



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

Progetto:

**Ampliamento Scuola Primaria di Cafaggio "Laura Poli"**

Titolo:

**IMPIANTI MECCANICI - RELAZIONE DI CALCOLO**

Fase: **PROGETTO ESECUTIVO**

Assessore ai lavori pubblici

**Valerio Barberis**

Servizio PI

**Lavori Pubblici**

Dirigente del Servizio

**Arch. Emilia Quattrone**

Responsabile Unico del Procedimento

**Arch. Luca Piantini**

### **Progettisti**

Progettista Opere Architettoniche

**Arch. Diletta Moscardi**

Tecnico collaboratore

**Geom. Dario Eleni**

Progettista Opere Strutturali

**Ing. Massimiliano Begliomini**

Progettista Impianti Elettrici e Speciali

**Ing. Maurizio Baldanzi**

Progettista Impianti Meccanici e Antincendio

**Ing. Filippo Bogani**

Coordinatore in fase di progettazione

**Arch. Luca Piantini**

Elaborato: **Tav. IMRC**

Scala: fuori scala

Spazio riservato agli uffici:

**INDICE**

1	OGGETTO DEI LAVORI .....	3
1.1	Premessa .....	3
2	DATI TECNICI DI PROGETTO .....	3
2.1	Condizioni termoigrometriche esterne .....	3
2.2	Condizioni termoigrometriche interne .....	3
2.3	Parametri di rinnovo di aria (secondo D.M. 18.12.1975) .....	3
2.4	Temperature dei fluidi termovettori .....	4
2.5	Prescrizioni di carattere acustico .....	4
2.6	Dati di progetto per la rete del gas metano, per gli impianti idrici e di scarico.....	4
2.7	Ampliamento Impianto idrico antincendio .....	4
3	METODI DI CALCOLO.....	5
3.1	Dimensionamento delle reti di tubazioni .....	5
3.2	Criteri di dimensionamento delle reti di distribuzione dell'aria .....	5
3.3	Calcolo dei vasi di espansione.....	5
3.2	Calcoli per il dimensionamento dei circolatori.....	6
3.3	Impianto idrico sanitario .....	7
3.4	Ampliamento Impianto idrico antincendio .....	7
3.5	Impianti di scarico acque reflue.....	8
3.6	Calcolo dispersioni termiche ambienti .....	9

## 1 OGGETTO DEI LAVORI

### 1.1 Premessa

L'oggetto dei lavori è costituito dalla fornitura e posa in opera di tutti i materiali, forniture e prestazioni di mano d'opera necessarie per dare completi e perfettamente funzionanti gli impianti di seguito riportati a servizio dell'ampliamento della Scuola Primaria di Cafaggio "Laura Poli" sita in via Mauro Miliotti, a Prato (PO) :

- Centrale idrica
- Centrale termica
- Impianto di riscaldamento
- Impianto di ventilazione aria primaria
- Impianto idrico-sanitario
- Impianto scarico acque reflue
- Ampliamento impianto idrico antincendio

## 2 DATI TECNICI DI PROGETTO

### 2.1 Condizioni termoigrometriche esterne

	Temperatura (°C)	Umidità relativa (%)
Inverno	-1	80

### 2.2 Condizioni termoigrometriche interne

Destinazione d'uso	Inverno	
	Temperatura	U.R.
Aule-servizi igienici	20°C +/-1°C	n.c

Note: N.C. = grandezza non controllata

### 2.3 Parametri di rinnovo di aria (secondo D.M. 18.12.1975)

Destinazione d'uso	Ricambio
Ambienti adibiti ad attività didattica collettiva o attività di gruppo per scuole materne ed elementari	2,5 vol/h
Altri ambienti di passaggio, uffici	1,5 vol/h
Palestre, refettori	2,5 vol/h
Servizi igienici	5 vol/h

## 2.4 Temperature dei fluidi termovettori

Acqua di riscaldamento	45°C max,; salto termico nom. $\Delta t = 5^\circ\text{C} / 10^\circ\text{C}$
Acqua calda circuito batteria delle UTA.	45°C max,; salto termico nom. $\Delta t = 5^\circ\text{C}$
Acqua calda sanitaria	
• produzione e stoccaggio	55°C
• distribuzione	40°C

## 2.5 Prescrizioni di carattere acustico

### 2.5.1 Rumore interno agli edifici

La scelta delle apparecchiature costituenti gli impianti meccanici operata dall'impresa dovrà essere tale da rispettare i limiti previsti dal DPCM 05/12/97 "Requisiti acustici passivi degli edifici".

