

POLITECNICO DI TORINO

I Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Tesi di Laurea Magistrale

**Esame delle normative UNI ed UNI EN per il
dimensionamento della rete di distribuzione delle
acque negli edifici**



Relatore:

prof. Ilaria Butera

Candidato:

Luca Vinzio

2019

Indice

1. Introduzione	3
1.1 Presentazione del problema	3
1.2 Il quadro normativo	4
2. Norma europea	6
2.1 Generalità	6
2.2 Metodo semplificato	7
2.3 Pressurizzazione	12
3. Norma italiana	15
3.1 Generalità	15
3.2 Metodo dettagliato	16
3.3 Reti di ricircolo	25
4. Applicazione pratica	29
4.1 Edificio in esame	29
4.2 Applicazione del metodo dettagliato	32

4.3	Applicazione del metodo semplificato	47
5.	Conclusioni	49
A	Bibliografia e sitografia	52

1. Introduzione

1.1 Presentazione del problema

Si vogliono analizzare nel dettaglio e confrontare le normative europee ed italiane vigenti che regolano il dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua all'interno degli edifici.

Per fare ciò sono stati consultati i testi delle norme UNI ed UNI EN relative ad impianti di reti idrosanitarie forniti dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

Per una corretta procedura di dimensionamento il parametro più importante da stimare è la portata di progetto: le tubazioni e gli altri componenti di una rete di distribuzione vanno scelti in base alle portate massime contemporanee (portate di progetto), ovvero nelle condizioni di esercizio più gravose.

La portata di progetto di una distribuzione nel suo insieme o delle sue singole parti va calcolata considerando il numero totale delle utenze e per ciascuna di esse:

- caratteristiche dimensionali e funzionali;
- portata nominale, cioè la portata minima di cui deve poter disporre con una pressione dinamica a monte maggiore di 100 kPa;

- frequenza di utilizzo;
- durata del tempo di utilizzo nel periodo di punta.

Tali fattori non sono di semplice individuazione: le normative prese in esame di seguito mostrano i metodi convenzionalmente utilizzati.

1.2 Il quadro normativo

Il riferimento normativo in Europa è la norma UNI EN 806:2008 *Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano*.

Questa si compone di cinque parti:

- 806-1 *Generalità*;
- 806-2 *Progettazione*;
- 806-3 *Dimensionamento delle tubazioni*;
- 806-4 *Installazione*;
- 806-5 *Esercizio e manutenzione*.

La norma definisce i requisiti e le raccomandazioni su progettazione, installazione, modifica, prove, manutenzione e funzionamento degli impianti per acqua potabile all'interno di edifici e delle tubazioni esterne agli edifici ma interne agli immobili.

La parte terza di tale norma descrive un metodo di calcolo semplificato per il dimensionamento delle tubazioni per gli impianti di acqua potabile.

Per quanto riguarda la normativa italiana, il riferimento è la norma UNI 9182:2014 *Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo*, da utilizzare unitamente alla UNI EN 806.

La norma definisce criteri e parametri che vanno considerati per il dimensionamento di reti di distribuzione dell'acqua destinata al consumo umano, criteri per il dimensionamento di

impianti di produzione, distribuzione e ricircolo dell'acqua calda, criteri per la messa in esercizio degli impianti e utilizzi dell'acqua non potabile e limiti per il suo impiego. Essa fornisce anche indicazioni per installazione e collaudo di tali impianti e si applica ad impianti di nuova costruzione o a modifiche e riparazioni di quelli già esistenti.

Secondo il testo di questa norma sono possibili due metodi per il dimensionamento delle tubazioni:

- metodo semplificato: è un rimando all'uso del metodo descritto nella norma europea UNI EN 806-3;
- metodo dettagliato: è un metodo che prevede un calcolo più specifico.

Metodi diversi comportano differenze nella determinazione delle portate di progetto e, di conseguenza, nella scelta dei componenti idrosanitari.

2. Norma europea

2.1 Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni è basato su tipologia dell'impianto, condizioni di pressione e velocità di flusso.

Tipologia degli impianti

Si distinguono impianti normalizzati e impianti particolari. Un impianto si può definire normalizzato quando:

- le portate ai punti di prelievo non superano quelle definite nella Tabella 2.2.1;
- la domanda di portata dell'impianto non è superiore a quella descritta dalla curva di contemporaneità nella Figura 2.2.1 (utilizzo simultaneo tradizionale);
- non è destinato ad un impiego continuo d'acqua (superiore ai 15 minuti).

Gli altri impianti sono definiti particolari (in uno stesso edificio possono coesistere impianti normalizzati e particolari).

Il metodo semplificato di dimensionamento illustrato in seguito si applica solo per impianti normalizzati (tipologia di utenza assimilabile a classici edifici residenziali). Le tubazioni per impianti particolari devono invece essere dimensionate tramite metodi di calcolo specifici approvati a livello nazionale (per l'Italia vale la UNI 9182).

