INTERVENTO DI RICOLLOCAZIONE DELLE STRUTTURE RESIDENZIALI PSCHIATRICHE C/O STRUTTURA EX OSPEDALE PSICHIATRICO IN GENOVA QUARTO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione tecnica e di calcolo degli impianti meccanici e similari

(2014-QOPS-ES.GEN.05)

INDICE DEGLI ARGOMENTI TRATTATI

0. PREMESSE

0.1. Considerazioni generali

1. STATO ATTUALE: VERIFICHE, INDAGINI, STUDI

1.0. Premessa

1.1. Indagini effettuate

2. SCELTE PROGETTUALI

2.1. Finalità dell'intervento

2.2. Criteri di progettazione degli impianti elettrici e similari

3. PROGETTO DEGLI IMPIANTI MECCANICI E SIMILARI

3.0. Premessa;

3.1. Progetto esecutivo degli impianti di riscaldamento;

3.2. Progetto esecutivo degli impianti idrici, idrico-sanitari e di scarico delle acque nere;

3.3. Progetto esecutivo degli impianti di aspirazione bagni e cappe cucina;

3.4. Progetto esecutivo degli impianti antincendio;

3.5. Verifiche sismiche impianti

4. CONCLUSIONI

0. PREMESSE

0.1. Considerazioni generali

Il presente documento fa parte del Progetto Esecutivo dell'intervento di ricollocazione delle strutture residenziali psichiatriche dell'ex ospedale psichiatrico in Genova Quarto, che prevede in particolare la ristrutturazione del Padiglione 20. La presente relazione degli impianti elettrici e similari, si occupa di:

- illustrare le verifiche, indagini e studi svolti sugli impianti meccanici e similari esistenti;
- relazionare in merito al progetto degli impianti stessi.

1. STATO ATTUALE: VERIFICHE, INDAGINI, STUDI

1.0. Premessa

Come illustrato nella relazione generale, gli impianti termici ed idrici fanno capo al cunicolo interrato adiacente al Padiglione 20, mentre gli impianti idrici antincendio sono alimentati da una tubazione esterna che proviene dal terrazzo del piano primo.

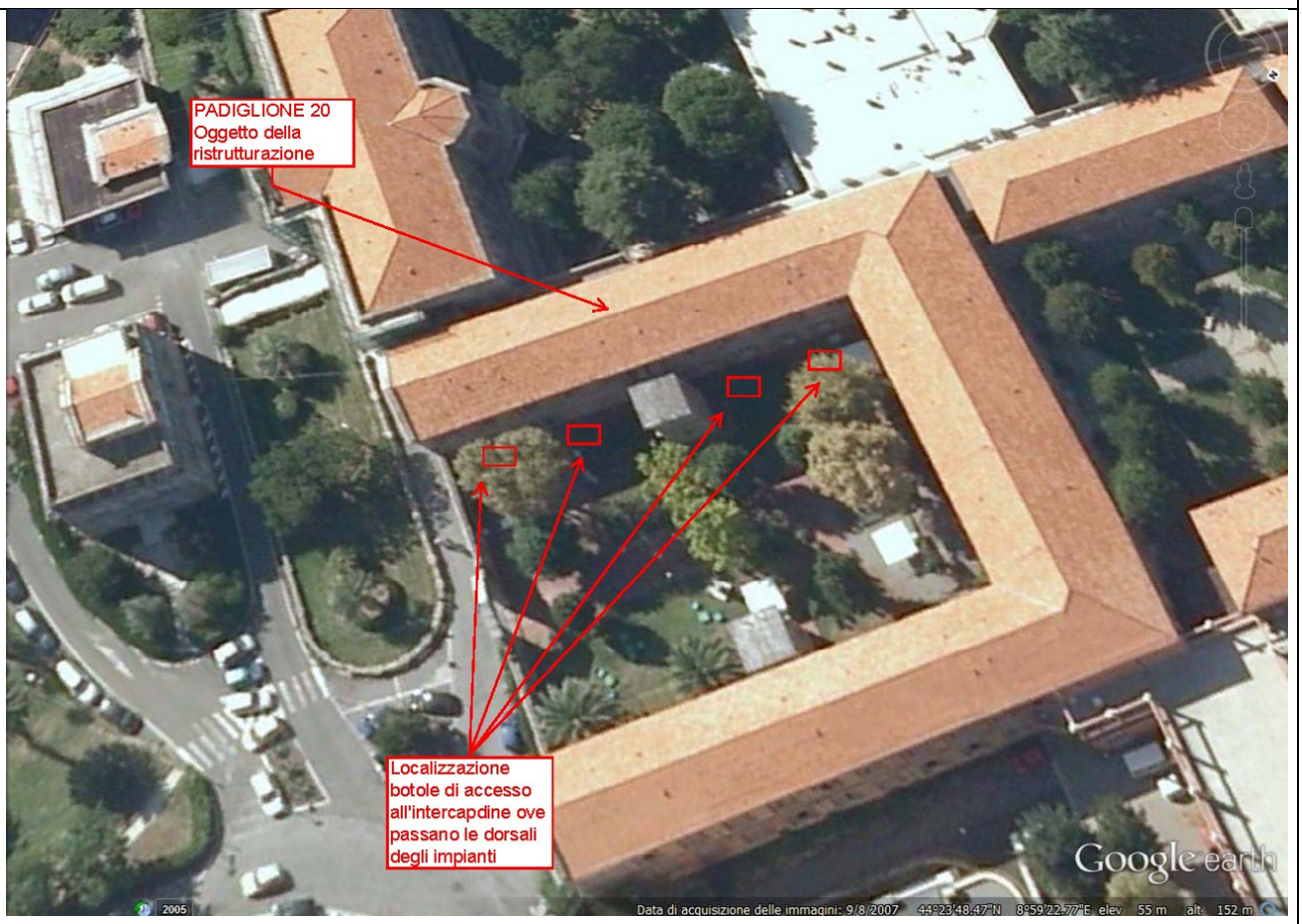
1.1. Indagini effettuate

Il sopralluogo eseguito nell'area in oggetto ha evidenziato la presenza dei seguenti impianti meccanici:

a) Impianti termici, idrici ed idrico-sanitari centralizzati alimentati da tubazioni dorsali passanti per il cunicolo adiacente all'edificio;
b) Radiatori per il riscaldamento dei locali, prevalentemente posti in corrispondenza delle finestre;
c) Impianti antincendio, composti da due idranti UNI45, posti al piano primo e direttamente alimentati da montanti verticali posti entro le murature perimetrali e da una dorsale orizzontale posta sotto pavimento al piano terra (non visibile);
d) Impianti fognari delle acque bianche e nere.

Le figure seguenti mostrano gli impianti suddetti:

Figura N°1: botole di accesso all'intercapedine ove passano le dorsali degli impianti



La figura sopra riporta mostra le n°4 botole con le quali si può accedere all'intercapedine di passaggio degli impianti. Entro tale intercapedine sono stati rilevati i seguenti impianti:

a) N°2 tubazioni di riscaldamento in ferro zincato da 2" fasciati con coppella esterna in alluminio, dalle quale si diramano per mezzo di n°4 stacchi le tubazioni di alimentazione ai vari radiatori;

b) Tubazione della fognatura nere in PVC di diametro pari a 300 mm;

c) N°3 tubazioni idriche composte da:

- acqua fredda di diametro 1" $\frac{1}{4}$;
- mandata acqua calda sanitaria in ferro zincato di diametro 1";
- ricircolo acqua calda sanitaria in ferro zincato da 1/2".

d) N°3 cavi elettrici composti da:

- Forza motrice 3x150 mmq;
- Conduttore di protezione "giallo - verde" di diametro pari a 50 mmq;
- Corda nuda di rame per la terra di diametro pari a 25 mmq;

La figura seguente mostra il particolare del cunicolo:

Figura N°2: intercapedine ove passano le dorsali degli impianti

La figura sopra mostra la foto eseguita all'interno del cunicolo. Si notino a sinistra le tubazioni idriche, di riscaldamento e la fognatura (con i relativi stacchi) ed a destra i cavi elettrici e di terra che si collegano direttamente al locale tecnico ove è posto il quadro generale del Padiglione 20.

La figura seguente mostra il particolare del radiatore in ghisa esistente installato:

Figura N°3: tipico del radiatore in ghisa esistente installato

In genere i radiatori in ghisa installati al piano terra ed al piano primo presentano interassi pari ad 80 cm e numero di elementi pari a 20/22.

La figura seguente mostra in secondo piano (a sinistra dell'entrata principale) l'idrante UNI 45 N°1, posto in corrispondenza dell'entrata dei locali in oggetto:

Figura N°4: idrante UNI45 N°1

L'idrante UNI45 N°1 è fissato a muro ed è collegato ad una tubazione di acciaio staffata a muro. Mediante passaggio entro controsoffitto, si connette alla rete idranti generale dell'intero complesso.

La figura seguente mostra l'idrante UNI 45 N°2, posto entro il corridoio del piano primo:

Figura N°5: idrante UNI45 N°2

L'idrante UNI45 N°2 è fissato a muro ed è collegato ad una tubazione di acciaio staffata a muro. Mediante passaggio entro controsoffitto, si connette alla rete idranti generale dell'intero complesso.

La figura seguente mostra l'alimentazione attuale degli idrante UNI 45 posto al piano primo:

Figura N°6: alimentazioni idrante UNI45	
Sopra la tubazione in acciaio – diametro 3" – che alimenta gli idranti del piano primo.	Sopra la tubazione in acciaio – diametro 1" e $\frac{1}{2}$ – che si connette alla tubazione di diametro 3".

In data 29/07/2014, alla presenza dei tecnici che eseguono la manutenzione degli idranti dell'intero complesso, sono state eseguite prove idrauliche mediante "tubo pitot" sugli idranti esistenti, dalle quali si sono ricavati i seguenti dati:

a. Idrante UNI45 n°1 (posizione entrata del piano primo), funzionamento singolo:
   - Pressione statica 4 bar;
   - Portata pari a 127,35 l/min;
   - Pressione pari ad 1,8 bar;
b. Idrante UNI45 n°1 (posizione entrata del piano primo), funzionamento insieme ad idrante UNI45 n°2:
   - Pressione statica 4 bar;
   - Portata pari a 66,52 l/min;
   - Pressione pari ad 0,5 bar;

L'impianto dunque non è conforme alle normative antincendio, ed in particolare alla norma UNI 10779/2014 (Appendice B). Nella presente progettazione esecutiva l'impianto idrico antincendio viene completamente ristrutturato ed ampliato, procedendo alla sostituzione ed integrazione dei naspi (che passano da 2 a 4), ed alla sostituzione delle tubazioni esterne. In altro appalto, ASL3, procederà alla realizzazione delle tubazioni esterne antincendio di alimentazione dei naspi in progetto.

2. SCELTE PROGETTUALI

2.1. Finalità dell'intervento

Le finalità d'intervento in conformità a quanto illustrato nel progetto preliminare, sono la realizzazione degli impianti meccanici e similari per le seguenti aree:

a. Piano terra: n°3 CAUP ed aree comuni;
b. Piano primo: n°7 camere di degenza con bagno ed aree comuni;

2.2. Criteri di progettazione degli impianti meccani e similari

I criteri progettuali perseguiti nella formazione del progetto esecutivo degli impianti meccanici e speciali, sono stati sviluppati in conformità alle nuove esigenze dei due piani dell'edificio in oggetto, come espressamente sviluppato nei paragrafi seguenti.

3. PROGETTO DEGLI IMPIANTI MECCANICI E SIMILARI

3.0. Premessa

Nel presente paragrafo si sviluppano i seguenti argomenti:

a. Progetto esecutivo degli impianti di riscaldamento;
b. Progetto esecutivo degli impianti idrici, idro-sanitari e di scarico delle acque nere;
c. Progetto esecutivo degli impianti di aspirazione bagni e cappe cucina;
d. Progetto esecutivo degli impianti antincendio;

3.1. Progetto esecutivo degli impianti di riscaldamento

3.1.0 Premessa

Gli impianti meccanici si differenziano per le due tipologie di attività da asservire che fanno parte della nuova disposizione in progetto dei locali, qui di seguito riassunte:

a. Piano terra: n°3 CAUP formate ognuna da quattro camere singole, un ingresso - soggiorno- angolo cottura ed un bagno comune, avente capacità massima di 12 persone;

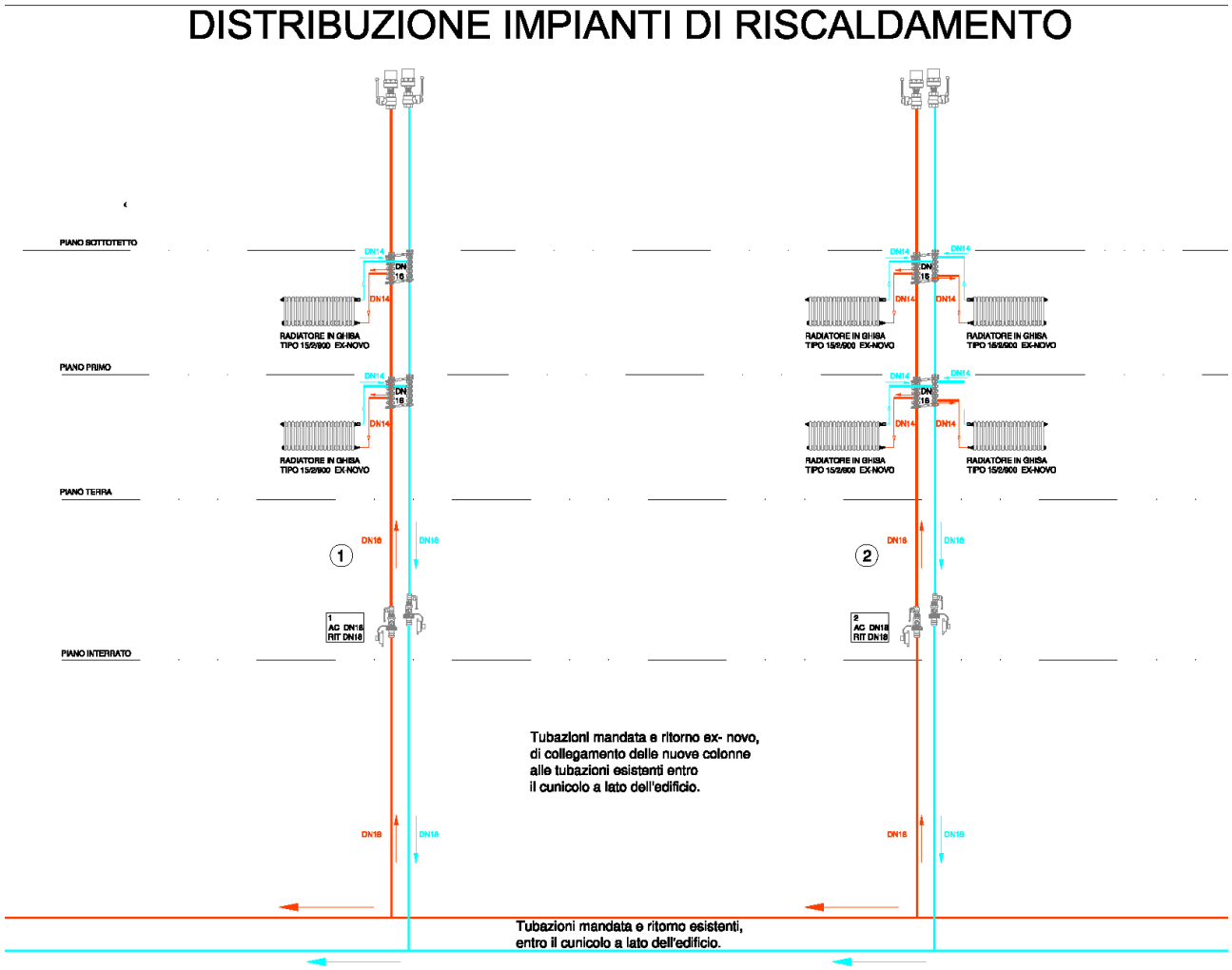
b. Piano primo: n°7 camere di degenza con bagno conforme alla normativa sulle barriere architettoniche e ad uso esclusivo, così caratterizzate:

- n. 4 camere da 3 posti letto, con relativo bagno in camera;
- n. 2 camere da 2 posti letto, con relativo bagno in camera;
- n. 1 camera da 1 posto letto, con relativo bagno in camera;
- n. 1 bagno comune;
- n. 1 deposito sporco;
- n. 1 locale infermieri;

3.1.1. Architettura dell'impianto

La figura seguente mostra l'architettura del nuovo impianto di riscaldamento, sostanzialmente costituito da un limitato ampliamento dell'impianto esistente:

Figura N°7: architettura ampliamento dell'impianto di riscaldamento esistente



Si tratta della realizzazione dell'integrazione all'impianto esistente, costituita da n°7 nuovi corpi scaldanti. L'intervento in progetto, riguarda la realizzazione di un impianto di riscaldamento a corpi scaldanti, compreso tubazioni, valvole, detentori, materiali di consumo, mano d'opera.
La potenza emessa dal nuovo impianto risulta pari ad 8,4 kW.

