

Committente

Comune di Crevalcore (BO)
Settore lavori pubblici e manutenzione
CUP:F34I19000890004 CIG: 89673088A7

R.U.P.
arch. Arianna Gentile

**Progetto di fattibilità tecnico ed economica - PNRR**

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA COSTRUZIONE DI UN
POLO DELL'INFANZIA DOZZA

Località

CREVALCORE

Progettazione - RTP**ENRICO DUSI STUDIO**

arch. Enrico Dusi - S.Polo, 3083 - 30125 - Venezia - Italy
tel +39 041 8227556
www.enricodusi.com - studio@enricodusi.com

Progettista opere architettoniche
arch. Enrico Dusi
collaboratori
arch. Marta Magnaguagno

planum

Planum Srl - via Daniele Manin, 53 - 30174 - Mestre - Venezia - Italy
tel +39 041 927320
www.planum.com - info@planum.com

Progettista opere strutturali, impiantistiche e VVF
ing. arch. Alessandro Checchin
collaboratori
ing. Dario Puppato, ing. Mattia Francescato, ing. Sara Domeneghetti, ing. Vincenzo Giugno

Consulente per l'acustica

geom. Domenico Gullo
via Monchera 15/C - 31010 - Farra di Soligo - Treviso - Italy
tel +39 347 2623547 - geom.gd75@gmail.com

Consulente DNSH e aspetti ambientali

arch. Matteo Dianese
via Risorgimento, 16/B - 30027 - San Donà di Piave (VE)
tel +39 0421 222553 - m.dianese@studiodianese.it

Oggetto

RELAZIONE IMPIANTI MECCANICI

Elaborato n.

0D.00

Progetto n.	Data	Revisione	Disegnato	Approvato
22001-02	08/02/2023	00	MEP	ACH

Nome file
22001-02_0D.00_r00

Comune di Crevalcore

NUOVO ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Relazione Tecnica Specialistica

Impianti meccanici

Rev 00 del 07.02.2023

ENRICO DUSI STUDIO

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	4
3. CRITERI AMBIENTALI MINIMI.....	6
4. CRITERI GENERALI E PARAMETRI TECNICI	8
4.1 CONDIZIONI DI PROGETTO.....	8
4.2 FONTI DI ENERGIA E FLUIDI.....	8
4.3 PARAMETRI TERMICI E IGROMETRICI.....	8
4.4 RICAMBI D'ARIA ESTERNA.....	9
4.5 RETI IDRICHE.....	9
4.6 RUMOROSITÀ	10
4.7 CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	10
5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
5.1 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	10
5.2 VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA.....	11
5.3 IMPIANTO IDRICO.....	11
6. TERMOREGOLAZIONE E BUILDING AUTOMATION.....	12
7. METODI E RISULTATI DEI CALCOLI	14
7.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO	14
7.2 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI TUBAZIONI	15
7.3 CALCOLO DEI VASI DI ESPANSIONE	17

ENRICO DUSI STUDIO

1. PREMESSA

Scopo della presente relazione è la descrizione degli impianti meccanici relativi all'intervento denominato "Nuova realizzazione della nuova costruzione del polo dell'infanzia Dozza" a Crevalcore (BO).

Si è provveduto ad individuare alcuni aspetti di carattere tipologico e distributivo dei vari sistemi impiantistici e in particolare di:

- **un alto grado di integrazione** tra i sistemi distributivi, i terminali impiantistici ed edificio, in modo da consentire flessibilità, facilità di montaggio, chiarezza distributiva, sicurezza, funzionalità e modularità;
- **elevato livello di affidabilità**, sia nei riguardi di guasti alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, ecc;
- **elevata attenzione al problema ambientale**, sia nei confronti delle immissioni acustiche e di inquinanti chimici e fisici;
- **manutenibilità**, consentendo la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare i servizi alle varie utilizzazioni;
- **flessibilità e modularità** degli impianti intesa nel senso di:
 - permettere un facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature;
 - garantire la possibilità di riconfigurare intere sezioni di impianto, nel caso di ampliamenti o modifiche successive, senza creare disservizi all'utenza;
- **elevato grado di funzionalità e di comfort** per gli occupanti, ottenuto con la scelta di privilegiare sistemi radianti per il riscaldamento degli ambienti integrati da impianti di Ventilazione Meccanica Controllata.