Condizioni di pressione

Il valore massimo di pressione statica p_R ammesso in un punto di prelievo è di 500 kPa (eccetto per rubinetti da giardino o garage, per cui si possono raggiungere i 1000 kPa), mentre la pressione dinamica p_{Fl} (in condizione di flusso) deve essere superiore ad un minimo di 100 kPa.

Facendo la differenza tra la pressione statica al punto di prelievo più basso e la pressione dinamica al punto di prelievo idraulicamente più sfavorito, e sottraendo le perdite di carico (continue e concentrate), si può calcolare la massima quota in elevazione raggiungibile all'interno di una sezione.

Velocità massime di flusso

I valori riportati nella Tabella 2.2.2 si basano sui seguenti limiti imposti sulle velocità di flusso all'interno delle tubazioni:

- tubi collettori, colonne portanti, tubi di servizio al piano: $v_{max} = 2,0$ m/s;
- tubi di collegamento ad un accessorio (tratti terminali): $v_{max} = 4,0$ m/s.

Le regolamentazioni nazionali possono richiedere velocità di flusso minori per evitare rumori e colpi d'ariete.

2.2 Metodo semplificato

Il presente metodo può essere utilizzato per tutte le tipologie di edifici che non abbiano dimensioni nettamente superiori alla media, per impianti normalizzati. Nel caso di edifici nei quali solo parti del progetto sono da considerarsi impianti particolari, le parti che rispettano i requisiti per impianti normalizzati si possono comunque dimensionare con il metodo semplificato.

Il metodo si utilizza senza distinzioni per tubazioni d'acqua fredda e d'acqua calda, ma non per le tubazioni di ritorno per acqua calda: queste ultime devono soddisfare altri requisiti idraulici (la velocità di flusso nella tubazione di ritorno per acqua calda va calcolata seguendo le raccomandazioni del fabbricante o nazionali).

Unità di carico

Il metodo prevede l'individuazione degli apparecchi sanitari da alimentare per ogni tratto di tubazione da dimensionare. A ciascun tipo di apparecchio viene associata una portata unitaria espressa anche come unità di carico (1 UC equivale alla portata di prelievo Q_A di 0,1 l/s). Si può quindi calcolare la portata totale Q_T dalla somma delle portate unitarie dei singoli apparecchi.

Tabella 2.2.1 – Portate di prelievo, portate minime e unità di carico per punti di prelievo.

Punti di prelievo	Q_A	Q_{min}	Unità di carico
	l/s	l/s	
Lavello, lavabo, bidè, cassetta WC	0,1	0,1	1
Lavello cucina, lavatrice domestica, lavastoviglie, lavabo, doccia	0,2	0,15	2
Orinatoio	0,3	0,15	3
Vasca da bagno domestica	0,4	0,3	4

Rubinetti giardino/garage	0,5	0,4	5
Lavello cucina non domestica DN 20, vasca da bagno non domestica	0,8	0,8	8
Scarico DN 20	1,5	1,0	15

I valori contenuti nella Tabella 2.2.1 non corrispondono a quelli contenuti nelle norme di prodotto e sono utilizzati esclusivamente per il dimensionamento delle tubazioni (Q_{min} indica la portata necessaria per il funzionamento dell'apparecchiatura domestica).

La portata di progetto Q_D viene stimata dalla curva di contemporaneità nella Figura 2.2.1, in funzione della portata totale Q_T :

- si trova sull'asse delle ascisse il valore totale di UC (somma delle UC di tutti gli apparecchi);
- tracciando una linea verticale si incrocia la curva di contemporaneità, scegliendo la curva contraddistinta dal singolo valore di UC più alto tra gli apparecchi considerati;
- dal punto così trovato si traccia una linea orizzontale e si individua il valore di portata di progetto.

Se coperti da approvazione nazionale, si possono utilizzare ulteriori grafici (ad esempio per tipi di edifici diversi).