3.1.2. Dimensionamento e verifiche di calcolo dell'impianto di riscaldamento

L'impianto esistente, presenta una potenza totale pari a 27,4 kW, e le seguenti caratteristiche:

a. Piano terra: impianto di riscaldamento di potenza emessa pari a circa 14,4 kW, composto da:
   - N° 7 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 20 – Potenza emessa pari a circa 7 kW;
   - N° 6 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 21 – Potenza emessa pari a circa 6 kW;
   - N° 1 radiatore in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 22 - Potenza emessa pari a circa 1 kW;
   - N° 1 radiatore in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 7 - Potenza emessa pari a circa 0,4 kW;

b. Piano primo: impianto di riscaldamento di potenza emessa pari a circa 13 kW, composto da:
   - N° 5 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 20 – Potenza emessa pari a circa 5 kW;
   - N° 8 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 16/18 – Potenza emessa pari a circa 8 kW;

L'impianto in progetto, presenta una potenza totale pari a 35,8 kW, e le seguenti caratteristiche

a. Piano terra: impianto di riscaldamento di potenza emessa pari a circa 19,2 kW, composto da:
   - N° 4 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 90 cm, e numero di elementi pari a 15 – Potenza emessa pari a circa 4,8 kW;
   - N° 7 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 20 – Potenza emessa pari a circa 7 kW;
   - N° 6 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 21 – Potenza emessa pari a circa 6 kW;
   - N° 1 radiatore in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 22 - Potenza emessa pari a circa 1 kW;
   - N° 1 radiatore in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 7 - Potenza emessa pari a circa 0,4 kW;

b. Piano primo: impianto di riscaldamento di potenza emessa pari a circa 16,6 kW, composto da:
   - N° 3 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 90 cm, e numero di elementi pari a 15 – Potenza emessa pari a circa 3,6 kW;
   - N° 5 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a 20 – Potenza emessa pari a circa 5 kW;
   - N° 8 radiatori in ghisa, a due colonne, con interasse pari ad 80 cm, e numero di elementi pari a

16/18 – Potenza emessa pari a circa 8 kW;

Si tratta sostanzialmente di una variazione di circa il 30 % della potenza emessa dai radiatori, rispetto all'esistente. Essa non varia le caratteristiche termo-igrometriche globali dell'ambiente, ed in sostanza migliora la distribuzione del calore negli ambienti (anche in considerazione delle variazioni di distribuzione planimetrica di progetto dei vari locali).

Per quanto riguarda il dimensionamento delle dorsali, si effettua il calcolo per l'utenza più sfavorita, situata al piano primo e si considera quanto segue:

- La lunghezza massima della dorsale che si dirama dallo stacco previsto nelle tubazioni di riscaldamento esistenti passanti entro il cunicolo esistente (mandata e ritorno), fino ai collettori di riscaldamento, risulta pari a 25 m circa;
- La tubazione prevista presenta un diametro pari a DN 18 mm;
- Temperatura dell'acqua calda di mandata pari a 60°C;
- Portata termica massima emessa in ambiente, sulla montante pari a 4,8 kW;
- Portata massima, in arrivo al collettore pari a 85 l/h

Risulta che:

- La perdita di carico distribuita a metro lineare risulta inferiore a 70 mm c.a./m (e la velocità massima del fluido scaldante entro la tubazione risulta inferiore a 0.1 m/s) $\Rightarrow$ la perdita di carico distribuita totale risulta inferiore a 250 mm c.a.
- Supponendo una perdita localizzata pari a 12.5 mm c.a. a curva, e supponendo a favore della sicurezza un massimo di n°8 curve $\Rightarrow$ la perdita di carico localizzata totale è pari a 100 mm c.a.
- Supponendo una perdita localizzata pari a 25 mm c.a. a valvola, e supponendo n°4 valvole $\Rightarrow$ la perdita di carico localizzata totale è pari a 100 mm c.a.
- La perdita di carico totale è dunque pari a 450 mm c.a circa $\cong$ 0.45 m

I collettori previsti per l'impianto di riscaldamento, presentano diametro di progetto pari a DN 16, e le diramazioni presentano diametro pari a DN 14.

Si omette il calcolo delle diramazioni, dai collettori ai corpi scaldanti, che sono state dimensionate a favore della sicurezza.

Si conclude, che in base alle caratteristiche dell'impianto, il nuovo ampliamento risulta verificato.

3.2. Progetto esecutivo degli impianti idrici, idrico-sanitari e di scarico delle acque reflue

3.2.0 Premessa

Il presente paragrafo illustra i contenuti del progetto esecutivo dei seguenti impianti:

- Paragrafo 3.2.1: Impianti idrici ed idrico-sanitari del piano terra;
- Paragrafo 3.2.2: Impianti idrici ed idrico-sanitari del piano primo;
- Paragrafo 3.2.3: Impianti di scarico delle acque reflue.

3.2.1 Impianti idrici ed idrico-sanitari del piano terra

Tutte le colonne delle reti idrico sanitarie esistenti, si prevede siano realizzate ex-novo. Le nuove colonne, si prevede vengano posate in opera esternamente alle pareti, ed entro appositi cassonetti predisposti (come indicato nelle planimetrie di progetto).

Il dimensionamento è stato effettuato secondo le norma UNI 9182:2014. I valori di portate e pressioni utilizzati, in funzione della tipologia del punto di prelievo, sono riportati di seguito.

Tipo di apparecchio	Portata		Pressione dinamica minima nel punto di prelievo [kPa]
	Fredda	Calda	
Lavabo	0,10	0,10	50
Bidet	0,10	0,10	50
Doccia	0,15	0,15	50
Lavello da cucina	0,20	0,20	50
Vasi a cassetta	0,10		Vasi a cassetta

Le portate di acqua fredda e calda di progetto previste, calcolate in funzione del numero di utenze, sono riepilogate nelle tabelle seguenti:

Piano Terra		
Dato	**Valore Dorsali**	**Note**
N° lavabi	3	
N° docce	3	
N° bidet	3	
Lavello da cucina	3	
Vaso WC	3	
Portata d'acqua calda totale	2,2 l/s	Massima contemporaneità per tutti i servizi igienici e cucine.
Portata d'acqua calda di progetto	1,7 l/s	

Piano Terra		
Dato	**Valore Dorsali**	**Note**
Portata d'acqua fredda totale	1,6 l/s	Massima contemporaneità per 2 colonne.
Portata d'acqua fredda di progetto	1,3 l/s	
Portata d'acqua fredda totale	0,9 l/s	Massima contemporaneità per 1 colonna.
Portata d'acqua fredda di progetto	0,8 l/s	

Le portate di progetto sono state definite adottando un coefficiente di contemporaneità pari a 0.75, specifico per le cliniche e gli ospedali, e nei seguenti casi specifici:

a) Acqua calda – Contemporaneità per tutti i servizi igienici e cucine: la massima portata di progetto, risulta pari a 6120 l/h (1.23 l/s);
b) Acqua fredda - Contemporaneità per due servizi igienici e cucine: la massima portata di progetto risulta pari a 4680 l/h (1.3 l/s);
c) Acqua fredda - Contemporaneità per un servizio igienico e cucine: la massima portata di progetto risulta pari a 2880 l/h (0.8 l/s);

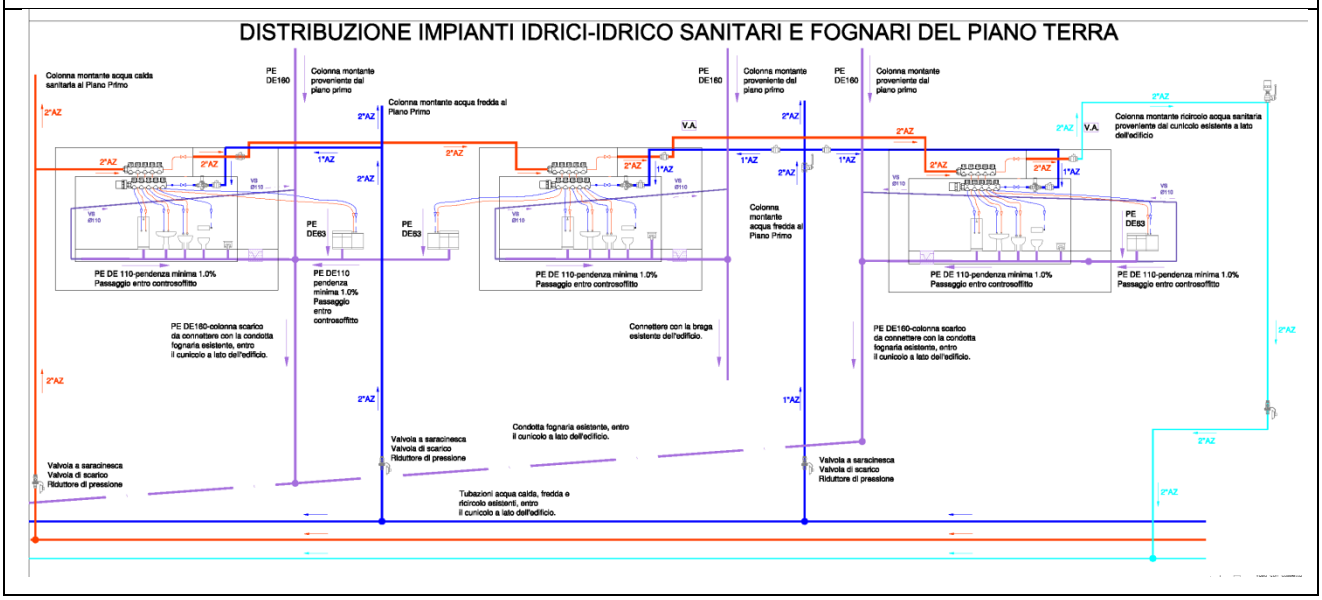
Le tubazioni montanti di progetto, vengono derivate dal cunicolo servizi, e si collegano alle tubazioni dorsali orizzontali di acqua calda e fredda del piano terra e del piano primo. Esse, sono caratterizzate da tubazioni in acciaio zincato del diametro pari a 2".

Dalle montanti verticali suddette, si derivano le tubazioni dorsali in acciaio zincato, di alimentazione degli impianti del piano terra, poste entro il controsoffitto. Il diametro nominale di progetto delle tubazioni dorsali orizzontali di acqua calda e fredda, per il piano terra, dallo stacco della rispettiva colonna montante, dimensionato secondo le contemporaneità illustrate sopra risulta pari:

a. Tubazioni dorsali dell'acqua calda (per le casistiche del punto "a"): acciaio zincato (preisolato a norma di legge), avente diametro nominale di progetto pari a 1" 1/2. La velocità massima dell'acqua entro le tubazioni risulta pari a circa 1,23 m/s (per l'acqua calda);
b. Tubazioni dorsali dell'acqua fredda (per le casistiche dei punti "b" e "c"): acciaio zincato (preisolato a norma di legge), avente diametro nominale di progetto pari a 1" 1/4. La velocità massima dell'acqua entro le tubazioni risulta pari a circa 1,7 m/s (per l'acqua calda);
c. Per le tubazioni di alimentazione delle derivazioni di acqua calda e fredda dai rispettivi collettori del piano terra, alle varie utenze, si utilizzano tubazioni in multistrato di diametro pari a risulta pari a DN22. Per tale calcolo si è ipotizzata una portata massima pari a circa 500 l/h, e la velocità massima dell'acqua entro la tubazione risulta pari a circa 0,7 m/s;
d. Per quanto riguarda i collettori, che verrano impiegati in apposito vano all'interno di ogni locale con impianto di distribuzione idrico-sanitario, si impone:
   - il diametro 2" per le dorsali di acqua calda (diametro superiore al Diametro della montante);
   - il diametro 1"1/2 per le dorsali di acqua fredda (diametro superiore al Diametro della montante).

Di seguito si illustra lo schema funzionale della distribuzione degli impianti idrico – sanitari del piano terra:

Figura N°8: schema funzionale degli impianti idrico – sanitari del piano terra



Al fine di stabilire i diametri di progetto, in base alla portata di progetto suddetta, è stata utilizzata la seguente tabella (a favore di sicurezza si utilizza la temperatura dell'acqua fredda pari a 10°C):

Figura N°9: perdite di carico nelle tubazioni in multistrato (poste all'interno dei locali sanitari ed a valle dei rispettivi collettori) temperatura dell'acqua pari a 10°C