Risulta perciò importante l'avere provveduto a concentrare in aree tecniche ben definite, facilmente controllabili e manutenibili le apparecchiature impiantistiche fondamentali per il funzionamento della struttura.

Non è previsto un impianto di climatizzazione estiva. In ogni caso l'impianto di VMC prevede il trattamento di deumidificazione.

ENRICO DUSI STUDIO

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Gli impianti nel loro complesso e nei singoli componenti, dovranno risultare conformi alla legislazione ed alla normativa vigente al momento dell'esecuzione dei lavori stessi; in particolare ma non in senso limitativo, dovranno essere rispettate le norme seguenti.

Per l'impostazione ed i criteri generali di progettazione:

- Legge 1° marzo 1968 n.186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 37/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 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;
- D. Lgs. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D. Lgs. 106/2009 - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D. Lgs. 27 gennaio 2010, n. 17 - Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori;

Per le caratteristiche generali dell'impianto:

- D. Lgs. 6 settembre 2005, n. 206 - Codice del consumo, a norma dell'articolo 7 della legge 29 luglio 2003, n. 229 (ex D.P.R. 224/88);
- Direttive CEE 89/392, 91/368, 93/44, 93/68, 2006/42 meglio conosciute come “Direttive macchine” concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle macchine;
- D.P.R. n. 392 del 18.04.1994 - Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini dell'installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- DM 1/12/1975 – Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione;
- D.P.R. 151/11 – Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater , del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- D.M. 37 del 22/01/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

ENRICO DUSI STUDIO

- L. 9 gennaio 1991 n. 10 (con decreti e norme collegate) - 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. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE relative al rendimento energetico nell'edilizia;
- D. Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311 – Disposizioni correttive ed integrative al D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. 2 aprile 2009 n.59 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b) del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.M. 26 GENNAIO 2010 – Aggiornamento del decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione energetica degli edifici;
- D.LGS 3 marzo 2011 n.28 – Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.P.R. n. 412 del 26.08.1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 comma 4, della Legge 09.01.1991, n. 10 e s.m.i.;
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno e s.m.i.;
- D.P.C.M. 14/11/1997 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- L. 28 dicembre 1993 n. 549 - Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente e s.m.i.;
- D.M. 3 febbraio 2016 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.;
- DM 20 Dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- Regio Decreto n. 1775 del 11/12/1933 - Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e successive modifiche e integrazioni;
- Legge n.896 /1986 - Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto Legislativo n.152 del 03/04/2006 - Norme in materia ambientale e successive modifiche e integrazioni;

ENRICO DUSI STUDIO

- D.M. n. 443 21/12/1990 - Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili;
- D. lgs. 02.02.2001, n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- D.M. 06.04.2004, n. 174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- regolamenti e specifiche degli Enti gestori di servizi (Acquedotto, Aem, Enel, Telecom, ecc.);
- regolamento d'igiene locale;
- regolamento edilizio locale;
- decreti regionali;
- prevenzione infortuni (denunce e verifiche);
- Norme U.N.I. (Unificazione Italiana) e CTI (Comitato Termotecnico Italiano);
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Norme EN emanate dal CEN, Comitato Europeo di Normazione;
- Norme emanate da ISO, International Standard Organization;
- Norme e Standards emanate da EUROVENT, European Committee of Air Handling and Air Conditioning Equipment Manufacturers.

3. CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Sono stati rispettati i criteri sotto indicati:

Approvvigionamento energetico

Trattandosi di nuova edificazione, il fabbisogno energetico complessivo è soddisfatto, per quanto possibile, da impianti alimentati da fonti rinnovabili, quali:

- parchi fotovoltaici;
- sistemi a pompa di calore.