### 2.5.2 Rumore al confine di proprietà e presso i ricettori

La scelta delle apparecchiature costituenti gli impianti meccanici operata dall'impresa dovrà essere tale da rispettare i limiti ai confini di proprietà e presso i ricettori sensibili più vicini contemplati dalla Legge n° 447 del 26 ottobre 1995 e dal DPCM 14/11/97 "determinazione dei limiti delle sorgenti sonore".

## 2.6 Dati di progetto per la rete del gas metano, per gli impianti idrici e di scarico

- Condizioni medie di fornitura dell'acqua da parte dell'acquedotto cittadino:  
Temperatura: 15° C  
Pressione: 3,0 bar  
Durezza totale: 42 °r

Portate di erogazione, unità di carico e scarico degli apparecchi sanitari singoli (edificio di tipo pubblico collettivo):

Tipo di apparecchio	Portata nominale (l/s)	Unità di carico (U.C.)	Unità di scarico (U.S.)
Lavabo	0,10	2	1
Bidet	0,10	2	2
Vaso con cassetta	0,10	3	4

## 2.7 Ampliamento Impianto idrico antincendio

Trattasi dell'ampliamento di un impianto esistente costituito da un idrante e naspì, collegato, tramite contatore posto su Via Roma, all'acquedotto cittadino. Da apposita dichiarazione emessa dall'ente erogatore risulta che l'acquedotto garantisce le condizioni necessarie al funzionamento dell'impianto, pertanto non era stata installata una riserva idrica interrata, né un gruppo di pressurizzazione antincendio.

L'ampliamento sarà costituito da un ulteriore prelievo dall'acquedotto da nuovo contatore che sarà posto su Via Miliotti ed una nuova rete, in parte interrata ed in parte a vista, che sarà allacciata alla pre-esistente rete in due punti.

Inoltre una parte interrata della rete esistente, che correrebbe sotto il nuovo ampliamento, sarà sostituita da una tubazione a vista.

Sarà inoltre spostato l'attuale attacco autopompa ed un naspo esterno sarà riposizionato in nuova posizione, sempre esterno.

L'ampliamento della rete idrica antincendio sarà costituita da un sistema di tubazioni fisse in pressione per l'alimentazione idrica di soli naspì antincendio a servizio della protezione interna, realizzato conforme alla norma UNI 10779, al D.M. 26/08/92, alla Lettera Circolare Ministero dell'Interno n. P2244/4122 del 30/10/96 ed al D.M. 20/12/2012.

### 3 METODI DI CALCOLO

Per il dimensionamento degli impianti, delle apparecchiature e delle reti di distribuzione si è fatto riferimento agli usuali metodi di calcolo della termotecnica, come qui di seguito descritto.

#### 3.1 Dimensionamento delle reti di tubazioni

Le reti di tubazioni, atte al trasporto di liquidi termovettori, sono state dimensionate adottando, per quanto possibile, i seguenti parametri:

- tubazioni per acqua calda o refrigerata in circuito chiuso: perdita di carico unitaria compresa tra 100 e 200 Pa/m tenuto conto della temperatura media del fluido circolante;

Il calcolo della perdita di carico dei circuiti più sfavoriti di ciascuna rete, è stato effettuato, tronco per tronco, secondo la relazione di Colebrook- White, per la portata relativa al tronco medesimo; le perdite di carico concentrate sono state valutate in base al diagramma "Resistenza al passaggio dei fluidi offerta da valvole e raccorderie filettate" – Ashrae Guide and Data Book – 1994.

#### 3.2 Criteri di dimensionamento delle reti di distribuzione dell'aria

L'impianto di distribuzione dell'aria è stato dimensionato secondo il metodo a perdita di carico costante assumendo per tale parametro un valore pari a 0,7-0,8 Pa/m.