TAB. 4 - TUBI IN PEX
Temp. acqua = 10°C

PERDITE DI CARICO CONTINUE

Dn	12	15	18	20-22	28	32	40	50	63	75	90	110
Di	8	10	13	16	20	26	32,6	40,8	51,4	61,2	73,6	90
r	G v											
2	5* *0,03*	13* *0,05*	38* *0,08*	87* *0,12*	146 *0,13*	297 *0,16*	548 *0,18*	1.008 *0,21*	1.887 *0,25*	3.031 *0,29*	5.001 *0,33*	8.633 *0,38*
4	11* *0,06*	27* *0,09*	76* *0,16*	118 *0,17*	216 *0,19*	441 *0,23*	815 *0,27*	1.498 *0,32*	2.804 *0,38*	4.504 *0,43*	7.431 *0,49*	12.828 *0,56*
6	16* *0,09*	40* *0,14*	85 *0,18*	149 *0,21*	273 *0,24*	556 *0,29*	1.027 *0,34*	1.889 *0,40*	3.536 *0,47*	5.678 *0,54*	9.368 *0,61*	16.173 *0,71*
8	22* *0,12*	53* *0,19*	100 *0,21*	175 *0,24*	322 *0,28*	655 *0,34*	1.211 *0,40*	2.226 *0,47*	4.167 *0,56*	6.692 *0,63*	11.042 *0,72*	19.063 *0,83*
10	27* *0,15*	56 *0,20*	113 *0,24*	199 *0,28*	365 *0,32*	744 *0,39*	1.376 *0,46*	2.529 *0,54*	4.734 *0,63*	7.602 *0,72*	12.544 *0,82*	21.655 *0,95*
12	33* *0,18*	62 *0,22*	126 *0,26*	221 *0,31*	405 *0,36*	826 *0,43*	1.527 *0,51*	2.807 *0,60*	5.254 *0,70*	8.437 *0,80*	13.921 *0,91*	24.033 *1,05*
14	38* *0,21*	67 *0,24*	137 *0,29*	242 *0,33*	443 *0,39*	902 *0,47*	1.667 *0,55*	3.065 *0,65*	5.738 *0,77*	9.214 *0,87*	15.203 *0,99*	26.246 *1,15*
16	40* *0,22*	73 *0,26*	148 *0,31*	261 *0,36*	478 *0,42*	974 *0,51*	1.799 *0,60*	3.308 *0,70*	6.193 *0,83*	9.945 *0,94*	16.409 *1,07*	28.327 *1,24*
18	42 *0,23*	78 *0,28*	159 *0,33*	279 *0,39*	511 *0,45*	1.042 *0,54*	1.925 *0,64*	3.539 *0,75*	6.624 *0,89*	10.637 *1,00*	17.551 *1,15*	30.299 *1,32*
20	45 *0,25*	83 *0,29*	169 *0,35*	296 *0,41*	543 *0,48*	1.106 *0,58*	2.044 *0,68*	3.758 *0,80*	7.035 *0,94*	11.297 *1,07*	18.640 *1,22*	32.180 *1,41*
22	48 *0,26*	87 *0,31*	178 *0,37*	313 *0,43*	573 *0,51*	1.168 *0,61*	2.159 *0,72*	3.969 *0,84*	7.429 *0,99*	11.929 *1,13*	19.683 *1,29*	33.981 *1,48*
24	50 *0,28*	92 *0,32*	187 *0,39*	329 *0,45*	602 *0,53*	1.228 *0,64*	2.269 *0,75*	4.171 *0,89*	7.807 *1,05*	12.537 *1,18*	20.687 *1,35*	35.713 *1,56*
26	52 *0,29*	96 *0,34*	196 *0,41*	344 *0,48*	631 *0,56*	1.285 *0,67*	2.375 *0,79*	4.366 *0,93*	8.173 *1,09*	13.124 *1,24*	21.655 *1,41*	37.384 *1,63*
28	55 *0,30*	100 *0,35*	204 *0,43*	359 *0,50*	658 *0,58*	1.341 *0,70*	2.478 *0,82*	4.555 *0,97*	8.526 *1,14*	13.692 *1,29*	22.592 *1,48*	39.002 *1,70*
30	57 *0,31*	104 *0,37*	213 *0,44*	373 *0,52*	684 *0,60*	1.395 *0,73*	2.577 *0,86*	4.738 *1,01*	8.869 *1,19*	14.242 *1,34*	23.500 *1,53*	40.570 *1,77*
35	62 *0,34*	114 *0,40*	232 *0,49*	408 *0,56*	747 *0,66*	1.523 *0,80*	2.814 *0,94*	5.175 *1,10*	9.686 *1,30*	15.554 *1,47*	25.664 *1,68*	44.306 *1,93*
40	67 *0,37*	123 *0,43*	250 *0,52*	440 *0,61*	806 *0,71*	1.644 *0,86*	3.038 *1,01*	5.585 *1,19*	10.454 *1,40*	16.787 *1,59*	27.699 *1,81*	47.819 *2,09*
45	72 *0,40*	131 *0,46*	268 *0,56*	471 *0,65*	863 *0,76*	1.758 *0,92*	3.249 *1,08*	5.974 *1,27*	11.181 *1,50*	17.956 *1,70*	29.628 *1,93*	51.148 *2,23*
50	76 *0,42*	140 *0,49*	285 *0,60*	500 *0,69*	916 *0,81*	1.867 *0,98*	3.451 *1,15*	6.344 *1,35*	11.875 *1,59*	19.070 *1,80*	31.466 *2,05*	54.322 *2,37*
60	85 *0,47*	155 *0,55*	316 *0,66*	555 *0,77*	1.017 *0,90*	2.072 *1,08*	3.830 *1,27*	7.041 *1,50*	13.179 *1,76*	21.164 *2,00*	34.921 *2,28*	60.287 *2,63*
70	92 *0,51*	169 *0,60*	345 *0,72*	606 *0,84*	1.110 *0,98*	2.263 *1,18*	4.182 *1,39*	7.689 *1,63*	14.393 *1,93*	23.113 *2,18*	38.137 *2,49*	65.838 *2,87*
80	100 *0,55*	183 *0,65*	372 *0,78*	654 *0,90*	1.198 *1,06*	2.443 *1,28*	4.514 *1,50*	8.299 *1,76*	15.534 *2,08*	24.946 *2,36*	41.161 *2,69*	71.058 *3,10*
90	107 *0,59*	195 *0,69*	398 *0,83*	700 *0,97*	1.282 *1,13*	2.613 *1,37*	4.828 *1,61*	8.877 *1,89*	16.616 *2,22*	26.682 *2,52*	44.026 *2,87*	76.005 *3,32*
100	113 *0,63*	207 *0,73*	423 *0,88*	743 *1,03*	1.361 *1,20*	2.775 *1,45*	5.128 *1,71*	9.428 *2,00*	17.647 *2,36*	28.338 *2,68*	46.758 *3,05*	80.722 *3,52*
150	143 *0,79*	262 *0,92*	533 *1,12*	937 *1,29*	1.716 *1,52*	3.499 *1,83*	6.465 *2,15*	11.886 *2,53*	22.248 *2,98*	35.727 *3,37*	58.950 *3,85*	
200	168 *0,93*	308 *1,09*	628 *1,31*	1.104 *1,53*	2.023 *1,79*	4.124 *2,16*	7.620 *2,54*	14.010 *2,98*	26.223 *3,51*	42.111 *3,98*		

r = resistenza, mm c.a./m G = portata, l/h v = velocità, m/s

Figura N°10: perdite di carico nelle tubazioni in acciaio (dorsali e montanti di alimentazione dei collettori) temperatura dell'acqua pari a 10°C

PERDITE DI CARICO CONTINUE

TAB. 3 -TUBI IN ACCIAIO (pollici)
Temp. acqua = 10°C

D	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Di	12,7	16,3	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	104,9	128,8	154,2
r	G v											
2	35* *0,08*	90* *0,12*	186 *0,14*	347 *0,16*	727 *0,20*	1.090 *0,22*	2.043 *0,26*	4.074 *0,31*	6.251 *0,34*	12.663 *0,41*	21.946 *0,47*	35.545 *0,53*
4	69* *0,15*	125 *0,17*	269 *0,20*	503 *0,24*	1.053 *0,29*	1.579 *0,32*	2.960 *0,37*	5.903 *0,44*	9.056 *0,49*	18.345 *0,59*	31.793 *0,68*	51.494 *0,77*
6	80 *0,17*	155 *0,21*	334 *0,25*	625 *0,29*	1.308 *0,35*	1.962 *0,39*	3.677 *0,46*	7.332 *0,55*	11.248 *0,61*	22.787 *0,73*	39.491 *0,84*	63.963 *0,95*
8	93 *0,20*	181 *0,24*	390 *0,29*	729 *0,34*	1.525 *0,41*	2.288 *0,46*	4.289 *0,54*	8.551 *0,64*	13.119 *0,71*	26.576 *0,85*	46.059 *0,98*	74.600 *1,11*
10	105 *0,23*	204 *0,27*	439 *0,33*	821 *0,39*	1.719 *0,47*	2.578 *0,52*	4.832 *0,61*	9.635 *0,72*	14.781 *0,80*	29.945 *0,96*	51.897 *1,11*	84.055 *1,25*
12	115 *0,25*	225 *0,30*	484 *0,36*	905 *0,43*	1.895 *0,51*	2.842 *0,57*	5.327 *0,67*	10.621 *0,80*	16.295 *0,89*	33.011 *1,06*	57.211 *1,22*	92.663 *1,38*
14	125 *0,27*	244 *0,33*	526 *0,40*	983 *0,46*	2.057 *0,56*	3.086 *0,62*	5.785 *0,73*	11.534 *0,86*	17.695 *0,96*	35.848 *1,15*	62.127 *1,32*	100.625 *1,50*
16	135 *0,29*	263 *0,35*	565 *0,42*	1.056 *0,50*	2.210 *0,60*	3.315 *0,66*	6.213 *0,78*	12.388 *0,93*	19.005 *1,03*	38.501 *1,24*	66.726 *1,42*	108.073 *1,61*
18	143 *0,31*	280 *0,37*	602 *0,45*	1.124 *0,53*	2.353 *0,64*	3.530 *0,71*	6.617 *0,83*	13.193 *0,99*	20.241 *1,10*	41.004 *1,32*	71.064 *1,52*	115.099 *1,71*
20	152 *0,33*	296 *0,39*	637 *0,48*	1.189 *0,56*	2.490 *0,68*	3.735 *0,75*	7.000 *0,88*	13.958 *1,05*	21.414 *1,17*	43.381 *1,39*	75.182 *1,60*	121.770 *1,81*
22	159 *0,35*	311 *0,41*	670 *0,50*	1.251 *0,59*	2.620 *0,71*	3.930 *0,79*	7.366 *0,92*	14.688 *1,10*	22.534 *1,23*	45.649 *1,47*	79.114 *1,69*	128.138 *1,91*
24	167 *0,37*	326 *0,43*	702 *0,53*	1.311 *0,62*	2.745 *0,74*	4.117 *0,83*	7.717 *0,97*	15.387 *1,15*	23.607 *1,29*	47.823 *1,54*	82.882 *1,77*	134.241 *2,00*
26	174 *0,38*	340 *0,45*	733 *0,55*	1.368 *0,64*	2.865 *0,78*	4.297 *0,86*	8.055 *1,01*	16.060 *1,20*	24.639 *1,34*	49.915 *1,60*	86.507 *1,84*	140.111 *2,08*
28	181 *0,40*	354 *0,47*	762 *0,57*	1.424 *0,67*	2.980 *0,81*	4.471 *0,90*	8.380 *1,05*	16.709 *1,25*	25.635 *1,40*	51.933 *1,67*	90.004 *1,92*	145.776 *2,17*
30	188 *0,41*	367 *0,49*	791 *0,59*	1.477 *0,70*	3.092 *0,84*	4.639 *0,93*	8.695 *1,09*	17.337 *1,30*	26.599 *1,45*	53.885 *1,73*	93.386 *1,99*	151.254 *2,25*
35	204 *0,45*	399 *0,53*	859 *0,65*	1.604 *0,76*	3.358 *0,91*	5.038 *1,01*	9.443 *1,18*	18.827 *1,41*	28.884 *1,57*	58.515 *1,88*	101.411 *2,16*	164.251 *2,44*
40	220 *0,48*	429 *0,57*	922 *0,69*	1.723 *0,81*	3.607 *0,98*	5.411 *1,08*	10.142 *1,27*	20.221 *1,52*	31.022 *1,69*	62.846 *2,02*	108.917 *2,32*	176.409 *2,62*
45	234 *0,51*	456 *0,61*	982 *0,74*	1.835 *0,86*	3.841 *1,04*	5.762 *1,16*	10.801 *1,35*	21.535 *1,61*	33.039 *1,80*	66.931 *2,15*	115.998 *2,47*	187.877 *2,79*
50	247 *0,54*	483 *0,64*	1.039 *0,78*	1.941 *0,91*	4.064 *1,10*	6.096 *1,22*	11.427 *1,43*	22.784 *1,71*	34.954 *1,90*	70.811 *2,28*	122.721 *2,62*	198.767 *2,96*
60	273 *0,60*	532 *0,71*	1.146 *0,86*	2.140 *1,01*	4.480 *1,22*	6.721 *1,35*	12.597 *1,58*	25.117 *1,88*	38.534 *2,10*	78.062 *2,51*	135.289 *2,88*	219.122 *3,26*
70	296 *0,65*	578 *0,77*	1.244 *0,93*	2.324 *1,09*	4.865 *1,32*	7.298 *1,46*	13.680 *1,72*	27.275 *2,04*	41.845 *2,28*	84.770 *2,72*	146.914 *3,13*	237.951 *3,54*
80	318 *0,70*	621 *0,83*	1.336 *1,00*	2.496 *1,18*	5.225 *1,42*	7.838 *1,57*	14.692 *1,84*	29.294 *2,20*	44.942 *2,45*	91.044 *2,93*	157.788 *3,36*	255.563 *3,80*
90	339 *0,74*	661 *0,88*	1.423 *1,07*	2.658 *1,25*	5.565 *1,51*	8.348 *1,67*	15.647 *1,96*	31.198 *2,34*	47.864 *2,61*	96.963 *3,12*	168.046 *3,58*	
100	358 *0,79*	699 *0,93*	1.506 *1,13*	2.812 *1,32*	5.887 *1,60*	8.832 *1,77*	16.554 *2,08*	33.007 *2,47*	50.638 *2,76*	102.584 *3,30*	177.786 *3,79*	
150	445 *0,98*	869 *1,16*	1.870 *1,40*	3.493 *1,65*	7.313 *1,98*	10.970 *2,20*	20.562 *2,58*	40.998 *3,07*	62.899 *3,42*			
200	519 *1,14*	1.013 *1,35*	2.181 *1,64*	4.074 *1,92*	8.529 *2,31*	12.795 *2,57*	23.982 *3,01*	47.817 *3,58*	73.359 *3,99*			

r = resistenza, mm c.a./m G = portata, l/h v = velocità, m/s

Di seguito sono riportate le velocità massime accettabili negli impianti di tipo A (a servizio di edifici residenziali, uffici, alberghi, ospedali, cliniche, scuole e simili) e di tipo B (a servizio di edifici ad uso industriale e artigianale, palestre e simili):

Figura N°11: perdite di carico nelle tubazioni in acciaio - temperatura dell'acqua pari a 10°C

Materiale tubi	ϕ tubi	impianti tipo A v_{max} (m/s)	impianti tipo B v_{max} (m/s)
Acciaio zincato	fino a 3/4"	1,1	1,3
	1"	1,3	1,5
	1 1/4"	1,6	1,8
	1 1/2"	1,8	2,1
	2"	2,0	2,3
	2 1/2"	2,2	2,5
	oltre 3"	2,5	2,8
Pead PN10 e PN16	fino a DN 25	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	1,9	2,2
	DN 63	2,1	2,4
	DN 75	2,3	2,6
	oltre DN 90	2,5	2,8
Multistrato	fino a DN 26	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	2,0	2,3

Si noti che per le tubazioni in in acciaio, le verifiche delle tubazioni risultano positive, infatti:

a) velocità massima per le dorsali e montanti di acqua calda e fredda in acciaio aventi diametro pario ad 1" ½ pari a 1,7 m/s è inferiore a 2 m/s;
b) velocità massima per le alimentazioni di acqua calda e fredda a valle dei rispettivi collettori in multistrato di diametro DN22 pari a 0,7 m/s è inferiore a 1,2 m/s;

Di seguito sono riportati i dettagli del calcolo di dimensionamento delle dorsali idrico-sanitarie del piano terra ai sensi della norma UNI 9182:2014, per la massima contemporaneità nella rete dell'acqua calda:

Figura N°12: dettagli del calcolo di dimensionamento delle tubazioni idrico-sanitarie del piano terra

Tipologia Sanitari	n° Sanitari	Carico unitario AF [ ]	Carico unitario AC [ ]	Unità di carico Totale [ ]	Unità di carico max Cont. [ ]	Portata max contemp. [l/s]	Portata max contemp. [l/h]	Diametro esterno tubazione [mm]	Diametro interno tubazione [mm]	Velocità max tubazione [m/s]	Velocità max norma [m/s]
Docce	3	3	3	18	57	2,2	7920	48,3	42	1,59	2
Lavabi	3	1,5	1,5	9	PARZIALE CONTEMPORANEITA' 75% - RETI A.C. ed A.F						
Lavapiedi	0	1,5	1,5	0	Unità di carico max Cont.	Portata max contemp.	Portata max contemp.	Diametro esterno tubazione	Diametro interno tubazione	Velocità max tubazione	Velocità max norma
Bidet	3	1,5	1,5	9							
Vaso	3	5	0	15							
Lavabi cucina	3	2	0	6	[ ]	[l/s]	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m/s]
	Unità di carico totali [ ] =			57	42,75	1,7	6120	48,3	42	1,23	2
										Verificato	
Verifica del carico unitario *(pressione unitaria che può essere spesa per vincere le resistenze della rete)*											
Pressione di progetto base colonna	Dislivello	Pressione minima richiesta	Perdite di carico indotte	Fattore riduttivo	Lunghezza sanitario sf. colonna	Lunghezza colonna	Lunghezza totale rete	Carico unitario lineare	Carico unitario minimo	Carico unitario massimo	
[m]	[m]	[m]	[ ]	[ ]	[m]	[m]	[m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	
40	2	5	11	0,7	15	4	19	810,53	25	110	
								Verificato			
Verifica della pressione totale richiesta nell'ipotesi di massima contemporaneità											
Pressione di progetto base colonna	Dislivello	Pressione minima richiesta	Perdite di carico indotte	Perdita unitaria tubazione	Lunghezza sanitario sf. colonna	Lunghezza colonna	Lunghezza totale rete	Perdita carico tubazione	Carico totale rich.	Press. riman. san.	
[m]	[m]	[m]	[ ]	[mm/m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
40	2	5	11	55	15	4	19	1,05	19,05	25,96	
									VERIF	Ridutt.	