Risparmio idrico

Il progetto garantisce e prevede: l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria con limitatore di flusso d'acqua per lavabi dei bagni basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

ENRICO DUSI STUDIO

Prestazione energetica

Trattandosi di nuova costruzione, il progetto prevede:

- la massa superficiale, riferita alle due tipologie di strutture opache verticali dell'involucro esterno, di 559 kg/m² e 552 kg/m² ;
- la trasmittanza termica periodica Y_{ie} , riferita alle due tipologie di strutture opache verticali dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786, di 0,02 W/m²K e 0,04 W/m²K.

Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento

I locali tecnici destinati ad alloggiare apparecchiature e macchine saranno adeguati ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso.

Il progetto individua due locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, gli spazi minimi richiesti dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione sono ampiamente rispettati.

Per tutti gli impianti aerulici si prevede una ispezione tecnica iniziale, da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

Rientrando nel caso di edificio di nuova costruzione sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339.

Le strategie di ventilazione adottate limiteranno la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda nei mesi invernali ed estivi. Al fine del contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione, gli impianti di ventilazione meccanica prevedono anche il recupero di calore, ovvero un sistema integrato per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per il riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

Benessere termico

È garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre essere stata verificata l'assenza di discomfort locale.

Tenuta all'aria

Il progetto prevede un livello di tenuta all'aria dell'involucro che garantisce:

- Il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti preservandoli da fughe di calore;

ENRICO DUSI STUDIO

- L'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse;
- Il mantenimento della salute e durabilità delle strutture evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse;
- Il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata mantenendo inalterato il volume interno per una corretta azione di mandata e di ripresa dell'aria.

Sistema di automazione, controllo e monitoraggio dell'edificio

Per quanto concerne gli impianti tecnologici, di climatizzazione e di illuminazione, è previsto un sistema di automazione, controllo e gestione delle tecnologie a servizio dell'edificio (BACS – Building Automation and Control System) corrispondente alla classe di efficienza A, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232-1, il sistema previsto consente al committente un adeguato monitoraggio degli indicatori di prestazione energetica, idrica ed elettrica e di assicurare che le prestazioni energetiche dell'edificio siano ottimali grazie alla gestione automatica degli impianti.

4. CRITERI GENERALI E PARAMETRI TECNICI**4.1 Condizioni di progetto**

Provincia:	Bologna
Comune:	Crevalcore
Quota s.l.m. mt:	20
Latitudine:	44° 43'
Longitudine:	11° 09"
Gradi Giorno:	2238
Zona climatica:	E
Categoria edificio:	E.7

4.2 Fonti di energia e fluidi

Sono disponibili le seguenti fonti di energia:

- energia elettrica dalla rete 400 - 230V 50Hz;
- acqua di acquedotto.

4.3 Parametri termici e igrometrici

Le condizioni termo igrometriche assunte a base dei calcoli di progetto sono le seguenti:

Condizioni esterne

	ESTATE	INVERNO
Temperatura (C)	32,2	-4,9
Umidità relativa (%)	50	78

Condizioni interne nei vari ambienti (temperatura/umidità relativa)

ESTATE	INVERNO
n.c.	20 °C / n.c.

Note:

- Tolleranze temperature $\pm 1^\circ\text{C} \pm 5\%$
- n.c. = parametro non controllato

4.4 Ricambi d'aria esterna

Nei locali ciechi e nelle nuove aule è stato previsto un impianto di ventilazione meccanica controllata, per garantire il ricambio d'aria richiesto dalla normativa vigente.

Per infiltrazioni naturali	: 0,3 vol/h
Spogliatoi / Servizi igienici	: > 2,5 vol/h (- -) ¹
Aule	: > 4 $10^{-3}\text{m}^3/\text{s p}$ (UNI 10339)
Aule insegnati, corridoi	: > 6 $10^{-3}\text{m}^3/\text{s p}$ (UNI 10339)

4.5 Reti idriche

Per il dimensionamento delle reti idriche di alimentazione si fa riferimento alla norma UNI EN 806 ed ai seguenti parametri di progetto:

acqua di acquedotto

pressione di fornitura	: > 2 bar
durezza totale	: 20-25 °F

¹ estrazione

Portate di erogazione, unità di carico degli apparecchi sanitari singoli:

Tipo di apparecchio	Portata nominale (l/s)	Unità di carico (UC)
Lavabo	0,10	1
Bidet	0,10	1
Vaso con cassetta	0,10	1
Docce	0,15	2

4.6 Rumorosità

Gli impianti saranno conformi alla Normativa Vigente ed in particolare alla Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95 al Dpcm 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" ed al Decreto 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

4.7 Caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio

Ai fini delle valutazioni dei carichi termici e frigoriferi delle varie parti dell'edificio sono stati assunti a base dei calcoli i valori dei parametri termo fisici indicati nella relazione della pratica L10/1991 e ss. mm. ii. allegata al progetto.

