 0,7 |

3.6 Collettori solari termici

Si rimanda alla relazione IM IS RT01 per i dimensionamenti ed i calcoli relativi a tale tipologia d'impianto.

4 AUTORIZZAZIONI E PARERI

Per realizzare gli impianti sopra descritti non sarà necessario richiedere specifiche autorizzazioni agli Enti preposti al controllo.