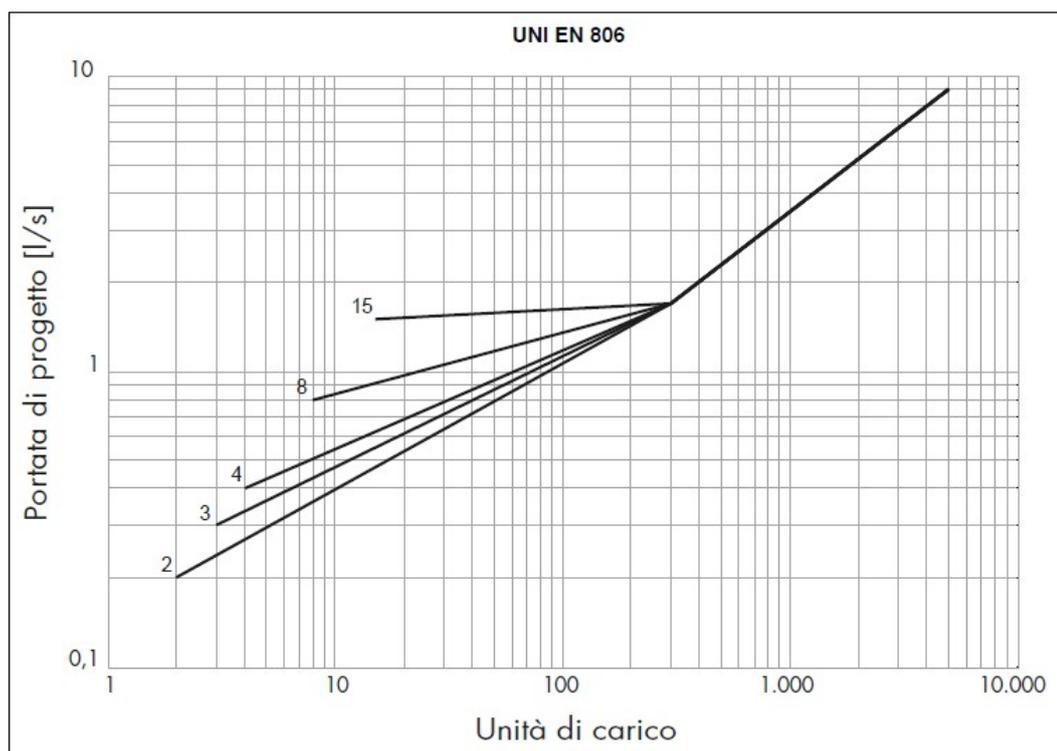


Figura 2.2.1 – Portata di progetto per impianti normalizzati.

Applicazione del metodo semplificato

A partire dall'ultimo punto di prelievo, si determinano le unità di carico per ogni sezione dell'impianto. Si sommano quindi le unità di carico ottenendo la portata totale in ogni tratto.

A questo punto si ricorre alla Tabella 2.2.2 che fornisce la dimensione della tubazione da utilizzare in funzione del materiale scelto dal progettista (la probabilità di contemporaneità di funzionamento viene già presa in considerazione come mostrato in Figura 2.2.1).

Tabella 2.2.2 – Unità di carico per la determinazione dei diametri della tubazione.

Prospetto 1 - Acciaio zincato per immersione a caldo								
Carico massimo	UC	6	16	40	160	300	600	1600
Valore più alto	UC	4	15					
DN		15	20	25	32	40	50	65
d_i	mm	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8
Lunghezza massima della tubazione	m	10	6					

Prospetto 2 - Rame														
Carico massimo	UC	1	2	3	3	4	6	10	20	50	165	430	1050	2100
Valore più alto	UC			2			4	5	8					
$d_a \times s$	mm	12 × 1,0			15 × 1,0			18 × 1,0	22 × 1,0	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2	76,1 × 2
d_i	mm	10,0			13,0			16,0	20,0	25	32	39	50	72,1
Lunghezza massima della tubazione	m	20	7	5	15	9	7							
Prospetto 3 - Acciaio inossidabile														
Carico massimo	UC	3	4	6	10	20	50	165	430	1050	2100			
Valore più alto	UC			4	5	8								
$d_a \times s$	mm	15 × 1,0			18 × 1,0		22 × 1,0	28 × 1,2	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 1,5	76,1 × 2		
d_i	mm	13,0			16,0	19,6	25,6	32	39	51	72,1			
Lunghezza massima della tubazione	m	15	9	7										
Prospetto 4 - PE-X														
Carico massimo	UC	1	2	3	4	5	8	16	35	100	350	700		
Valore più alto	UC					4	5	8						
$d_a \times s$	mm	12 × 1,7		16 × 2,2			20 × 2,8	25 × 3,5	32 × 4,4	40 × 5,5	50 × 6,9	63 × 8,6		
d_i	mm	8,4		11,6			14,4	18,0	23,2	29	36,2	45,6		
Lunghezza massima della tubazione	m	13	4	9	5	4								
Prospetto 5 - PB														
Carico massimo	UC	1	2	3	3	4	6	13	25	55	180	500	1100	
Valore più alto	UC			2			4	5	8					