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**5.1 Impianto di climatizzazione invernale**

Gli impianti di climatizzazione hanno la funzione di mantenere il clima interno in una condizione ideale al variare delle condizioni esterne e al variare della concentrazione degli inquinanti interni (persone, apparecchiature, lavorazioni).

L'impianto si configura come centralizzato con gestione autonoma delle singole realtà e possibilità di differenziare la temperatura per singolo locale.

I fluidi termo vettori sono prodotti da n. 2 pompe di calore ad alta efficienza, del tipo aria / acqua, fluido frigorigeno R32, tecnologia ad inverter con le seguenti caratteristiche alle condizioni standard:

ENRICO DUSI STUDIO

- **Potenza termica:** 49,8 kW cad. **COP > 3,24** (aria 7°C acqua 40/45°C)
- **Potenza frigorifera:** 50,8 kW cad. **EER > 2,98** (aria 35°C acqua 12/7°C)
ESEER > 5,33
IPLV > 5,92

Il riscaldamento negli ambienti sarà del tipo radiante a pavimento a bassa temperatura con sonde di temperatura e valvole di zona per singolo ambiente.

Sono previsti contabilizzatori per ciascuna delle due realtà (scuola e asilo).

5.2 Ventilazione meccanica controllata

La VMC prevede un impianto aeraulico con Unità di Trattamento Aria sulla copertura.

Nella scuola materna sono previste due Unità di Trattamento dell'Aria:

- UTA per mensa e spogliatoi da 1500 mc/h;
- UTA per aule da 4500 mc/h.

Nell'asilo nido è prevista una UTA:

- UTA da 3500 mc/h.

Tutte le UTA sono dotate di doppio sistema di recupero del calore (statico e termodinamico), portata variabile, sonde di CO₂ e free-cooling.

Il dimensionamento è stato fatto sulla base della norma UNI 10339.

In estate l'impianto di ricambio d'aria viene integrato con il sistema ad espansione diretta per il raffrescamento dell'aria.

Per ogni gruppo di servizi è prevista la produzione di acqua calda sanitaria mediante scaldacqua in pompa di calore con accumulo della capacità di 80 litri.

Le reti di distribuzione dei fluidi termovettori sono previste in acciaio inox ad esclusione di quelle interrate e dell'impianto radiante che sono in polietilene reticolato.

5.3 Impianto idrico

La rete dell'acqua sanitaria è realizzata interamente con tubazioni di acciaio inox sino ai collettori di zona e multistrato preisolato alle utenze. Secondo quanto disposto dalla legge 10/91 sono altresì rivestite di materiale espanso a cellule chiuse le tubazioni dell'acqua calda, con guaina anticondensa quelle dell'acqua fredda.

Tutti i sanitari e relative apparecchiature sono state scelte per ottimizzare il risparmio idrico. Si prevede l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In

ENRICO DUSI STUDIO

particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria con limitatore di flusso d'acqua per lavabi dei bagni basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

Gli impianti di scarico eseguiti all'interno dell'unità sono con tubazioni in PE HD con giunzioni a saldare.

6. TERMOREGOLAZIONE E BUILDING AUTOMATION

Il sistema di termoregolazione permette la gestione remota degli impianti attraverso dispositivi capaci di controllare, monitorare e gestire gli impianti stessi controllando i singoli ambienti e ottimizzando la funzionalità tramite programmazioni orarie e automazione.