Alle curve, ai raccordi ed ai pezzi speciali è stata attribuita una perdita di carico localizzata in funzione della velocità di passaggio dell'aria di un coefficiente geometrico desunto dall'ASHRAE Guide and Data Basic.

La velocità dell'aria nei canali non supererà i 3,5 m/s nei tratti terminali, i 6 m/s nei montanti principali e i 7,5 m/s nei collettori generali nei locali tecnici.

Le griglie di presa aria esterna ed espulsione sono state dimensionate in modo da avere velocità di attraversamento inferiori ad 2,0 m/s, considerando l'area frontale lorda.

Per il dimensionamento delle centrali di trattamento dell'aria si è fatto riferimento ai seguenti parametri:

- velocità frontale dell'aria sulle batterie di scambio termico non superiore a 3,0 m/s per le centrali destinate a solo trattamento di riscaldamento sensibile e non superiore a 2,6 m/s per le centrali destinate anche a trattamento di raffreddamento e deumidificazione.
- differenza di temperatura tra ingresso e uscita delle batterie, ai fini della determinazione della portata d'acqua:
  - batterie calde: 5 °C

#### 3.3 Calcolo dei vasi di espansione

Il calcolo è stato effettuato in osservanza alla normativa ISPEL vigente per impianti a vaso chiuso a membrana (Raccola 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 +70°C pari a 0,023 (circuiti caldi)

e = coefficiente di espansione dell'acqua da +6°C a +30°C pari a 0,004 (circuiti freddi)

P<sub>i</sub> = pressione iniziale in ata, pari all'altezza idrostatica dell'impianto aumentata di almeno 0,3 m

P<sub>f</sub> = pressione finale in ata, corrispondente alla taratura della valvola di sicurezza;

Per i due circuiti rispettivamente dell'acqua calda risultano le seguenti quantità:

Circuito	Contenuto (l)	Press. iniz. (Pi)	Press. fin.. (Pf)	Volume vaso (V)
Primario riscaldamento	300	2,5	5,05	12
Secondario riscaldamento	3000	3	5,8	150
Vaso circuito sanitario	90	5	7	8

### 3.2 Calcoli per il dimensionamento dei circolatori

#### Circolatore – Circuito UTA

Il calcolo è stato effettuato con i seguenti dati:

Portata del circolatore = 4.300 l/h

Lunghezza linea tubazione = 56 m c.a.

Perdita di carico distribuita della linea = 56 m x 26 mm/m = 1,46 m c.a.

Riepilogo perdite di carico localizzate ( curve, tee, ecc..) = 0,87 m c.a.

Riepilogo perdite di carico valvolame, terminali, circuito, glicole 20%= 6,17 m c.a.

Prevalenza del circolatore:

$$H = 1,46 + 0,87 + 6,17 = 8,5 \text{ m c.a.}$$

Il circolatore previsto ha le seguenti prestazioni:

Q = 4.500 l/h ; H = 85 kPa congruenti con il calcolo eseguito.

#### Circolatore – Circuito Pannelli radianti

Il calcolo è stato effettuato con i seguenti dati:

Portata del circolatore = 6.000 l/h

Lunghezza linea tubazione = 100 m

Perdita di carico distribuita della linea = 100 m x 20 mm/m = 2,00 m c.a.

Riepilogo perdite di carico localizzate ( curve, tee, ecc..) = 1,2 m c.a.

Riepilogo perdite di carico valvolame, terminali, circuito, glicole 20% = 5,25 m c.a.

Prevalenza del circolatore:

$$H = 2,00 + 1,20 + 5,25 = 8,45 \text{ m c.a.}$$

Il circolatore previsto ha le seguenti prestazioni:

Q = 6.000 l/h ; H = 85 kPa congruenti con il calcolo eseguito.

#### Circolatore – A bordo pompa di calore

Il calcolo è stato effettuato con i seguenti dati:

Portata del circolatore = 17.000 l/h

Lunghezza linea tubazione = 56 m

Perdita di carico distribuita della linea = 56 m x 15 mm/m = 0,84 m c.a.