$d_a \times s$	mm	12 × 1,3			16 × 1,5			20 × 1,9	25 × 2,3	32 × 3	40 × 3,7	50 × 4,6	63 × 5,8
d_i	mm	9,4			13,0			16,2	20,4	26	32,6	40,8	51,4
Lunghezza massima della tubazione	m	20	7	5	15	9	7						
Prospetto 6 - PP													
Carico massimo	UC	1	2	3	3	4	6	13	30	70	200	540	970
Valore più alto	UC			2			4	5	8				
$d_a \times s$	mm	16 × 2,7			20 × 3,4			25 × 4,2	32 × 5,4	40 × 6,7	50 × 8,4	63 × 10,5	75 × 12,5
d_i	mm	10,6			13,2			16,6	21,2	26,6	33,2	42	50
Lunghezza massima della tubazione	m	20	12	8	15	9	7						
Prospetto 7 - PVC-C													
Carico massimo	UC	3	4	5	10	20	45	160	420	900			
Valore più alto	UC			4	5	8							
$d_a \times s$	mm	16 × 2,0			20 × 2,3			25 × 2,8	32 × 3,6	40 × 4,5	50 × 5,6	63 × 6,9	
d_i	mm	12,0			15,4			19,4	24,8	31	38,8	49,2	
Lunghezza massima della tubazione	m	10	6	5									
Prospetto 8 - Rispettivamente PEX/AL/PE-HD PE-MD/AL/PE-HD													
Carico massimo	UC	3	4	5	6	10	20	55	180	540	1300		
Valore più alto	UC			4	5	5	8						
$d_a \times s$	mm	16 × 2,25 / 16 × 2,0			18 × 2	20 × 2,5	26 × 3	32 × 3	40 × 3,5	50 × 4	63 × 4,5		
d_i	mm	11,5/12,0			14	15	20	26	33	42	54		
Lunghezza massima della tubazione	m	9	5	4									

Per quello che riguarda i materiali non menzionati nei prospetti della Tabella 2.2.2 bisogna scegliere il prospetto con materiale più simile e la colonna con diametro uguale o più simile (d_i , d_a ed s indicano rispettivamente diametro interno, diametro esterno e spessore parete della tubazione).

2.3 Pressurizzazione

Quando la pressione di servizio in condizioni di esercizio non è sufficiente a fornire la pressione richiesta in un punto di prelievo si possono installare sistemi di pressurizzazione.

Un sistema di sopraelevazione della pressione diventa necessario nel momento in cui la pressione di servizio normale più bassa (SPLN) è inferiore al valore ricavato sommando:

- perdita di pressione dovuta al dislivello geodetico;
- pressione dinamica nel punto di prelievo più sfavorevole ($p_{min Fl}$);
- somma delle perdite di carico distribuite nelle tubazioni e concentrate;
- resistenza del contatore d'acqua;
- resistenze di apparecchiature aggiuntive come filtri o dosatori.

In tal caso la differenza ottenuta tra la somma delle grandezze elencate e la SPLN determina la pressione del sistema di sopraelevazione (il calcolo presuppone che siano noti i dati per gli elementi, per esempio i materiali e le dimensioni nominali dei tubi).

L'uso di pompe andrebbe ridotto al minimo facendo il massimo utilizzo della pressione fornita dall'acquedotto, ad esempio utilizzando quest'ultima per servire i piani inferiori degli edifici e ricorrendo al pompaggio per servire i piani che non possono essere serviti continuativamente con la pressione minima di alimentazione. Nel caso in cui si debbano installare zone a pressione diversa, ci sono più possibilità di progettazione alternative:

- sistemi di sopraelevazione della pressione multipli permettendo l'assegnazione ad ogni zona di pressione di una pompa dedicata;
- sistema di sopraelevazione della pressione unico con una valvola di riduzione della pressione centrale per ogni zona di pressione;
- sistema di sopraelevazione della pressione unico con più valvole di riduzione della pressione alle diramazioni per i piani inferiori.

Bisogna installare una valvola di riduzione della pressione anche quando la pressione di servizio o la pressione di esercizio sul lato di mandata di una pompa di pressurizzazione supera la pressione massima di progettazione (PMA) di apparecchiature, valvole e altri componenti.

3. Norma italiana

3.1 Generalità

La UNI 9182 prescrive di far riferimento alla UNI EN 806-3 per il metodo semplificato di dimensionamento delle tubazioni. In alternativa viene proposto il metodo dettagliato qui descritto.

Ogni utenza deve poter disporre della portata di progetto, anche nelle condizioni di esercizio più gravose.

Le condizioni più gravose si verificano, all'interno dei limiti di pressione ammissibili, in corrispondenza della portata massima contemporanea. I valori di portata massima contemporanea vengono utilizzati per dimensionare tubazioni ed altri componenti di una rete di distribuzione (a prescindere dalla presenza di un sistema di sopraelevazione della pressione).

Come per la norma europea, il metodo più recente per il calcolo della portata massima contemporanea è quello delle unità di carico (UC): ad ogni punto di prelievo corrisponde un certo valore di unità di carico e sperimentalmente è stato definito il rapporto fra unità di carico

e portate d'acqua per i due tipi principali di distribuzione (vasi dotati di cassetta e vasi dotati di rubinetto a passo rapido o flussometro).