Il server AS-P è in grado di controllare moduli I/O e monitorare e gestire dispositivi sul bus di campo. Sia nella scuola materna che nell'asilo nido sono presenti elementi in campo per raggiungere un livello di classe di efficienza A, come definita nella Tabella 1 della norma UNI EN 15232-1.

Si riporta la lista punti indicativa, resta inteso che l'appaltatore dovrà realizzare un sistema completo, dotato di tutti gli accessori, ingressi e uscite per garantire il corretto funzionamento del sistema:

Ambiente	Specifica	Tipo	Tipo dispositivo	IO utilizzati e bus						
				AI	DI	AO	DO	PL	Bus	Nod
Centrale e sottocentrale		CT		3	12	2	6	50		
	Pdc 1	Dispositivo	Segnale generico	0	0	0	0	25		
	Pdc 2	Dispositivo	Segnale generico	0	0	0	0	25		
	comando Pdc 1	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0		
	comando Pdc 2	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0		
	Pompa circolazione	Dispositivo	Segnale generico	0	3	0	1	0		
	Pompa circolazione	Dispositivo	Segnale generico	0	3	0	1	0		
	Pompa circolazione	Dispositivo	Segnale generico	0	3	0	1	0		
	Pompa circolazione	Dispositivo	Segnale generico	0	3	0	1	0		
	valvola1	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0		
	valvola2	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0		
	sonda 1	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0		
	sonda 2	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0		
	sonda esterna	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0		

Asilo nido		Ambiente	8	8	7	12	35		
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sensore	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	valvole di zona	Dispositivo	Valvola	0	0	1	0	0	
	scaldacqua	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0	
	scaldacqua	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0	
	scaldacqua	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0	
	scaldacqua	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	motore serrande	Dispositivo	Attuatore	0	0	0	1	0	
	integrazione uta	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	0	0	0	35	
	sensore presenza	Dispositivo	Dispositivo jolly	0	8	0	0	0	
Scuola materna		Ambiente	13	13	12	21	70		
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	
	sonde temperatura	Dispositivo	Sensore	1	0	0	0	0	

7. METODI E RISULTATI DEI CALCOLI

7.1 Dimensionamento degli impianti di condizionamento

Pag. 14 di 18

ENRICO DUSI STUDIO

Normativa Vigente (Legge 10/91, D. Lgs. n. 192/2005 ss. mm. ii., D.G.R. n. 1366/2011, UNI/TS 11300).

7.2 Dimensionamento delle reti di tubazioni

Le equazioni utilizzate per il corretto dimensionamento permettono di calcolare le perdite di carico in ogni ramo del circuito e di conseguenza scegliere il diametro delle tubazioni che minimizzano le perdite, suddivise in perdite continue e perdite localizzate.

Le perdite di carico continue si possono calcolare con la seguente formula generale:

dove:

$$r = \frac{1}{D} * \rho * \frac{v^2}{2} * Fa$$

r = perdita di carico unitaria, Pa/m

Fa = fattore di attrito, adimensionale

D = diametro interno del condotto, m

ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del fluido, m/s

In tale formula, l'unico parametro difficile da determinare è il fattore di attrito Fa . Esso dipende:

1. dalle dimensioni e dalla rugosità del condotto;
2. dal modo in cui scorre il fluido.

In particolare, per quanto riguarda il secondo punto, Fa varia in relazione al regime di moto del fluido. Regime che può essere: laminare, quando le particelle del fluido percorrono traiettorie ordinate e fra loro parallele; turbolento, quando le particelle del fluido si muovono in modo irregolare, seguendo traiettorie tortuose e complicate; transitorio, allorché il flusso si presenta incerto e instabile: né chiaramente laminare, né chiaramente turbolento. Questi diversi modi di scorrere del fluido sono quantitativamente individuabili attraverso il numero di Reynolds (Re): un valore adimensionale così definito:

$$Re = \frac{v * D}{\nu}$$

dove:

D = diametro interno del condotto, m

v = velocità media del flusso, m/s

ν = viscosità cinematica del fluido, m²/s

Con buona approssimazione, si può ritenere che lo stato di scorrimento di un fluido sia:

ENRICO DUSI STUDIO

laminare per Re minore di 2.000

transitorio per Re compreso fra 2.000 e 2.500

turbolento per Re maggiore di 2.500

Generalmente, per il calcolo delle perdite di carico lineari si considerano solo il moto laminare e il moto turbolento. Il moto transitorio, per le incertezze che lo caratterizzano, viene assimilato al moto turbolento.