Si noti che per le tubazioni (vedi in fondo a destra), il carico totale richiesto nel regime di contemporaneità imposto (75%), il carico totale richiesto all'impianto risulta pari a meno di 2 bar (19.05 m). Tale calcolo è stato effettuato tenendo conto delle sole utenze del piano terra, e dunque risulta una pressione rimanente pari a circa 2,6 bar (25.96 m), valutata sulla pressione di progetto a base della colonna pari a 4 bar. Per la verifica della contemporaneità dei due impianti (piano terra e piano primo), si rimanda al paragrafo successivo.

Sulle montanti principali di acqua calda e fredda viene inserita una valvola di taratura della pressione ed una valvola di ammortizzazione del colpo di ariete.

Per i dettagli del dimensionamento delle tubazioni in PEX a valle dei rispettivi collettori del piano terra, si rimanda alla specifica figura illustrata nei paragrafi precedenti.

3.2.2 Impianti idrici ed idrico-sanitari del piano primo

Le portate di acqua fredda e calda di progetto previste, calcolate in funzione del numero di utenze, sono riepilogate nelle tabelle seguenti:

Piano Terra		
Dato	**Valore Dorsali**	**Note**
N° lavabi	9	
N° docce	7	
N° bidet	2	
Vaso WC	9	
Lavatoio	4	
Portata d'acqua fredda totale	4,5 l/s	Massima contemporaneità per tutti i servizi igienici.
Portata d'acqua fredda di progetto	3,4 l/s	
Portata d'acqua fredda totale	1,75 l/s	Massima contemporaneità per 1 dorsale di alimentazione al rispettivo collettore DN50.
Portata d'acqua fredda di progetto	1,35 l/s	

Le portate di progetto sono state definite adottando un coefficiente di contemporaneità pari a 0.75, specifico per le cliniche e gli ospedali. Sia per l'acqua calda e sia per l'acqua fredda la massima portata di progetto in condizioni di massima contemporaneità, risulta nei seguenti casi specifici

a) Acqua calda - Massima contemporaneità di tutti i servizi igienici: la massima portata di progetto, risulta pari a 12240 l/h (3.4 l/s);
b) Acqua fredda - Massima contemporaneità per allacci ai collettori, pari ad 1 servizio igienico: la massima portata di progetto risulta pari a 2880 l/h (0.8 l/s);

Le tubazioni montanti di progetto, vengono derivate dal cunicolo servizi, ed asservono le tubazioni dorsali orizzontali di acqua calda e fredda del piano terra e del piano primo. Esse, sono caratterizzate da tubazioni in acciaio zincato del diametro pari a 2".

Dalle montanti verticali suddette, si derivano le tubazioni dorsali in acciaio zincato, di alimentazione degli impianti del piano primo, poste entro il controsoffitto. Il diametro nominale di progetto tubazioni montanti di acqua calda e fredda, realizzate in acciaio zincato precoibentato, per il piano primo, è stato dunque impostato nel seguente modo:

a. Per le tubazioni dorsali di acqua calda di alimentazione ai rispettivi collettori, il diametro nominale di progetto risulta 2" e la velocità massima dell'acqua entro le tubazioni risulta pari a circa 1,5 m/s;
b. Per le tubazioni dorsali di acqua fredda a valle dei rispettivi collettori, il diametro nominale di progetto risulta 1" e la velocità massima dell'acqua entro le tubazioni risulta pari a circa 1,3 m/s;
c. Per le tubazioni di alimentazione delle derivazioni di acqua calda e fredda dai rispettivi collettori del piano primo, il diametro di progetto risulta pari a DN 22. Per tale calcolo si è ipotizzata una portata massima pari a circa 500 l/h, e la velocità massima dell'acqua entro la tubazione risulta pari a circa 0,7 m/s;

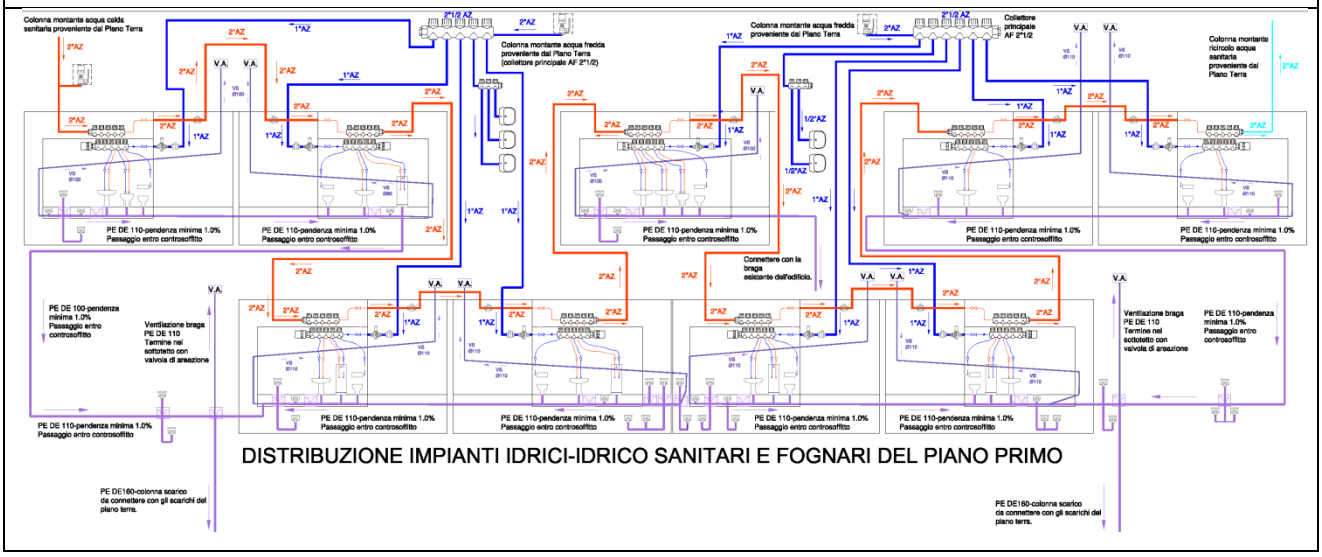
d. Per quanto riguarda i collettori, si impone:
   - il diametro 2"1/2 per l'acqua calda;
   - il diametro 1"1/2 per l'acqua fredda.

Si noti (vedi anche la figura alla pagina precedente) che per le tubazioni in acciaio zincato, le verifiche delle tubazioni risultano positive, infatti:

a) La velocità massima per le dorsali e montanti di acqua calda e fredda 2", pari a 1,5 m/s è inferiore a 2 m/s;
b) La velocità massima per le alimentazioni di acqua calda e fredda a valle dei rispettivi collettori DN22 pari a 0,7 m/s è inferiore a 1,2 m/s;

Di seguito si illustra lo schema funzionale della distribuzione degli impianti idrico – sanitari del piano primo:

Figura N°13: schema funzionale degli impianti idrico – sanitari del piano primo



Di seguito sono riportati i dettagli del calcolo di dimensionamento delle dorsali idrico-sanitarie del piano primo, per l'ipotesi di massima contemporaneità nelle reti dell'acqua calda, ai sensi della norma UNI 9182:2014:

Figura N°14: dettagli del calcolo di dimensionamento delle tubazioni idrico-sanitarie del piano terra

Tipologia Sanitari	n° Sanitari	Carico unitario AF [ ]	Carico unitario AC [ ]	Unità di carico Totale [ ]	Unità di carico max Cont. [ ]	Portata max contemp. [l/s]	Portata max contemp. [l/h]	Diametro esterno tubazione [mm]	Diametro interno tubazione [mm]	Velocità max tubazione [m/s]	Velocità max norma [m/s]
Docce	7	3	3	42	128	4,45	16020	60,3	53,9	1,95	2
Lavabi	9	1,5	1,5	27	PARZIALE CONTEMPORANEITA' 75% - RETI A.C. ed A.F						
Lavapiedi	0	1,5	1,5	0	Unità di carico max Cont.	Portata max contemp.	Portata max contemp.	Diametro esterno tubazione	Diametro interno tubazione	Velocità max tubazione	Velocità max norma
Bidet	2	1,5	1,5	6							
Vaso	9	5	0	45							
Lavabi cucina	4	2	0	8	[ ]	[l/s]	[l/h]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m/s]
	Unità di carico totali [ ] =			128	96	3,4	12240	60,3	53,9	1,49	2
										Verificato	
Verifica del carico unitario *(pressione unitaria che può essere spesa per vincere le resistenze della rete)*											
Pressione di progetto base colonna	Dislivello	Pressione minima richiesta	Perdite di carico indotte	Fattore riduttivo	Lunghezza sanitario sf. colonna	Lunghezza colonna	Lunghezza totale rete	Carico unitario lineare	Carico unitario minimo	Carico unitario massimo	
[m]	[m]	[m]	[ ]	[ ]	[m]	[m]	[m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	
40	7	5	15	0,7	15	7	22	413,64	25	110	
								Verificato			
Verifica della pressione totale richiesta nell'ipotesi di massima contemporaneità											
Pressione di progetto base colonna	Dislivello	Pressione minima richiesta	Perdite di carico indotte	Perdita unitaria tubazione	Lunghezza sanitario sf. colonna	Lunghezza colonna	Lunghezza totale rete	Perdita carico tubazione	Carico totale rich.	Press. riman. san.	
[m]	[m]	[m]	[ ]	[mm/m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
40	7	5	15	60	15	7	22	1,32	28,32	16,68	
									VERIF	Ridutt.	

Si noti che per le tubazioni (vedi in fondo a destra), il carico totale richiesto nel regime di contemporaneità imposto (75%), all'impianto risulta pari a meno di 3 bar (28,32 m). Tale calcolo è stato effettuato tenendo conto delle sole utenze del piano primo, e dunque risulta una pressione rimanente pari a circa 1,7 bar (16,68 m), valutata sulla pressione di progetto a base della colonna pari a 4 bar.

Per la verifica della contemporaneità dei due impianti (piano terra e piano primo), si tenga conto che:

- Le unità di carico del piano terra risultano pari a circa 43 (al 75% della contemporaneità). Si tenga presente che tali unità di carico, sono state assunte per omogeneità con coefficiente di contemporaneità uguale alle unità di carico del piano primo, anche se il piano terra non è adibito a degenze ma a CAUP;
- Le unità di carico del piano primo risultano pari a circa 96 (al 75% della contemporaneità);
- La somma delle unità di carico del piano terra e del piano primo risulta pari a 139.

Applicando un ragionevole coefficiente di contemporaneità tra i piani terra e primo, pari al 60%, sulla somma delle unità di carico dei due piani, si ha che le unità di carico risultanti sono pari a 83 circa. Tali unità di carico, risultano inferiori alle unità di carico calcolate per il piano primo, e dunque per la verifica si adotta il caso più sfavorevole del piano primo.

In base a quanto sopra, si adottano montanti verticali, in acciaio zincato, di diametro pari a 2" per l'alimentazione delle dorsali del piano terra e del piano primo.
Per la verifica della pressione in rete, anche nello scenario di contemporaneità dei due piani, si rimanda ai calcoli del piano primo.

Su tali montanti principali di acqua calda e fredda viene inserita una valvola di taratura della pressione.

Per i dettagli del dimensionamento delle tubazioni in PEX a valle dei rispettivi collettori del piano primo, si rimanda alla specifica figura illustrata nei paragrafi precedenti.

3.2.3 Scarico delle acque reflue

3.2.3.0 Premessa

Il progetto riguarda lo smaltimento delle acque reflue con un sistema funzionante a gravità ed è svolto in conformità alla vigente normativa ed in particolare:

UNI EN 12056-1 30/06/01	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.
UNI EN 12056-2 30/09/01	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.

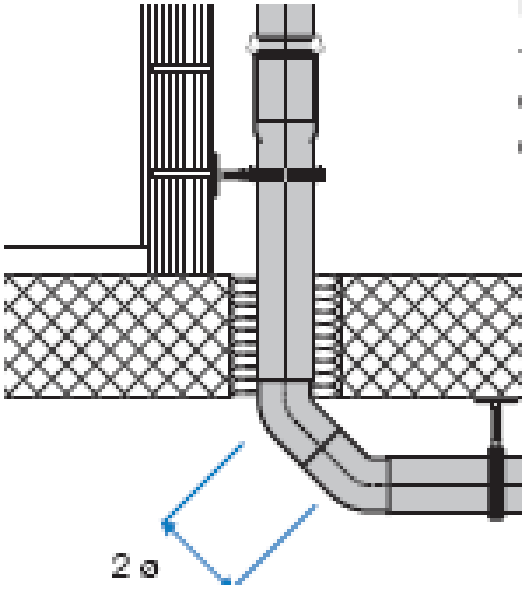
Le acque reflue saranno immesse nella fognatura principale, situata nel cunicolo esistente (vedi anche paragrafi precedenti).

3.2.3.1 Descrizione generale degli impianti di scarico

L'impianto di scarico delle fognature nere, verrà realizzato mediante due anelli indipendenti asserventi il piano terra ed il piano primo del Padiglione 20, connessi alle colonne verticali, che si allacciano alla fognatura orizzontale entro al cunicolo lato edificio (che si prevede sia mantenuta).
Le colonne delle reti di fognatura esistenti, poste entro la parte di edificio che contiene i servizi igienici esistenti, si prevede siano mantenute, mentre le altre colonne verranno dismesse. Le nuove colonne, si prevede vengano posate in opera esternamente alle pareti, ed entro appositi cassonetti predisposti.

Le dorsali sub orizzontali che asservono le varie parti degli impianti idrico sanitari, di scarico dei vari bagni, verranno poste nel sottofondo per quanto riguarda il piano terra ed all'interno delle controsoffittature del piano terra per quanto riguarda gli scarichi del piano primo:

Figura N°15: dettagli scarichi del piano primo



Per quanto rigarda gli scarichi del piano primo, si prevede che la distribuzione sia eseguita all'intradosso del solaio e pertanto l'uscita dallo stesso dovrà essere raccordata al collettore di raccolta mediante due curve a 45°.
Si prevede inoltre, uno spostamento con due curve a 45°, con interposto un tratto intermedio di lunghezza L = 2 ø, che riduce la rumorosità di circa il 35%, diminuendo anche la zona di pressione.

3.2.3.2 Tipologia di materiale utilizzato.

Il materiale che si utilizza per la realizzazione di tutta la rete ex-novo è polietilene per scarichi conforme alla norma UNI EN 1519. Nel caso d'allacciamenti con tratti esistenti di tubazioni in materiale diverso, si utilizzano gli appositi raccordi (punto 6.5 UNI EN 12056-5). I pozzetti da utilizzare per le ispezioni, si prevedono siano del tipo prefabbricato in plastica.

3.2.3.2 Sistema utilizzato.

Il sistema utilizzato è codificato dalla UNI EN 12056-2 come Tipo I e definito come Sistema I – e cioè come sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Questo sistema prevede la connessione degli apparecchi sanitari a diramazioni di scarico riempite solo parzialmente, fino al 50% della loro sezione e connesse ad un'unica colonna di scarico.
I collettori interni all'edificio saranno calcolati con un riempimento massimo del 70%.