Riepilogo perdite di carico localizzate ( curve, tee, ecc..) = 0,50 m c.a.

Riepilogo perdite di carico valvolame, terminali, circuito, glicole 20%= 3,10 m c.a.

Prevalenza del circolatore:

$$H = 0,84 + 0,50 + 3,10 = 4,44 \text{ m c.a.}$$

Il circolatore previsto ha le seguenti prestazioni:

Q = 17.000 l/h ; H = 45 kPa congruenti con il calcolo eseguito.

### 3.3 Impianto idrico sanitario

L'impianto è stato dimensionato con l'assunzione delle seguenti portate per le apparecchiature sanitarie del piano terra sotto elencate:

Tipo di apparecchio	Acqua fredda (l/s)	Acqua calda (l/s)	N° Apparecchi
Lavabo	0,10	0,10	18
Vaso con cassetta	0,10		15
Lavello da cucina	0,20	0,20	2

Il numero complessivo di apparecchi sanitari presenti nell'edificio è complessivamente di 35.

In considerazione del fatto che il gruppo di pressurizzazione in futuro potrebbe servire delle future utenze al piano primo, della tipologia di apparecchi e dell'attività svolta e del grado di utilizzazione dell'edificio la portata attribuita al gruppo di pressurizzazione risulta di: 10.000 l/h circa

-diametro minimo tubazioni: 1/2"

-pressione residua utenza più sfavorita: minimo 0,5 bar

### 3.4 Ampliamento Impianto idrico antincendio

L'impianto attuale a servizio della Scuola è un impianto ad idranti/naspi per la protezione interna un facente capo all'acquedotto cittadino il quale, da apposita dichiarazione emessa dall'ente erogatore risulta che l'acquedotto, garantisce le condizioni necessarie al funzionamento dell'impianto. Pertanto non era stata installata una riserva idrica interrata, né un gruppo di pressurizzazione antincendio.

L'impianto attuale è costituito da un sistema di tubazioni fisse in pressione per l'alimentazione idrica di un idrante e naspi antincendio, a servizio del piano terra e primo.

L'ampliamento dell'impianto sarà costituito da un ulteriore prelievo dall'acquedotto da nuovo contatore che sarà posto su Via Milioti ed una nuova rete, in parte interrata ed in parte a vista, che sarà allacciata alla pre-esistente rete in due punti, e da cui saranno diramati i nuovi naspi a servizio della zona oggetto di ampliamento al piano terra, primo e seminterrato.

Inoltre una parte interrata della rete esistente, che correrebbe sotto il nuovo ampliamento, sarà sostituita da una tubazione a vista.

Sarà inoltre spostato l'attuale attacco autopompa ed un naspo esterno sarà riposizionato in nuova posizione, sempre esterno.

L'ampliamento della rete idrica antincendio sarà costituita da un sistema di tubazioni fisse (interrate e a vista) in pressione per l'alimentazione idrica di soli naspi antincendio a servizio della protezione interna, realizzato conforme alla norma UNI 10779, al D.M. 26/08/92, alla Lettera Circolare Ministero dell'Interno n. P2244/4122 del 30/10/96 ed al D.M. 20/12/2012.

In particolare essendo una Scuola di tipo 3 (D.M. 26/08/92, con numero di presenze fino a 800 persone) il livello di pericolosità secondo la norma UNI 10779 risulta essere 1 e non è prevista la protezione esterna. Inoltre secondo la norma UNI 10779 (punto B.3.1.1) l'impianto può essere costituito da naspi secondo diametro DN25 con prestazioni normali (35 l/min e pressione residua all'ingresso non minore di 0,2 MPa) e l'impianto deve essere dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di non meno di 4 naspi nella posizione idraulicamente più sfavorita.

Pertanto l'ampliamento dell'impianto garantirà la portata minima, ai quattro naspi più sfavoriti, di 140 l/min calcolata considerando 4 naspi x 35 l/min.

L'impianto garantirà anche la portata minima di 140 l/min a due colonne montanti contemporaneamente in funzione (calcolata considerando 2 naspi x 35 l/min x 2 colonne), a servizio dei naspi.

L'alimentazione idrica manterrà permanentemente in pressione la rete di naspi.