3.2 Metodo dettagliato

La procedura di calcolo per il dimensionamento delle reti di acqua fredda e calda indicata dalla UNI 9182 prevede le seguenti operazioni preliminari:

- si raccolgono dalle Autorità competenti, dai committenti e dagli utenti le informazioni generali e particolari che influiscono sul calcolo della rete;
- si disegna lo schema generale in elevazione dell'impianto segnando le varie diramazioni e gli apparecchi utilizzatori;
- si indicano sullo schema generale le quote degli apparecchi utilizzatori riferite al punto di alimentazione, che viene assunto come quota di riferimento;
- si indica per ogni punto di prelievo il valore delle UC sia per acqua fredda che per acqua calda e si effettua la somma delle UC sezione per sezione procedendo a ritroso fino al punto di alimentazione;
- si converte il valore delle UC in portate di progetto in l/s e si sommano queste portate a quelle di eventuali utenze di tipo continuo (ad esempio raffreddamenti, condizionatori dell'aria, innaffiamenti e irrigazioni).

Successivamente si determinano i diametri delle tubazioni in base ai massimi valori di velocità ammessi (come da UNI EN 806-3):

- distribuzione primaria, colonne montanti, tubi di distribuzione al piano: $v_{max} = 2,0$ m/s;
- linea di adduzione all'utenza singola: $v_{max} = 4,0$ m/s.

Nello specifico vanno calcolati i diametri interni di passaggio ricorrendo all'equazione di continuità

$$Q = A \times v \quad (3.1)$$

dove:

- Q è la portata volumetrica in m^3/s ;
- A è la sezione interna di passaggio in m^2 ;
- v è la velocità in m/s .

Nella pratica il diametro interno minimo va arrotondato al DN maggiore.

Si calcolano le perdite di carico dal punto di alimentazione all'apparecchio utilizzatore più sfavorito, considerando anche la temperatura dell'acqua, e si verifica che la sommatoria di tali perdite, della differenza di quota e della pressione dinamica dell'utilizzatore più sfavorito sia uguale o inferiore al valore più basso di pressione disponibile al punto di alimentazione. Se ciò non avviene si provvede a maggiorare i diametri o ad incrementare la pressione disponibile tramite sistemi di sopraelevazione (bisogna comunque verificare che la pressione statica massima a monte dell'utilizzatore più sfavorito sia inferiore a 500 kPa).

Unità di carico

Si riportano i prospetti delle unità di carico per punto di erogazione. A differenza della norma europea, i valori sono diversi a seconda della tipologia di utenza: abitazioni private (Tabella 3.2.1) o edifici ad uso pubblico e collettivo (Tabella 3.2.2).

Tabella 3.2.1 – UC per le utenze delle abitazioni private.

Apparecchio	Alimentazione	Unità di carico		
		Acqua fredda	Acqua calda	Totale acqua calda + acqua fredda
Lavabo	Gruppo miscelatore	0,75	0,75	1,00
Bidet	Gruppo miscelatore	0,75	0,75	1,00
Vasca	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00

Doccia	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Vaso	Cassetta	3,00	-	3,00
Vaso	Passo rapido o flussometro	6,00	-	6,00
Lavello cucina	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Lavabiancheria	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Lavastoviglie	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Pilozzo	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Idrantino Ø 3/8"	Solo acqua fredda	1,00	-	1,00
Idrantino Ø 1/2"	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Idrantino Ø 3/4"	Solo acqua fredda	3,00	-	3,00
Idrantino Ø 1"	Solo acqua fredda	6,00	-	6,00

I valori contenuti nella colonna “totale” vanno impiegati per determinare le unità di carico complessive e la corrispondente portata di progetto a monte del sistema di preparazione di acqua calda.

Tabella 3.2.2 – UC per le utenze degli edifici ad uso pubblico e collettivo.

Apparecchio	Alimentazione	Unità di carico		
		Acqua fredda	Acqua calda	Totale acqua calda + acqua fredda
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Bidet	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Vasca	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Doccia	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Vaso	Cassetta	5,00	-	5,00
Vaso	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Orinatoio	Rubinetto a vela	0,75	-	0,75
Orinatoio	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Lavello	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00

Lavatoio di cucina	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Pilozzo	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00
Vuotatoio	Cassetta	5,00	-	5,00
Vuotatoio	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Lavabo a canale (per ogni posto)	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Lavapiedi	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Lavapadelle	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00
Lavabo clinico	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Beverino	Rubinetto a molla	0,75	-	0,75
Doccia di emergenza	Comando a pressione	3,00	-	3,00
Idrantino Ø 3/8"	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Idrantino Ø 1/2"	Solo acqua fredda	4,00	-	4,00
Idrantino Ø 3/4"	Solo acqua fredda	6,00	-	6,00
Idrantino Ø 1"	Solo acqua fredda	10,00	-	10,00

Per i tratti di allacciamento agli apparecchi singoli occorre comunque rispettare i valori di portata minima previsti dalla Tabella 3.2.3 (per un dimensionamento corretto, in modo da garantire un regolare funzionamento dell'apparecchio, bisogna utilizzare i valori indicati dal fabbricante).

Tabella 3.2.3 – Portate minime e pressioni dinamiche per punto di erogazione.