3.2.3.4 Configurazione di sistema utilizzato.

Il sistema è configurato con una ventilazione di tipo secondaria. In particolare il controllo della pressione all'interno della colonna è garantito oltre che dal flusso d'aria all'interno della colonna stessa, anche dall'immissione d'aria esterna a mezzo di apposite valvole di espansione. Di seguito si illustra lo

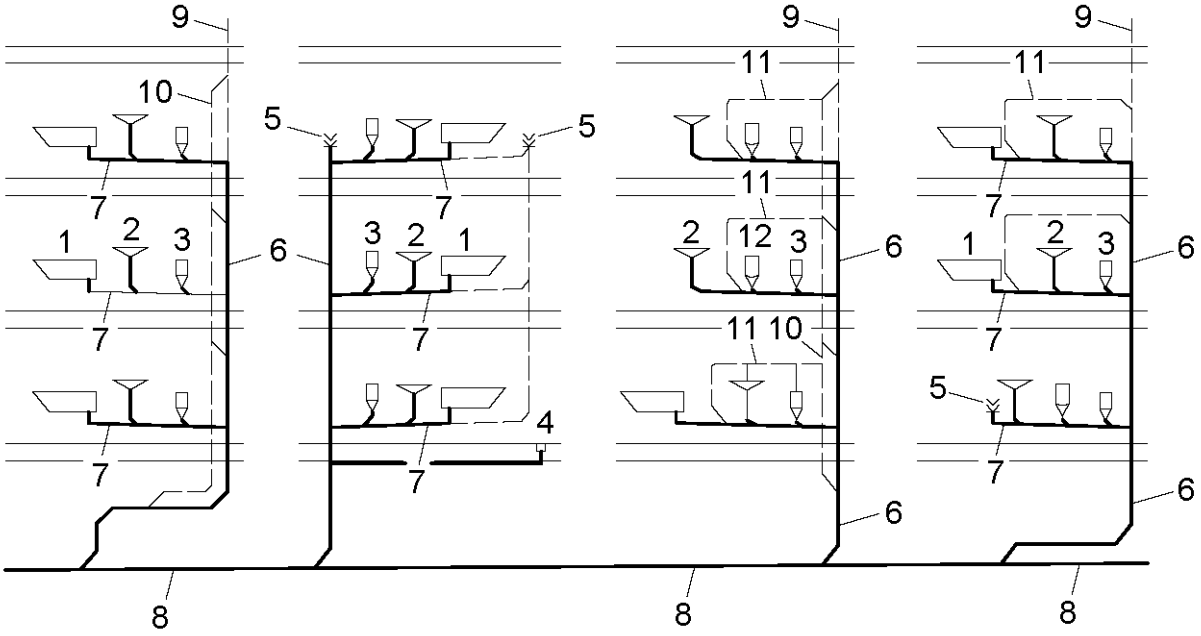
schema funzionale della ventilazione di tipo secondario:

Figura N°16: schema funzionale della ventilazione di tipo secondario

figura 3 **Configurazioni di sistema con ventilazione secondaria**

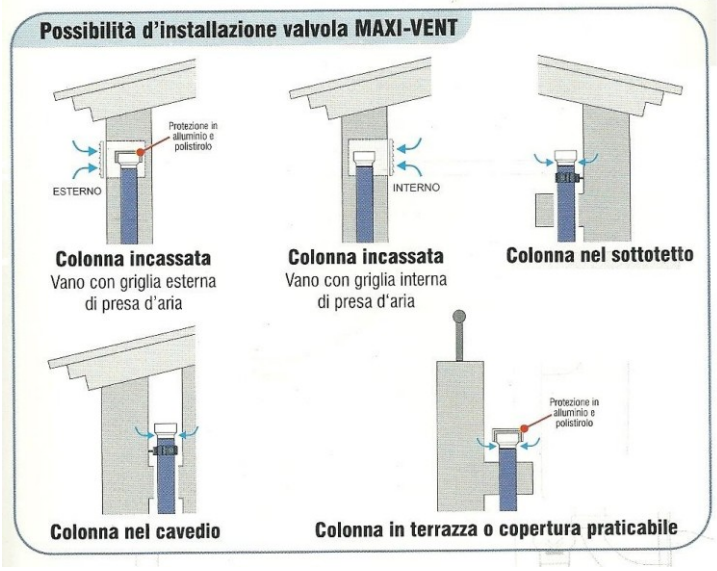
Legenda

1 Vasca da bagno
2 Lavabo
3 WC
4 Pozzetto a terra
5 Valvola di aerazione
6 Colonna di scarico
7 Diramazione di scarico
8 Collettore di scarico
9 Sfiato della colonna di scarico
10 Colonna di ventilazione
11 Ventilazione del condotto di diramazione
12 Orinatoio



Nella figura seguente si illustra lo schema di installazione delle degli scarichi valvole di espansione (il caso specifico è la colonna nel sottotetto), con scarico nel sottotetto:

Figura N°17: schema funzionale della valvola di ventilazione degli scarichi



3.2.3.5 Calcoli esecutivi degli impianti di scarico

Si riportano di seguito le convenzioni ed i simboli utilizzati:

a) Diametri delle tubazioni: in genere ogni diametro è definito con DN se trattasi di Diametro Nominale, D_i se trattasi di diametro interno, D_e se trattasi di diametro esterno. Il diametro della tubazione viene anche definito come D_i/D_e. Comunque ogni numero sarà identificato anche con l'apposito simbolo di riferimento;
b) *Unità di scarico* (DU);
c) *Portata delle acque reflue* prevista per un impianto di scarico (Q_{ww});
d) *Portata continua* Q_c;
e) *Coefficiente di frequenza (K);*
f) *Portata di progetto dell'impianto* (Q_{tot}).

La procedura di calcolo (conforme alla norma UNI 12056) è di seguito descritta ed i dettagli delle simulazioni effettuate sono riportate in tabella.

Nella tabella che segue sono riportati i valori delle unità di scarico *(DU)* attribuiti ad ogni apparecchio e utilizzati per il calcolo. I valori delle *DU*, contenuti nella tabella, sono conformi al Prospetto 2 delle UNI EN 12056-2.

La portata delle acque reflue prevista per l'impianto di scarico è calcolata con la formula:

$$Q_{WW} = K * \sqrt{\sum DU}$$

La tabella 1 evidenzia le unità di scarico correlate al tipo d'apparecchio, considerato nel calcolo.

Tabella 1

Tipo di apparecchio idrosanitario	Unità di scarico *DU (l/s)*
- lavabo	0,5
- bidet	0,5
- piatto doccia	0,8
- lavello da cucina	1,0
- WC (tutti i tipi)	2,5

La tabella 2 riporta i valori da attribuire al coefficiente *K* in funzione della destinazione d'uso dell'impianto, che nel presente caso risulta pari a 0,7:

Tabella 2: coefficiente riduttivo k	
Categoria	Coefficiente riduttivo
a) Uso intermittente (appartamenti privati, locande, uffici).	*K = 0,5*
b) Uso frequente (ristoranti, alberghi, **ospedali** e comunità).	*K = 0,7*
c) Uso molto frequente (bagni e docce pubbliche).	*K = 1,0*
d) Uso speciale (laboratori e industrie).	*K = 1,2*

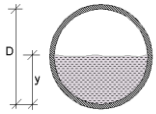
La diramazione di scarico, del singolo apparecchio sanitario, é codificata dalla regola dell'arte (punto 6.4.1 UNI EN 12056-2). Per la progettazione delle diramazioni di scarico ci si è attenuti alle regole di seguito elencate e illustrate per una più comoda consultazione in cantiere.

I punti a e b delle regole di seguito esposte, sono correlati in quanto utilizzando per le diramazioni di scarico dei singoli pezzi (naturalmente WC esclusi) il *DN 50*, il riempimento della diramazione stessa non supera il 50%.

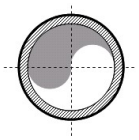
Nelle figure seguenti, sono raccolti i particolari costruttivi delle diramazioni di scarico in progetto.

Figura N°18: progettazione delle diramazioni di scarico – parte 1

a) *L'altezza di riempimento Y/D è del 50%..*



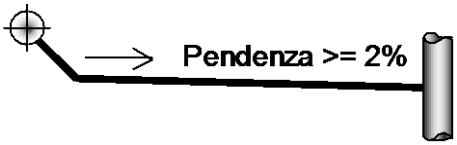
b) *Il diametro minimo utilizzato per le diramazioni è Di/De = 44/50 (DN = 50).*



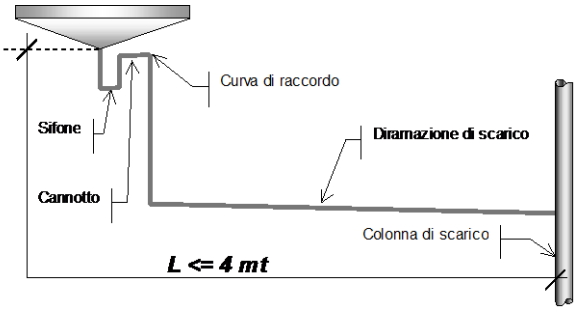
Diramazioni di scarico

DN ≥ 50

c) *La pendenza delle diramazioni di scarico sarà sempre ≥ 2%.*



d) *La lunghezza massima dal sifone più lontano, alla colonna di scarico, non supererà i 4 mt.*



e) *Il numero massimo di curve a 90° nel tratto A-B é di 3 (compresa la curva di raccordo).*

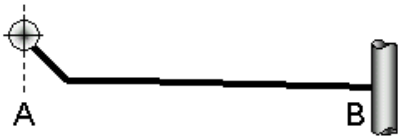
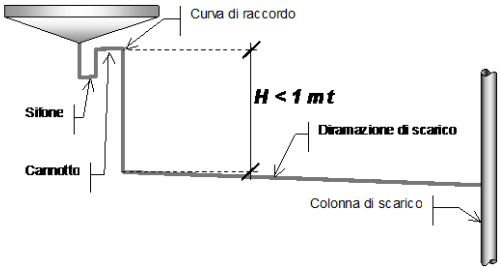
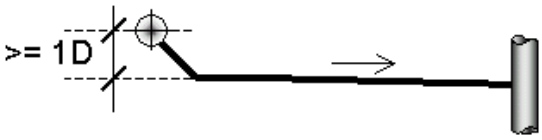


Figura N°19: progettazione delle diramazioni di scarico – parte 2

a) *Il dislivello massimo in una diramazione (tra il sifone dell'apparecchio sanitario e lo scarico in colonna) sarà di 1 mt.*



b) *Negli allacciamenti orizzontali degli apparecchi si eviterà il collegamento diretto tra l'apparecchio e la colonna di scarico. Verrà creato un disassamento sempre maggiore di 1DN.*



Le diramazioni di raccolta sono progettate in modo che la loro capacità (Q_{max}) corrisponda almeno al valore maggiore tra:

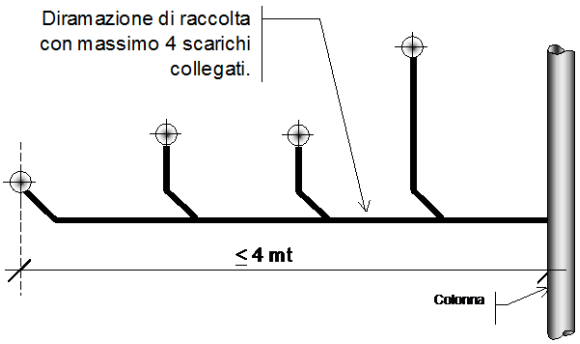
a) portata acque reflue calcolata (Q_{ww});

b) portata totale (Q_{tot});

oppure:

c) portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

Figura N°20: progettazione delle diramazioni di raccolta



I limiti delle diramazioni di raccolta sono esposti in figura e precisamente:

a) la lunghezza massima della diramazione non può superare i 4 mt;

b) il numero massimo di scarichi allacciati è 4.

Il calcolo di Q_{tot} che rappresenta la portata di progetto per ogni colonna utilizzando la formula:

$$Q_{tot} = Qww + Qc$$

Il calcolo della colonna è stato effettuato in base alla portata calcolata Q_{tot} ed in base al prospetto 11 della norma suddetta. In particolare, si specifica che la massima portata delle colonne di scarico in progetto risulta pari ad 8 l/s circa. Perciò, il diametro della **colonna** in progetto risulta pari a **DE160**. La tabella seguente illustra i dettagli della verifica di calcolo della colonna fognaria più sfavorita:

Figura N°21: dettagli verifiche di calcolo della colonna più sfavorita

Verifica dell'intera colonna - Prospetto 11 UNI120560-2							
Verifica della tubazione della colonna							
Tipologia Sanitari	**n° Sanitari**	**Unità di scarico Unitaria**	**Unità di scarico Totale**	**Portata di calcolo colonna**	**Diametro calcolo colonna**	**Diametro progetto colonna**	**Portata valvola aerazione**
		[ ]	[ ]	[l/s]	[mm]	[mm]	[l/s]
Docce	6	6	36				
Lavabi	8	2	16				
Lavapiedi	0	2	0				
Bidet	6	4	24				
Vaso	6	8	48				
Piletta a pavimento	0	2	0				
Unità di scarico totali [ ] =			124	7,8	150	160	62

I collettori sono dimensionati utilizzando la relazione di Prandt-Colebrook:

$$V = -2 * \sqrt{2gDJ_E} * \log_{10}\left(\frac{k}{3{,}71D} + \frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDJ_E}}\right)$$

I valori utilizzati per k e ν, sono :

k Il valore utilizzato per la scabrezza idraulica è: $k = 0{,}001$ mt.
Le norme UNI, suggeriscono detto valore considerando una tubazione non nuova e quindi con delle possibili irregolarità dovute a depositi.

ν Per la viscosità cinematica del fluido, il valore consigliato dalle norme UNI e anche dall'A.T.V - Associazione Tecnica delle Fognature (*Abtrittsgrube Technische Vereinigung*), è di 1,31*10-6 m^2/sec.

Secondo quanto previsto dalla norma, si è valutata che la massima portata passante per i collettori, assumendo una pendenza minima dell'1%, risulta pari a 4,4 l/s. Perciò il diametro dei **collettori** di progetto risulta pari a **DE110**. Di seguito si mostrano i dettagli del calcolo:

Figura N°22: dettagli verifiche di calcolo delle fognature interne

1	**DATI DI PROGETTO**		
	Portata massina prevista	4,40	l/s
2	**VERIFICA IDRAULICA**		
2.0	**DATI DI INPUT**		
	Coefficiente di Strikler	$Ks(m^{1/3}/s)$ =	85
	Pendenza minima prevedibile condotta	i=	0,01
	Diametro interno di progetto condotta		0,1046
2.1	**PARAMETRI DI PORTATA MEDIA DEFLUIBILE**		
	Portata media di progetto	Q(l/s)=	4,40
	Coefficiente di forma della sezione	$f_u(y/r)$=	1,3532
	Parametro angolare di riempimento	ϕ=	3,57
	Chiusura funzione	$f_u(y/r)$=	1,3532
	Grado di riempimento	y/D=	**0,61**
	Livello	y(m)=	0,06
	Velocità media di deflusso	**v(m/s)=**	**0,81**
2.2	**PARAMETRI DI PORTATA MASSIMA DEFLUIBILE**		
	Livello	y(m)=	0,07322
	Grado di riempimento	y/D=	**0,70**
	Parametro angolare di riempimento	ϕ=	3,77
	Coefficiente di forma della sezione	$f_u(y/r)$=	1,5118
	Portata max defluibile	**Q_u(l/s)=**	**4,92**

Conformemente alla norma suddetta, il diametro del **tubo di ventilazione** risulta pari a **DE110** e la portata minima della valvola di scarico risulta pari a 70 l/s (dunque maggiore della portata calcolata alla pagina precedente, pari a 62 l/s).

Per le colonne passanti all'interno del corpo dell'edificio, è prescritto l'utilizzo delle seguenti tecniche per la riduzione del rumore:

- *Tubazione in polietilene "silenziato" per scarichi (tipo fonoassorbente).* Nei tratti all'interno del controsoffitto del piano terra, si realizzano gli scarichi del piano primo, e si devono utilizzare tubazioni di tipo pesante con un potere di riduzione del 40% circa.
- *Tubazione in polietilene "normale" per scarichi.* Nei tratti entro il pavimento del piano terra, si realizzano gli scarichi del piano terra.
- I due tipi di tubazione. La serie normale e pesante, dovranno essere della stessa marca e dello stesso materiale.
- *Fogli d'isolanti specifici.* Si può prevedere, in sede di realizzazione delle opere, che la tubazione sia avvolta in fogli isolanti che abbiano un potere di riduzione del 40% circa.
- *Chiusura del cavedio con materiale pesante.* Il cavedio o il vano contenente la colonna che

attraversa un locale non di servizio, deve essere opportunamente coibentato. Tutta la colonna, per tutto il suo percorso all'interno dell'edificio, prima di essere chiusa nel suo vano, deve essere opportunamente rivestita con un materassino di lana di roccia in accoppiamento ad un foglio avente la funzione di barriera al vapore. Per l'attraversamento di locali non di servizio, è indispensabile seguire le indicazioni riportate nelle figure seguenti.

Di seguito sono illustrati dei particolari costruttivi e degli accorgimenti atti a ridurre il rumore e a non creare brusche variazioni di pressione all'interno della colonna.

- *Cambiamenti di direzione.* Le colonne non devono **mai** cambiare direzione nel corpo dell'edificio se non quando s'immettono nel collettore.