Le perdite di carico localizzate sono le perdite di carico (o di pressione) che un fluido, in moto attraverso un condotto, subisce a causa delle resistenze accidentali e delle irregolarità di percorso (riduzioni o allargamenti, curve, valvole, organi di regolazione, ecc...). Queste perdite sono chiamate anche "singolari" o "accidentali".

Le perdite di carico localizzate possono essere determinate mediante uno dei seguenti metodi di calcolo:

il metodo diretto, che si basa sulla determinazione di un coefficiente il cui valore dipende dalla forma della resistenza accidentale. Si utilizza la formula

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

dove

z = perdita di carico localizzata, Pa

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del flusso, m/s

Il coefficiente ξ risulta dipendere soprattutto dalla forma della resistenza localizzata ed è, con buona approssimazione, indipendente da altri fattori, quali: il peso specifico, la viscosità e la velocità del fluido. Il suo valore può essere determinato sia con formule (in casi a geometria semplice), sia sperimentalmente e i valori vengono riportati in tabelle.

Il metodo delle portate nominali, che fa riferimento (per ogni resistenza) alla portata corrispondente ad una perdita di carico unitaria (1 bar o 0,01 bar): questo metodo definito anche metodo del coefficiente di portata o della caratteristica di flusso, si utilizza soprattutto per calcolare le perdite di carico delle valvole. Esso si basa sulla determinazione sperimentale della portata che passa attraverso una resistenza localizzata quando, tra la sua sezione di entrata e quella di uscita, viene mantenuta una differenza di pressione costante: 1 bar o 0,01 bar

Il metodo delle lunghezze equivalenti, che sostituisce ogni resistenza accidentale con una lunghezza di tubo equivalente, cioè in grado di dare la stessa perdita di carico. Con questo metodo si sostituisce

ENRICO DUSI STUDIO

ogni resistenza localizzata con una lunghezza di tubo equivalente, cioè con una lunghezza di tubo rettilineo in grado di dare le stesse perdite di carico. Si riconduce, in tal modo, il calcolo delle perdite di carico localizzate a quello delle perdite distribuite. Il metodo delle lunghezze equivalenti ha il vantaggio di essere facilmente comprensibile e di rendere più semplici le operazioni di calcolo. Per contro, questo metodo presenta lo svantaggio di essere alquanto impreciso. Al fine di poter assimilare il calcolo delle perdite di carico localizzate a quello delle perdite continue, si devono, infatti, introdurre diverse ipotesi semplificative che possono essere causa di approssimazioni non sempre trascurabili. Per questo motivo, il metodo delle lunghezze equivalenti non è molto utilizzato nel calcolo degli impianti idro-termosanitari. E' invece molto utilizzato, per la sua semplicità, nel calcolo delle reti estese (acquedotti, gasdotti, ecc...) dove le perdite di carico localizzate sono una piccola percentuale delle perdite di carico totali e, quindi, eventuali imprecisioni risultano facilmente tollerabili.

7.3 Calcolo dei vasi di espansione

Nonostante l'impianto non sia soggetto, il calcolo è stato effettuato utilizzando i criteri in osservanza alla normativa ex ISPEL vigente per impianti a vaso chiuso a membrana (Raccolta R) ed è stato determinato in base alla relazione:

$$V = \frac{C \times e}{1 - P_i/P_f}$$

V = Volume vaso in litri

C = contenuto d'acqua impianti in litri

e = coefficiente di espansione dell'acqua da +10°C a +90°C pari a 0,042 (circuiti caldi)

e = coefficiente di espansione dell'acqua da +6°C a +30°C pari a 0,007 (circuiti freddi)

P_i = pressione assoluta iniziale in bar, pari all'altezza idrostatica dell'impianto aumentata di almeno 0,3 m

P_f = pressione assoluta finale in bar, corrispondente alla taratura della valvola di sicurezza.