Apparecchio	Portata minima (l/s)	Pressione minima di utilizzo (kPa)
Lavabi	0,1	100
Bidet	0,1	100
Vasi a cassetta	0,1	100
Vasi con passo rapido o flussometro	1,0	100

Vasca da bagno	0,3	100
Doccia	0,15	100
Lavello da cucina	0,15	100
Lavabiancheria	0,15	100
Orinatoio	0,15	100
Idrantino/Rubinetto da giardino	0,4	100

La portata di progetto si individua con il procedimento seguente:

- in base al tipo di utenza si decide se utilizzare il diagramma relativo ad utenze di abitazioni private ed edifici collettivi (Figura 3.2.1) come alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili, oppure quello riferito ad utenze di edifici adibiti per uffici e simili (Figura 3.2.2);
- si trova sull'asse delle ascisse il valore totale di UC;
- tracciando una linea verticale si incrocia la curva di contemporaneità. Nel caso della norma italiana sono presenti due curve a seconda che l'impianto abbia in dotazione vasi a cassetta o a passo rapido;
- dal punto così trovato si traccia una linea orizzontale e si individua il valore di portata di progetto.

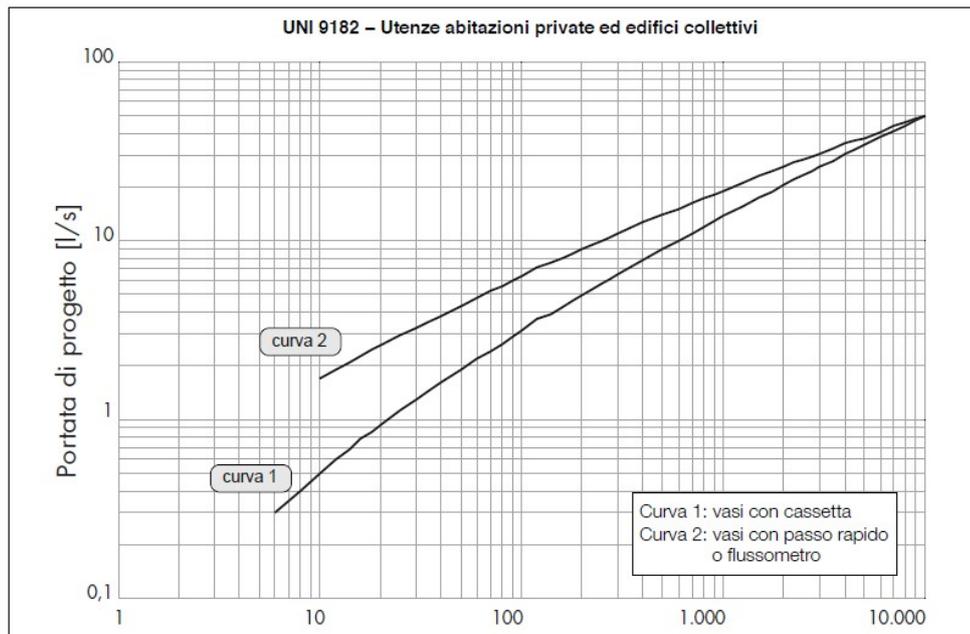


Figura 3.2.1 – Portata di progetto per abitazioni private ed edifici collettivi.

La norma italiana affianca al grafico una tabella con i valori per la determinazione della portata massima contemporanea (Tabella 3.2.4 e Tabella 3.2.5).

Tabella 3.2.4 – Portate per UC delle abitazioni private e degli edifici collettivi.

Vasi con cassette					
Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata
UC	l/s	UC	l/s	UC	l/s
6	0,30	120	3,65	1250	15,50
8	0,40	140	3,90	1500	17,50
10	0,50	160	4,25	1750	18,80
12	0,60	180	4,60	2000	20,50
14	0,68	200	4,95	2250	22,00
16	0,78	225	5,35	2500	23,50
18	0,85	250	5,75	2750	24,50
20	0,93	275	6,10	3000	26,00
25	1,13	300	6,45	3500	28,00
30	1,30	400	7,80	4000	30,50

35	1,46	500	9,00	4500	32,50
40	1,62	600	10,00	5000	34,50
50	1,90	700	11,00	6000	38,00
60	2,20	800	11,90	7000	41,00
70	2,40	900	12,90	8000	44,00
80	2,65	1000	13,80	9000	47,00
90	2,90			10000	50,00
100	3,15				
Vasi con passo rapido o flussometro					
Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s
10	1,70	120	7,15	1250	21,00
12	1,90	140	7,50	1500	23,00
14	2,10	160	8,00	1750	24,50
16	2,27	180	8,50	2000	26,00
18	2,45	200	9,00	2250	27,50
20	2,60	225	9,50	2500	28,50
25	2,95	250	10,00	2750	29,50
30	3,25	275	10,50	3000	30,50
35	3,55	300	11,00	3500	33,00
40	3,80	400	12,70	4000	35,00
50	4,30	500	14,00	4500	36,50
60	4,80	600	15,10	5000	37,50
70	5,25	700	16,30	6000	40,50
80	5,60	800	17,30	7000	44,00
90	6,00	900	18,20	8000	46,00
100	6,35	1000	19,00	9000	48,00