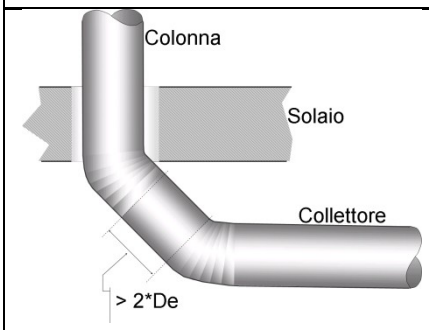
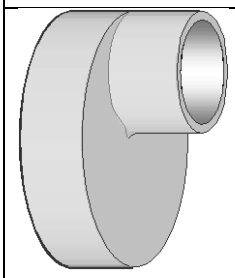
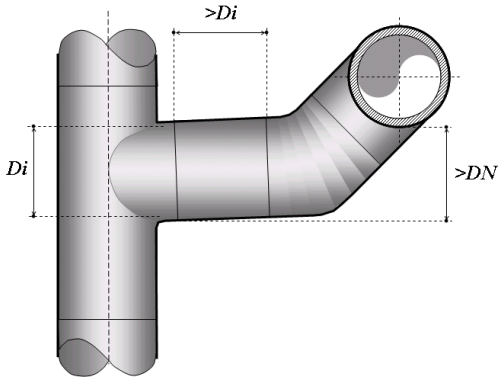
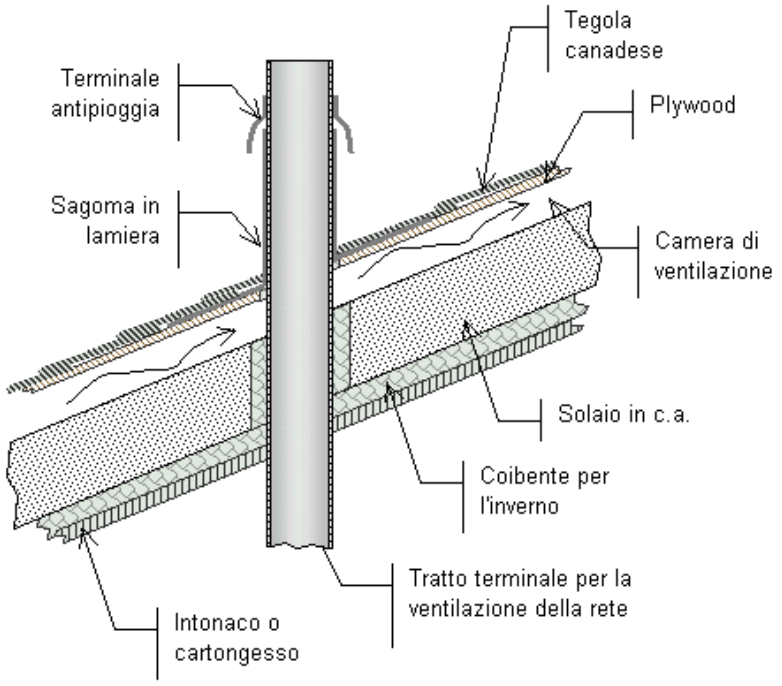
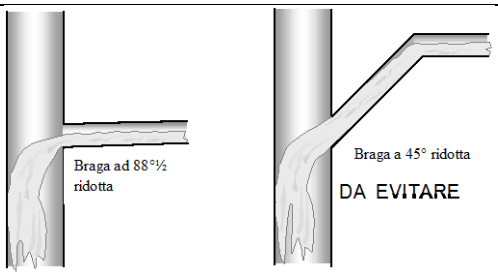
Figura N°23: particolari costruttivi – parte 1	
	*Raccordo tra colonne e collettore.* Le colonne di scarico, in particolare, si devono immettere nel collettore con **due semicurve a 45°** collegate da un tratto di tubazione non inferiore a 2*De , come illustrato nella figura a fianco.
	*Cambiamenti di sezione.* Per i cambiamenti di sezione delle tubazioni suborizzontali, devono essere utilizzate **riduzioni eccentriche**, così da tenere allineata la generatrice superiore delle tubazioni da collegare.
	*La braga.* La braga da utilizzare per l'immissione degli scarichi in colonna deve essere ad 88° circa. Nella sottostante figura è rappresentata una braga per l'allacciamento di un WC con scarico a parete. Per qualsiasi tipo d'apparecchio, è necessario che la braga abbia un tratto suborizzontale maggiore del diametro

Figura N°24: particolari costruttivi – parte 2

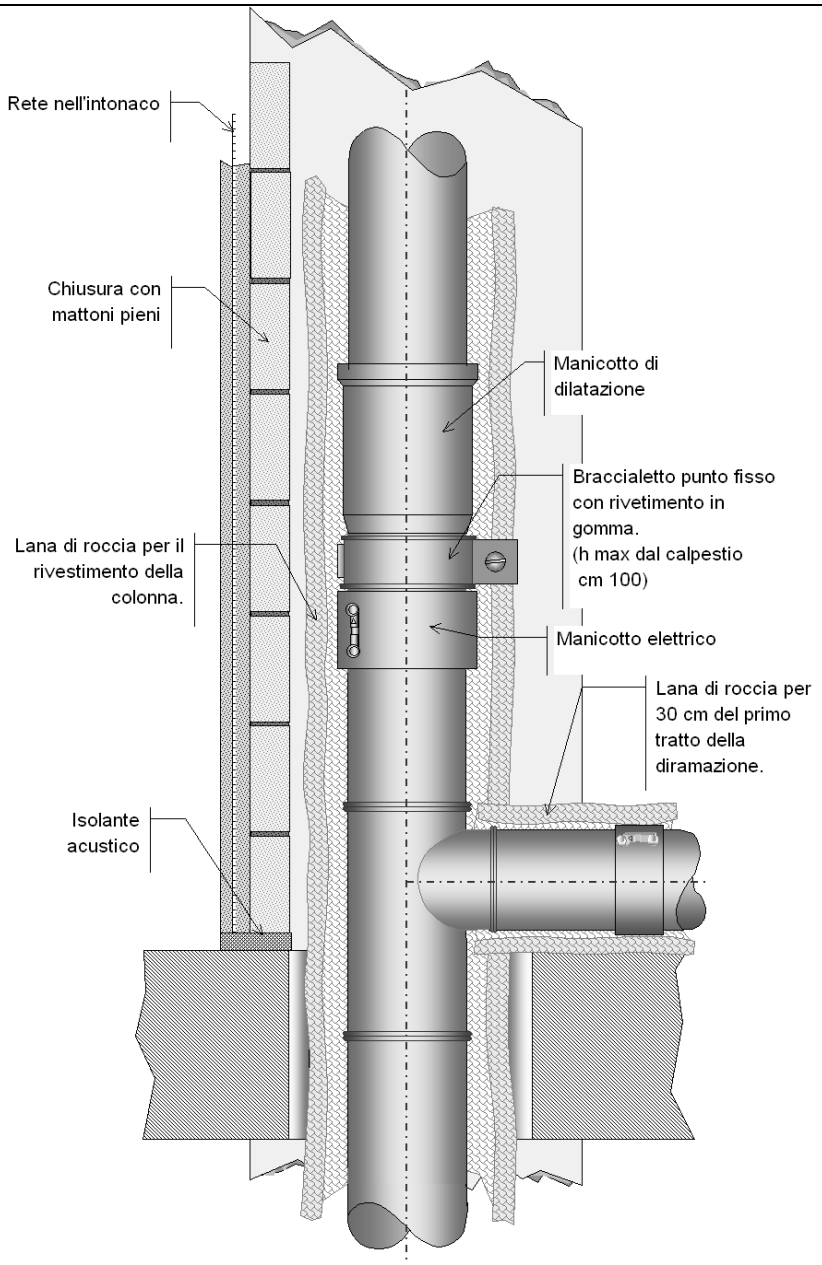


Tratto terminale del tubo d'aerazione. Il tratto terminale della colonna che costituisce il tubo d'aerazione, deve avere lo stesso diametro della colonna stessa, deve essere portato all'esterno e lasciato libero senza alcun cappelletto o mitra, come in figura 13.



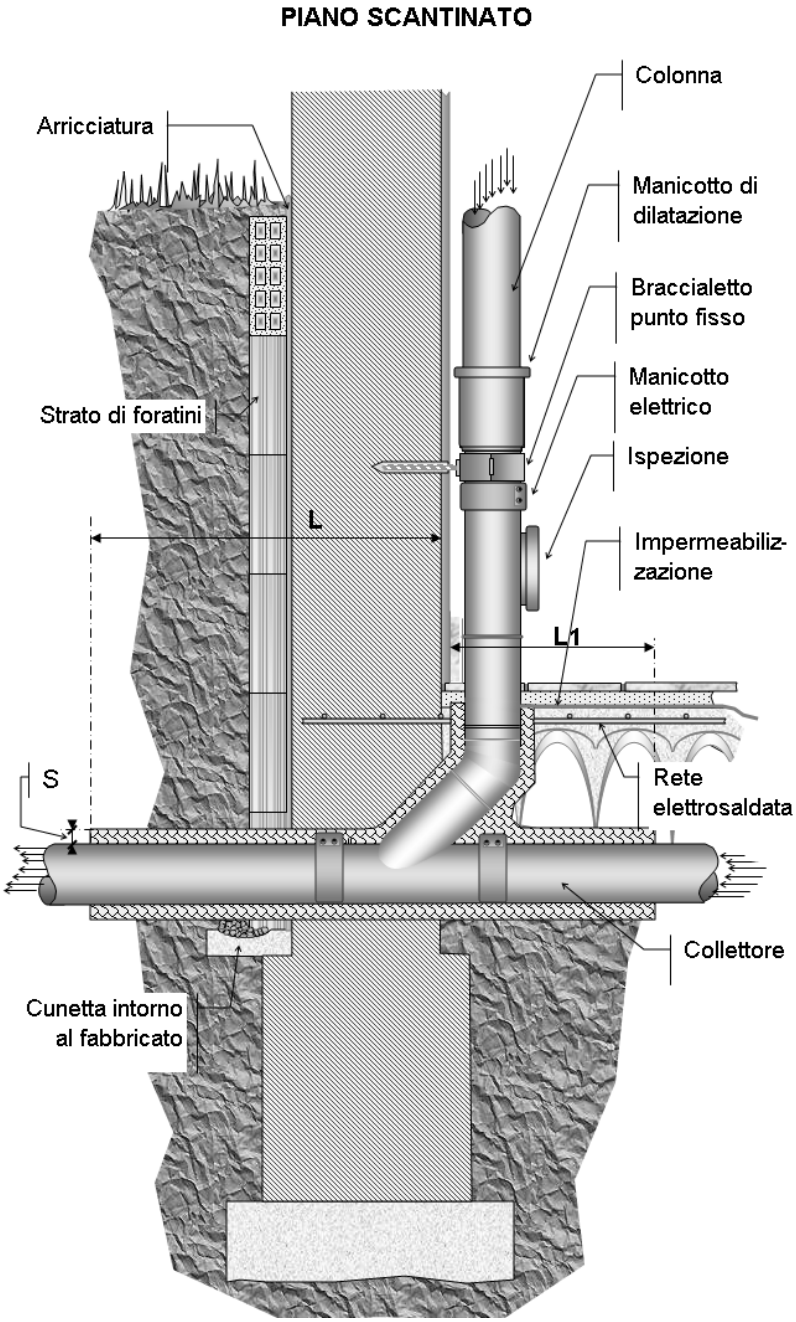
Braghe ridotte. Sono da evitare gli allacciamenti in colonna con braga ridotta a 45°

Figura N°25: particolari costruttivi – parte 3



Fuoriuscita della colonna dall'edificio. È indispensabile attenersi alle prescrizioni illustrate nella figura 15.

Figura N°26: particolari costruttivi – parte 4



Fuoriuscita della colonna dall'edificio. È indispensabile attenersi alle prescrizioni illustrate nella figura 15.

3.3. Progetto esecutivo degli impianti di aereazione dei bagni e delle cappe delle cucine

3.3.0 Premessa

Gli impianti di aerazione dei locali in oggetto, si illustrano di seguito:

a. Piano terra: n°3 cappe delle cucine, con aspirazione centralizzata a tetto;

b. Piano primo: n°8 bagni dotati di aspirazione a muro, ed aspirazione unica a tetto

3.3.1. Architettura dell'impianto

Le figure seguenti mostrano l'architettura del nuovo impianto di aspirazione, sia per il piano terra e sia per il piano primo:

Figura N°27: architettura impianto di aspirazione cappe cucina del piano terra

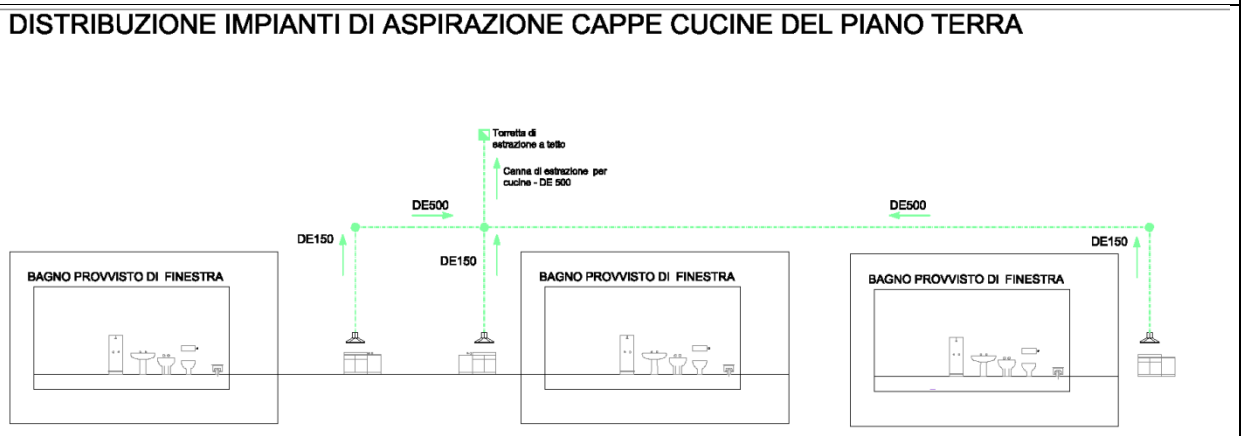
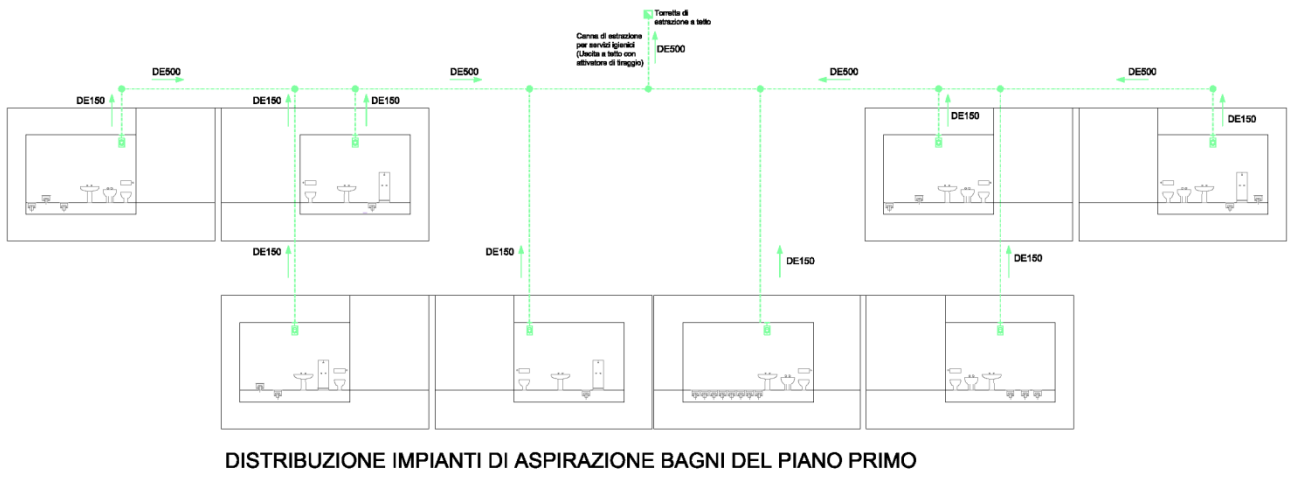