I componenti dell'impianto saranno costituiti, collaudati ed installati in conformità alla specifica norma vigente ed a quanto precisato nella norma UNI 10779 e dal D.M. 20/12/2012, ed in particolare la scelta dei materiali ed i diametri delle tubazioni nonché la disposizione dei naspi.

La pressione nominale dei componenti del sistema non sarà minore della massima pressione di esercizio che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1,2 MPa.

Le perdite di carico per attrito nelle tubazioni sono state calcolate mediante la formula di Hazen Williams (Appendice C - UNI 10779).

$$p(\text{mm c.a.}) = \frac{6,05 * Q(\text{l/min})^{1,85} * 10^9}{C(\text{costante})^{1,85} * D(\text{diametro interno in mm})^{4,87}}$$

Le perdite di carico localizzate dovute ai raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione di flusso subisce una variazione di 45° o maggiore e alle valvole di intercettazione e di non-ritorno, sono state trasformate in "lunghezza di tubazione equivalente" come specificato nel prospetto C.1 - UNI 10779 ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazioni di uguale diametro e natura.

Nella determinazione delle perdite di carico localizzate si è inoltre tenuto presente che:

-quando il flusso attraversa un pezzo a T o un raccordo a croce senza cambio di direzione, le relative perdite di carico possono essere trascurate;

-quando il flusso attraversa un pezzo a T o un raccordo a croce in cui, senza cambio di direzione, si ha una riduzione della sezione di passaggio, deve essere presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita (la minore) del raccordo medesimo;

-quando il flusso subisce un cambio di direzione (curva, pezzo a T o raccordo a croce), deve essere presa in conto la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita.

La velocità nelle tubazioni non è mai stata tenuta maggiore di 10 m/s. La pressione cinetica è stata trascurata nel dimensionamento dell'impianto (come ammesso dal punto C.5 Appendice C UNI 10779).

Sono stati quindi verificati i percorsi più svantaggiati, considerando i quattro naspi più sfavoriti (indicati con N3 ed N4 al piano terra e N5 ed N6 al piano primo) più lontani dal nuovo contatore su Via Miliotti sull'anello di nuova realizzazione. In particolare sono stati verificati i due rami distinti e la portata totale sull'ampliamento indipendentemente dall'anello esistente.

Le perdite totali calcolate sul ramo più svantaggiato (A-B-C-D-E-F-G-I-L-M-N-O-P) sono risultate pari a ca. 3,4m, per una prevalenza richiesta (inclusa la pressione di 2 bar e l'altezza massima della tubazioni (naspi N4 ed N6) pari a ca. 5,9 m dal piano pavimento) pari a 29,3 MPa.

### 3.5 Impianti di scarico acque reflue

Sono stati previsti i seguenti diametri minimi di allacciamento delle apparecchiature sanitarie sottoelencate alle diramazioni e colonne di scarico:

Tipo di apparecchio	Intensità di scarico (l/s)	Diametro minimo (mm)
Lavabo	0,5	50
Vaso con cassetta	2,5	110
Lavello da cucina	1	50

Le reti di scarico saranno strutturate su due sistemi di raccolta separati, uno per le acque di scarico dei lavabi, delle docce, dei lavabi, degli sterilizzatori, e uno per le acque di scarico dei Wc.

Le colonne di scarico delle due reti, saranno dotate di ventilazione primaria e di ventilazione parallela. I montanti verticali di scarico saranno in gran parte installati in appositi cavedi dedicati.

Il calcolo delle colonne e dei collettori di scarico è stato effettuato alla intensità di scarico dei vari apparecchi idrosanitari.

Il carico totale  $Q_t$  di acque usate che affluiscono a una colonna o a un collettore è stato diminuito applicando la seguente formula riduttiva della contemporaneità:

$$Q_r = 0,7 \cdot (Q_t)^{1/2}$$



### **3.6 Calcolo dispersioni termiche ambienti**

Vedere Relazione Tecnica redatta ai sensi della Legge n.10 del 09.01.1991 così come modificata dal Decreto Interministeriale 26.06.2015.

Novembre 2016

Il TECNICO  
Dott. Ing. Filippo Bogani