				10000	50,00
--	--	--	--	-------	-------

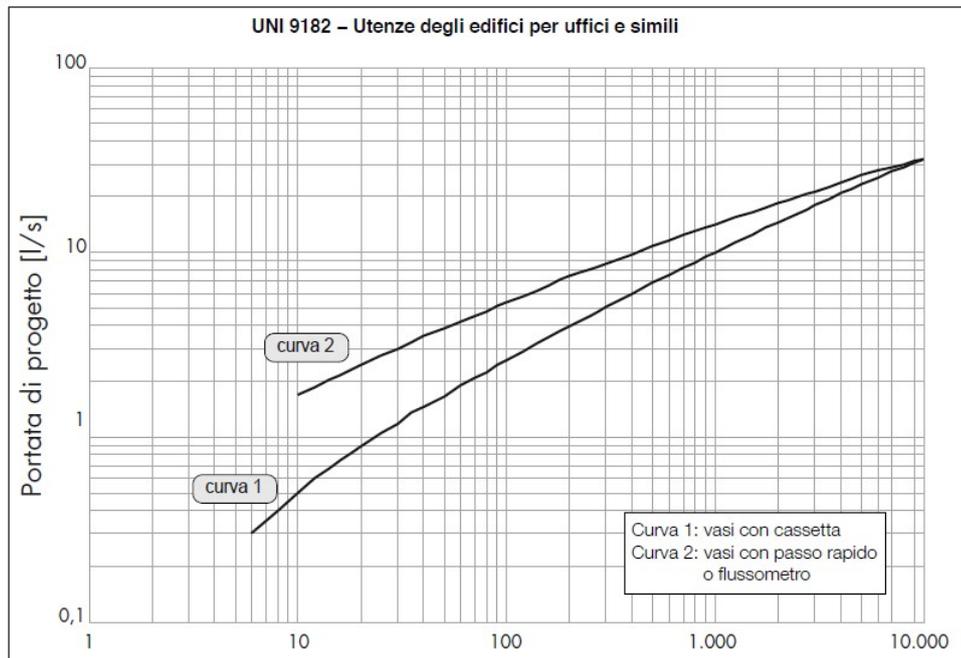


Figura 3.2.2 – Portata di progetto per uffici e simili.

Tabella 3.2.5 – Portate per UC degli edifici per uffici e simili.

Vasi con cassette					
Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata
UC	l/s	UC	l/s	UC	l/s
6	0,30	120	2,90	1250	11,30
8	0,40	140	3,20	1500	12,40
10	0,50	160	3,50	1750	13,60
12	0,60	180	3,75	2000	14,50
14	0,67	200	3,95	2250	15,40
16	0,75	225	4,25	2500	16,20
18	0,82	250	4,50	2750	17,00
20	0,89	275	4,80	3000	18,00
25	1,05	300	5,05	3500	19,50
30	1,18	400	6,00	4000	21,00

35	1,35	500	6,90	4500	22,00
40	1,45	600	7,55	5000	23,50
50	1,65	700	8,30	6000	25,50
60	1,90	800	8,80	7000	27,50
70	2,10	900	9,50	8000	29,00
80	2,25	1000	10,00	9000	30,50
90	2,45			10000	32,00
100	2,60				
Vasi con passo rapido o flussometro					
Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata	Unità di carico	Portata
UC	l/s	UC	l/s	UC	l/s
10	1,70	120	5,80	1250	15,50
12	1,87	140	6,20	1500	16,50
14	2,03	160	6,60	1750	17,50
16	2,17	180	7,10	2000	18,50
18	2,32	200	7,45	2250	19,20
20	2,45	225	7,80	2500	20,00
25	2,75	250	8,10	2750	20,70
30	3,00	275	8,40	3000	21,40
35	3,25	300	8,70	3500	22,50
40	3,55	400	9,80	4000	24,00
50	3,90	500	10,80	4500	25,00
60	4,20	600	11,60	5000	26,20
70	4,50	700	12,40	6000	28,00
80	4,80	800	13,00	7000	29,00
90	5,15	900	13,70	8000	30,00
100	5,35	1000	14,20	9000	31,50

				10000	32,00
--	--	--	--	-------	-------

3.3 Reti di ricircolo

Nelle distribuzioni di acqua calda bisogna prevedere una rete di ricircolo che permetta all'acqua di restare in movimento ed evitare quindi le conseguenze della stagnazione come la perdita di calore e il rischio igienico. Il ricircolo deve garantire l'erogazione di acqua calda alla temperatura di progetto entro 30 s.