Figura N°28: architettura impianto di aspirazione bagni del piano primo



3.2. Dimensionamento e verifiche degli impianti

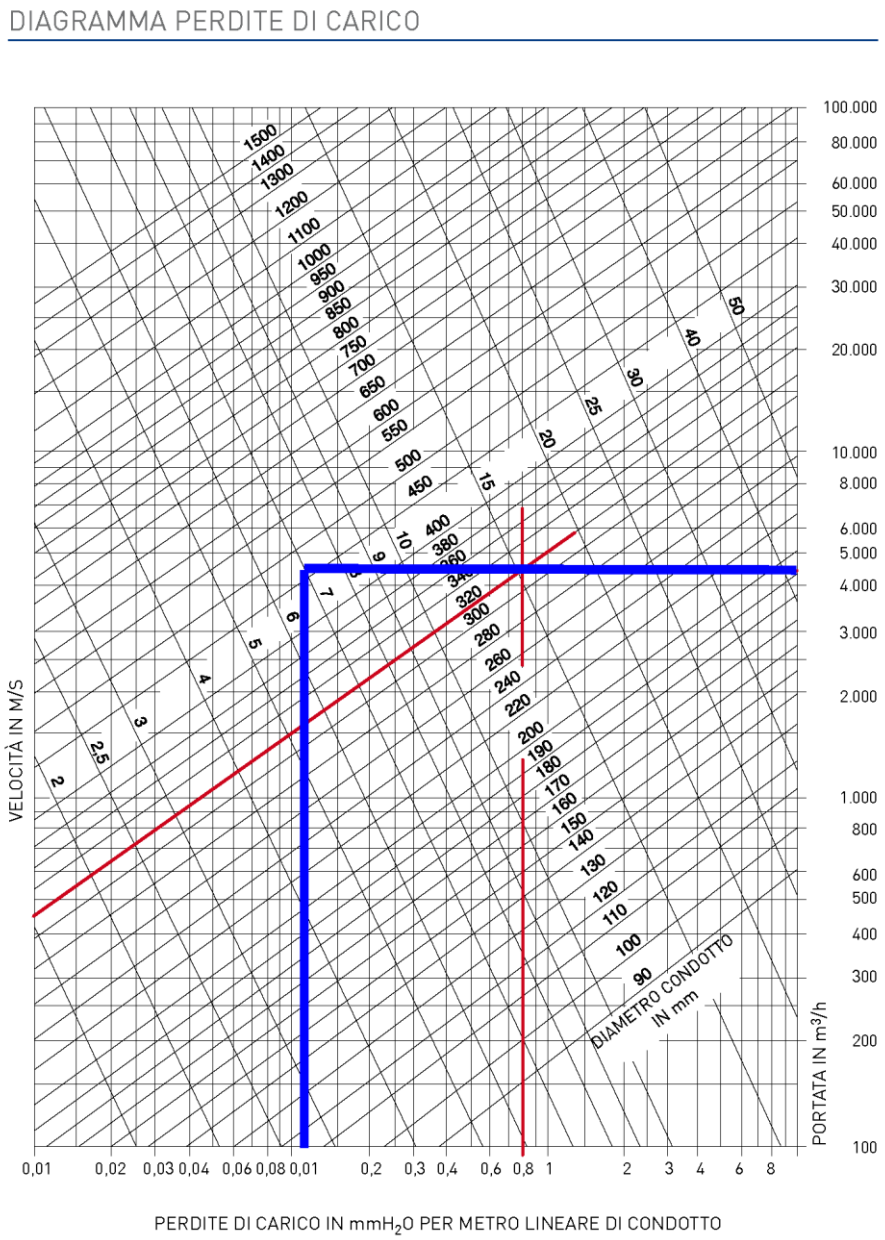
3.3.2.1 Aspirazione bagni del piano primo

Le verifiche degli impianti di aspirazione dei bagni del piano primo, sono state effettuate considerando i seguenti dati di progetto:

a. Portata massima di ognuno dei bagni, pari a 560 mc/h (calcolata in modo da garantire la piena efficacia del sistema di aspirazione, con un ricambio orario di 20 ricambi/ora);
b. Portata massima complessiva (per n°8 bagni) pari a 4500 mc/h;
c. Diametro interno del condotto pari a 450 mm;
d. Lunghezza massima (comprese le diramazioni) pari a 60 m (calcolata a favore di sicurezza).

Considerando il diagramma PERDITE di CARICO distribuite seguente (vedi linea blu):

Figura N°29: diagramma perdite di carico distribuite nelle tubazioni di aspirazione dei bagni



Si osserva che per una portata di 4.500 mc/h, nell'ipotesi di un condotto di diametro 450 mm, la perdita di carico risulta pari a 0,01 mm H_{2O} per ogni metro lineare. Di conseguenza la perdite di carico dell'intero condotto risulta pari a mt. 60 x 0,01 mmH_{2O} = 0,6 mmH_{2O} circa;

La velocità massima dell'aria all'interno del condotto, risulta pari a circa 7,5 m/s.

Si consideri la tabella delle PERDITE di CARICO concentrate seguente:

Figura N°30: tabella perdite di carico concentrate nelle tubazioni di aspirazione

TAB. C - PERDITE DI CARICO IN mmH_2O

M/SEC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	
mmH_2O	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	2,5	4,5	10	curva
mmH_2O	0,1	0,35	0,8	1,4	2	3	4	5,5	7	9	20	35	65	gomito

Dalla tabella C si rileva una perdita di carico di:

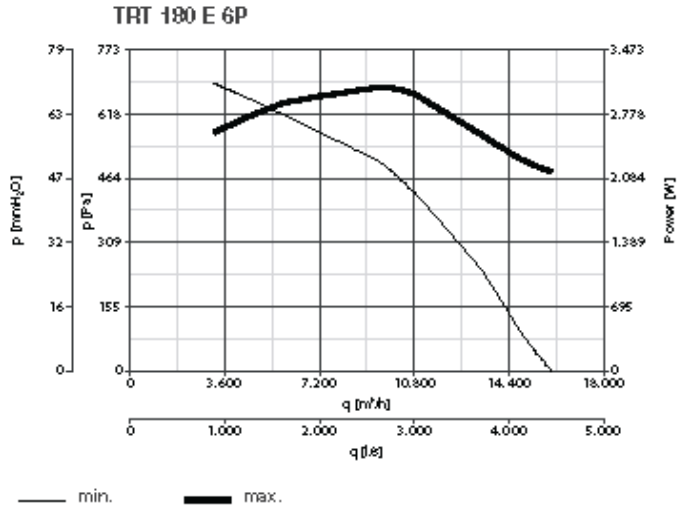
- 0,6 mmH_{2O} per ogni curva;
- 5,0 mmH_{2O} per ogni gomito;

Considerando a favore di sicurezza, un massimo di 40 curve e 8 gomiti, si ottiene che le perdite concentrate totali risultano pari a circa 64 mmH_{2O};

Di conseguenza la perdita di carico complessiva dell'impianto (in condizioni di massima contemporaneità) risulta pari a 65 mmH_{2O}.

Per la scelta del torrino di aspirazione, si è considerato un prodotto tipo Vortice -serie TRT 180 E 6P - il cui diagramma di prevalenza in funzione della portata è mostrato in figura:

Figura N°31: curva prestazionale torrino evacuazione aria cappe cucine



Si noti che il punto portata-prevalenza massima (4.500 mc/h-65 mmH_{2O}), risulta ben compreso nella curva prestazionale del torrino.

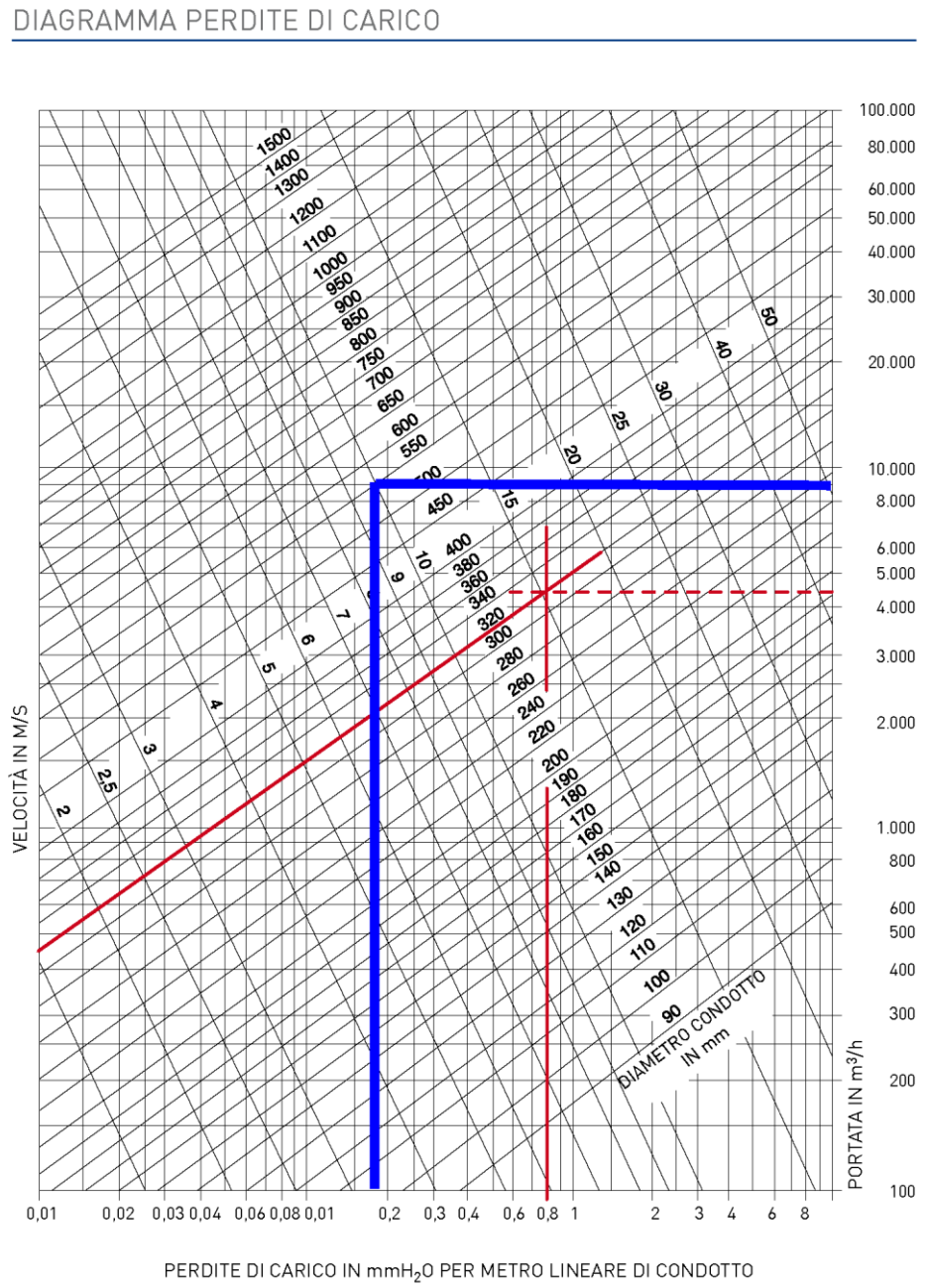
3.3.2.2 Cappe cucine del piano terra

Le verifiche degli impianti di aspirazione delle cappe delle cucine del piano terra, sono state effettuate considerando i seguenti dati di progetto:

a. Portata massima di ognuna delle cappe, pari a 3000 mc/h (calcolata in modo da garantire la piena efficacia del sistema di aspirazione, con un ricambio orario di 20 ricambi orari);
b. Portata massima complessiva pari a 9000 mc/h (n°3 cappe);
c. Diametro interno del condotto pari a 550 mm;
d. Lunghezza massima (comprese le diramazioni) pari a 50 m (calcolata a favore di sicurezza).

Considerando il diagramma PERDITE di CARICO distribuite seguente:

Figura N°32: diagramma perdite di carico distribuite nelle tubazioni di aspirazione



Si osserva che per una portata di 9.000 mc/h, nell'ipotesi di un condotto di diametro 550 mm, la perdita di carico risulta pari a 0,50 mm H_{2O} per ogni metro lineare. Di conseguenza la perdite di carico dell'intero condotto risulta pari a mt. 50 x 0,20 mmH_{2O} = 10 mmH_{2O};

La velocità massima dell'aria all'interno del condotto, risulta pari a circa 15 m/s.

Considerando la tabella PERDITE di CARICO concentrate seguente:

Figura N°33: tabella perdite di carico concentrate nelle tubazioni di aspirazione

TAB. C - PERDITE DI CARICO IN mmH_2O

M/SEC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	
mmH_2O	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	2,5	4,5	10	curva
mmH_2O	0,1	0,35	0,8	1,4	2	3	4	5,5	7	9	20	35	65	gomito

Dalla tabella C si rileva una perdita di carico di:

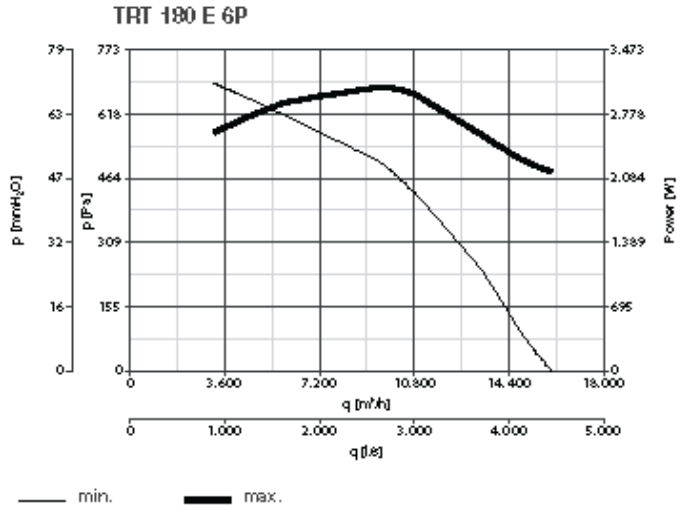
- 2,5 mmH_{2O} per ogni curva;
- 10 mmH_{2O} per ogni gomito;

Considerando a favore di sicurezza, un massimo di 4 curve e 3 gomiti, si ottiene che le perdite concentrate totali risultano pari a circa 40 mmH_{2O};

Di conseguenza la perdita di carico complessiva dell'impianto risulta pari a 50 mmH_{2O}.

Per la scelta del torrino di aspirazione, si è considerato un prodotto tipo Vortice - serie TRT 180 E 6P - il cui diagramma di prevalenza in funzione della portata è mostrato in figura:

Figura N°34: curva prestazionale torrino evacuazione aria cappe cucine



Si noti che il punto portata-prevalenza massima (9.000 mc/h-50 mmH_{2O}), risulta ben compreso nella curva prestazionale del torrino.

3.4. Progetto esecutivo degli impianti antincendio

3.4.0 Premessa

Gli impianti antincendio sono stati sviluppati, ampliando l'attuale impianto idrico antincendio, presente solo al piano primo, e risolvendo le problematiche riscontrate di pressione e portata misurata in corrispondenza dei due idranti esistenti nella tubazione di adduzione (vedi paragrafo 1 – punto 1.1).

3.4.1 Architettura dell'impianto

Nel presente progetto si è provveduto alla sostituzione dei naspi antincendio esistenti ed all'inserimento di una nuova tubazione antincendio che si allaccia allo stacco in corrispondenza del terrazzo esterno del piano primo, come mostrato nella figure seguenti:

Figura N°35: Architettura impianto antincendio piano terra

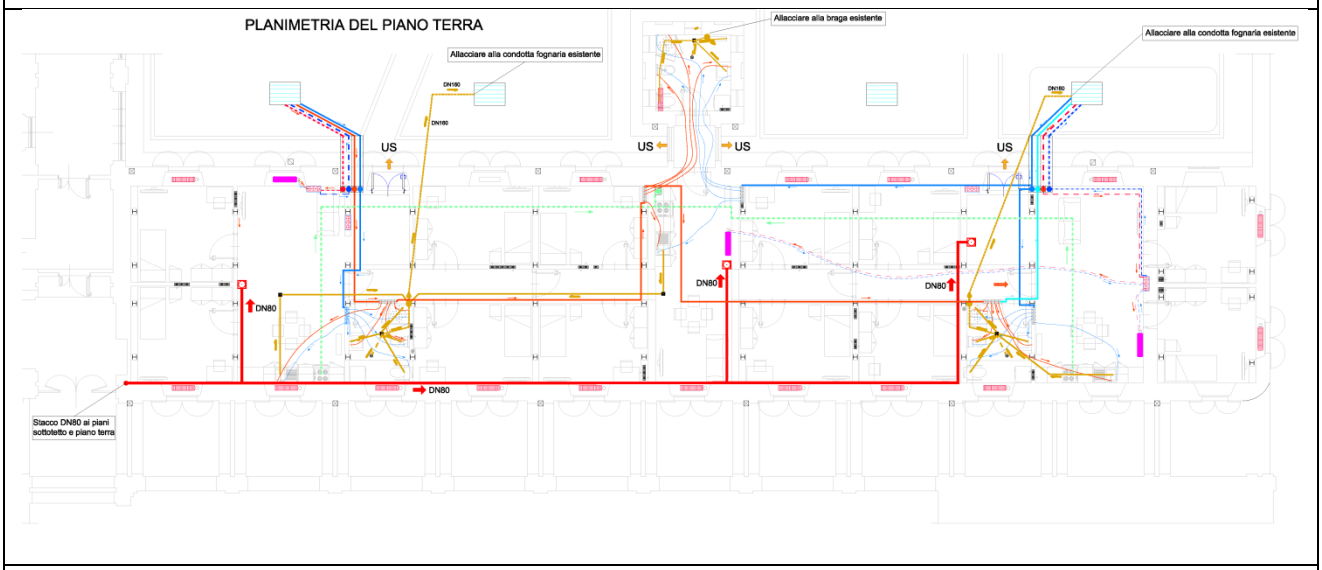
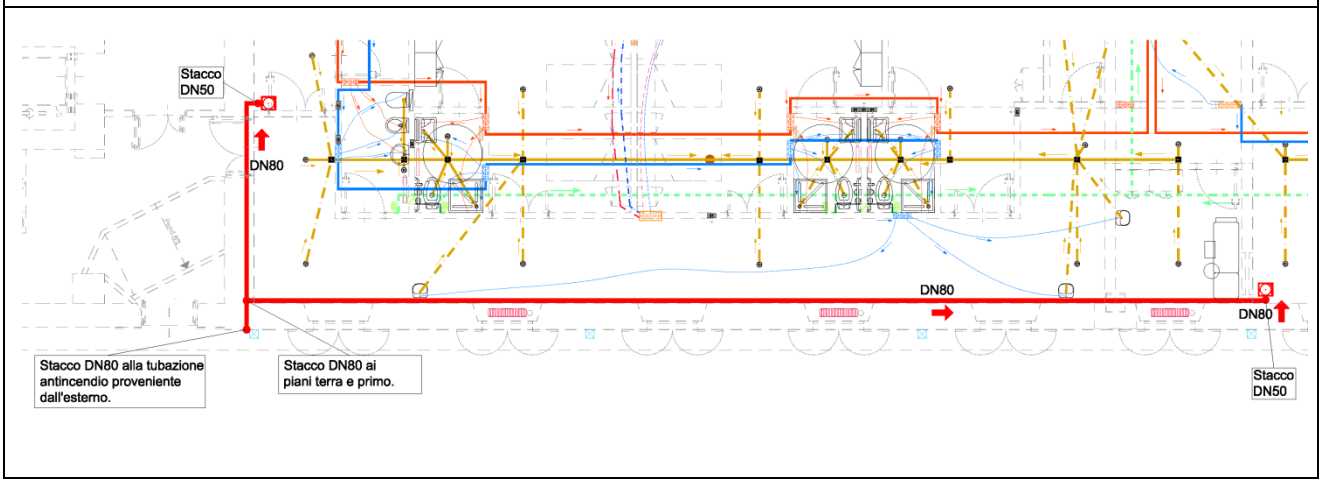
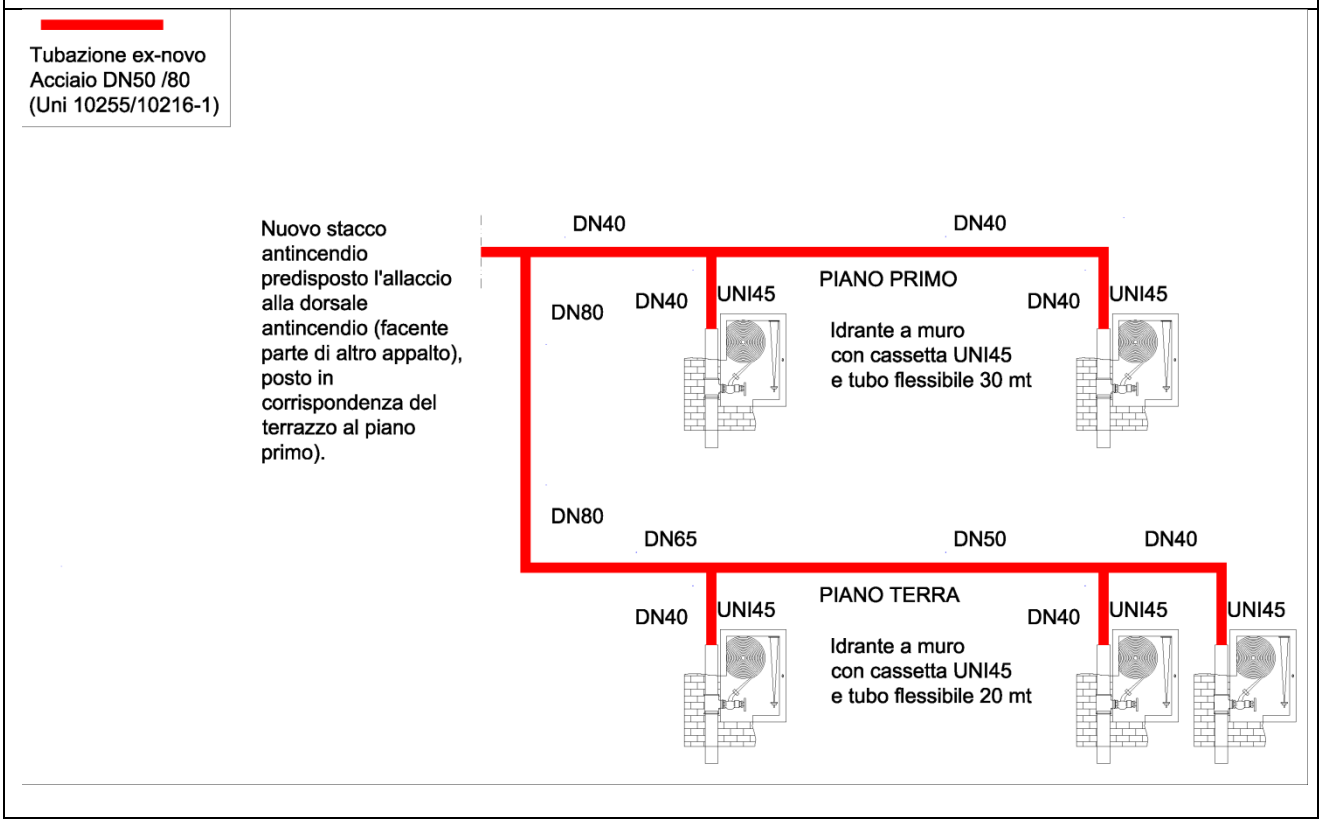


Figura N°36: Architettura impianto antincendio piano primo



Nella figura seguente, si mostra lo schema logico dell'impianto idrico antincendio:

Figura N°37: schema logico impianto idrico antincendio



L'impianto si compone di:

a. **Tubazioni antincendio ex-novo**, da installare all'interno dei locali, poste fino al relativo stacco predisposto all'esterno dei locali. Le tubazioni in progetto DN50/80, sono in acciaio della serie media, e devono essere conformi alla norma UNI EN 10255:2005;

b. **Idranti antincendio UNI45**, da installare ai tre piani (2 per ogni piano) dei locali da ristrutturare.

3.4.2. Dimensionamento e verifiche degli impianti

Le verifiche degli impianti antincendio, sono mostrate nella relazione della rete generale antincendio (non facente parte del presente appalto).

3.5. Verifiche di calcolo rispetto alle sollecitazioni sismiche

Per quanto riguarda lo studio delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/08 - § 7.2.3 e § 7.2.4 e s.m.i. riguardanti la verifica di elementi strutturali secondari e degli elementi non strutturali. La figura seguente mostra l'approccio adottato:

Figura N°38: verifiche NTC 2008

Il calcolo dell'azione sismica sugli elementi non strutturali, descritta all'interno delle NTC 2008 – Paragrafo 7.2.3, viene determinata attraverso la seguente formula:

$$F_a = (S_a \cdot W_a)/q_a$$

dove:

- F_a forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nelle direzione più sfavorevole
- W_a peso dell'elemento
- S_a accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrispondente alla stato limite in esame
- q_a fattore di struttura dell'elemento

L'accelerazione massima S_a è

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (T_a/T_1)^2} - 0.5\right] = \alpha \cdot S \cdot \left[\left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot A_a - 0.5\right]$$

oppure

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot A_a - 0.5\right]$$ avendo semplicemente imposto $$A_a = \frac{3}{1 + (1 - T_a/T_1)^2}$$

dove:

- α rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g
- S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche
- T_a periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale
- T_1 periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata
- Z quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione
- H altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione

Il coefficiente S relativo al suolo ed alla topografia si ottiene da

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica.

I dati per eseguire le verifiche, con riferimento ai tratti di tubazione in progetto e considerata la zonizzazione del sito, sono:

- Z = 15.00 m
- q = 2
- H = 21.00 m
- α = 0.078
- F_0 = 2.859
- T_1 = 0,736 s assunto a favore della sicurezza eguale a quello della struttura.

Con tali dati, si ha che l'accelerazione massima adimensionalizzata della tubazione risulta pari a:

$S_a = 0{,}274 > \alpha \times S = 0{,}094$

La forza sismica orizzontale agente sul centro di massa della tubazione nella direzione più sfavorevole, risulta pari a:

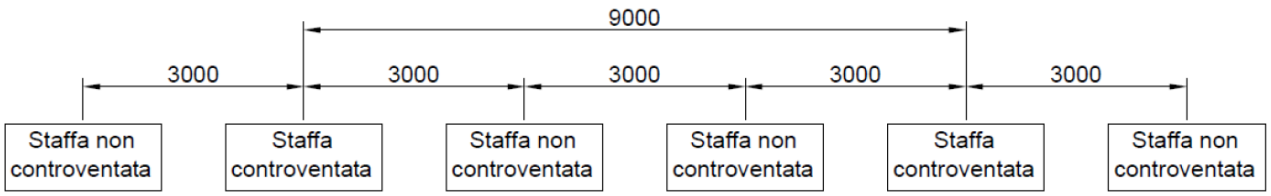
$F_a = S_a \times W/q = 0{,}137\ W$

Ove W è il peso proprio di ogni tratto di tubazione, che per una tubazione di acciaio di diametro pari a 4" (dato assunto a favore della sicurezza) risulta pari a circa 20 kg/m.

Sulla base dei dati e dei calcoli sopra riportati, la spinta orizzontale dovuta al sisma Fa per una tubazione di diametro pari a 4" in acciaio (situazione assunto a favore della sicurezza), e considerando un interasse di staffature pari a 3 m (ipotesi a favore della sicurezza, assunta senza tenere in conto dei compensatori naturali di dilatazione presenti lungo lo sviluppo della tubazione stessa)

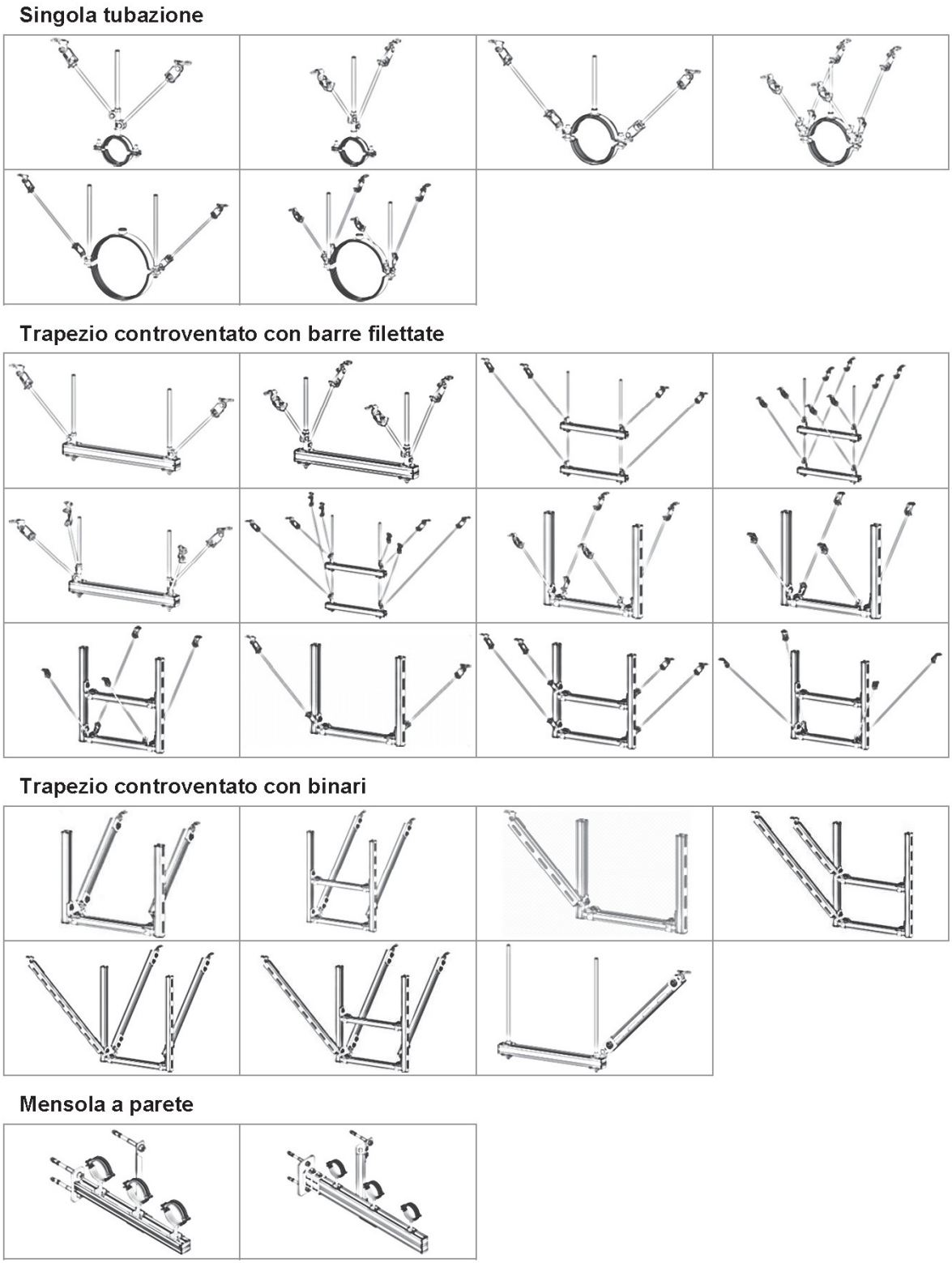
Lo studio delle staffe contempla solamente carichi statici gravitazionali e l'azione del sisma applicata come forza statica orizzontale (spinta trasversale e longitudinale). Non sono state prese in considerazione eventuali spinte o sollecitazioni derivanti dalla dilatazione delle tubazioni (calcolate nel paragrafo sopra), o da eventuali correnti d'aria. L'interasse di posa delle staffe resistenti ai soli carichi gravitazionali previsto è di 3 m, le staffe controventate che dovranno assorbire il carico sismico invece avranno passo 9 m, come da seguente schema.

Figura N°39: schema posizionamento staffe



La figura seguente mostra gli schemi applicativi delle staffature da applicare alle tubazioni:

Figura N°40: tipologia staffature



Per quanto riguarda tutti gli impianti (anche elettrici e di illuminazione), l'appaltatore dovrà garantire il rispetto della normativa sismica applicabile al momento della realizzazione, specificatamente nella fornitura e posa in opera degli impianti stessi.