Il ricircolo va sempre realizzato, ad esclusione dei casi qui descritti:

- con consumi di acqua calda continui o prevalenza di consumo continuo e interruzioni non superiori a 15 min;
- in caso di impianti autonomi per uso residenziale o simile (ad esempio uffici, studi e negozi) con produzione istantanea tramite apparecchi con una potenza termica totale inferiore a 35 kW, in mancanza di serbatoio di accumulo;
- in caso di impianti autonomi per uso residenziale o simile (ad esempio uffici, studi e negozi) con un serbatoio di accumulo ≤ 100 l oppure con serbatoi di accumulo provvisti di un sistema integrato di mantenimento della temperatura di progetto all'interno del serbatoio stesso (ad esempio tramite resistenza elettrica);
- nel tratto di distribuzione al piano di un impianto centralizzato dotato di ricircolo, in caso il volume totale di acqua calda contenuta nelle tubazioni, dal punto di distacco dalla linea in cui il ricircolo è attivo fino ad ogni punto di prelievo, non sia superiore a 3 l (+ 10 %).

La norma descrive due metodi di calcolo, uno semplificato ed uno dettagliato.

Procedura A

La procedura breve si può utilizzare nel caso l'impianto rientri nelle caratteristiche seguenti:

- lunghezza totale delle tubazioni di acqua calda (ricircolo escluso) inferiore a 30 m;
- tratto più lungo della rete di ricircolo inferiore a 20 m.

In questo caso le linee di ricircolo ed i tratti collettori si possono realizzare con tubazioni dal diametro interno minimo di 10 mm, con una pompa di ricircolo DN 15 dalla portata minima di 200 l/h ad una pressione di 10000 Pa.

Procedura B

La procedura dettagliata prevede di determinare le portate in tutti i tratti della rete di ricircolo, basandosi sulle dispersioni termiche delle tubazioni di acqua calda e sulla differenza di temperatura della stessa tra l'uscita dal bollitore e l'estremità opposta della rete di ricircolo.

Le dispersioni termiche specifiche per tubi d'acqua calda si possono definire con:

- installazioni in centrale termica: $q_{w,K} = 11 \text{ W/m}$;
- installazioni in cavedio: $q_{w,S} = 7 \text{ W/m}$.

Il salto termico tra l'uscita dal bollitore e l'estremità opposta della rete di ricircolo si può definire con:

$$\Delta T_w = 2 \text{ K}$$

Ne risulta che la portata V_p della pompa di ricircolo (espressa in l/h) è

$$V_p = \frac{l_{w,K} \times q_{w,K} + l_{w,S} \times q_{w,S}}{\rho \times c \times \Delta T_w} \quad (3.2)$$

dove:

- $l_{w,K}$ è la lunghezza di tutte le tubazioni di acqua calda presenti in centrale termica in m;
- $l_{w,S}$ è la lunghezza di tutte le tubazioni di acqua calda presenti in cavedio in m;
- ρ è la massa volumica dell'acqua in kg/l;

- c è la capacità termica specifica dell'acqua in Wh/kgK.

Nota la portata della pompa, si può calcolare la distribuzione dei flussi d'acqua calda nei singoli tratti in corrispondenza di ogni diramazione. Per il calcolo della portata volumetrica nel tratto che dirama vale:

$$V_a = V \times \frac{Q_a}{Q_a + Q_d} \quad (3.3)$$

Per il calcolo della portata volumetrica in uscita dal tratto principale vale invece

$$V_d = V \times \frac{Q_d}{Q_a + Q_d} \quad (3.4)$$

oppure

$$V_d = V - V_a \quad (3.5)$$

dove:

- V è la portata volumetrica del tratto entrante nella diramazione;
- V_a è la portata volumetrica del tratto che dirama (percorso di diramazione);
- V_d è la portata volumetrica del tratto uscente dalla diramazione (percorso di passaggio);
- Q_a è la dispersione termica di tutti i tubi correlati al tratto che dirama (percorso di diramazione);
- Q_d è la dispersione termica di tutti i tubi correlati al tratto in uscita dalla diramazione (percorso di passaggio).

Se la portata è nota si può applicare l'equazione di continuità per determinare il diametro interno della tubazione dopo aver definito le velocità ammesse: si considera una velocità dell'acqua compresa tra 0,2 m/s e 0,5 m/s, fino ad arrivare ad un massimo di 1 m/s nel caso di abbinamento a pompe ad elevata prevalenza. Al fine di semplificare il dimensionamento della rete, si possono considerare i tubi in prossimità della pompa con velocità massime ammissibili

comprese tra 0,5 m/s e 1 m/s, mentre si può imporre una velocità massima ammessa tra 0,2 m/s e 0,3 m/s in caso di tratti distanti dalla pompa.

In ogni caso bisogna sempre considerare una dimensione minima interna delle tubazioni di ricircolo pari a 10 mm.

L'edificio preso da esempio è una palazzina costituita da 9 piani fuori terra con 2 alloggi per ogni piano, come illustrato dalle Figure da 4.1.1 a 4.1.4.

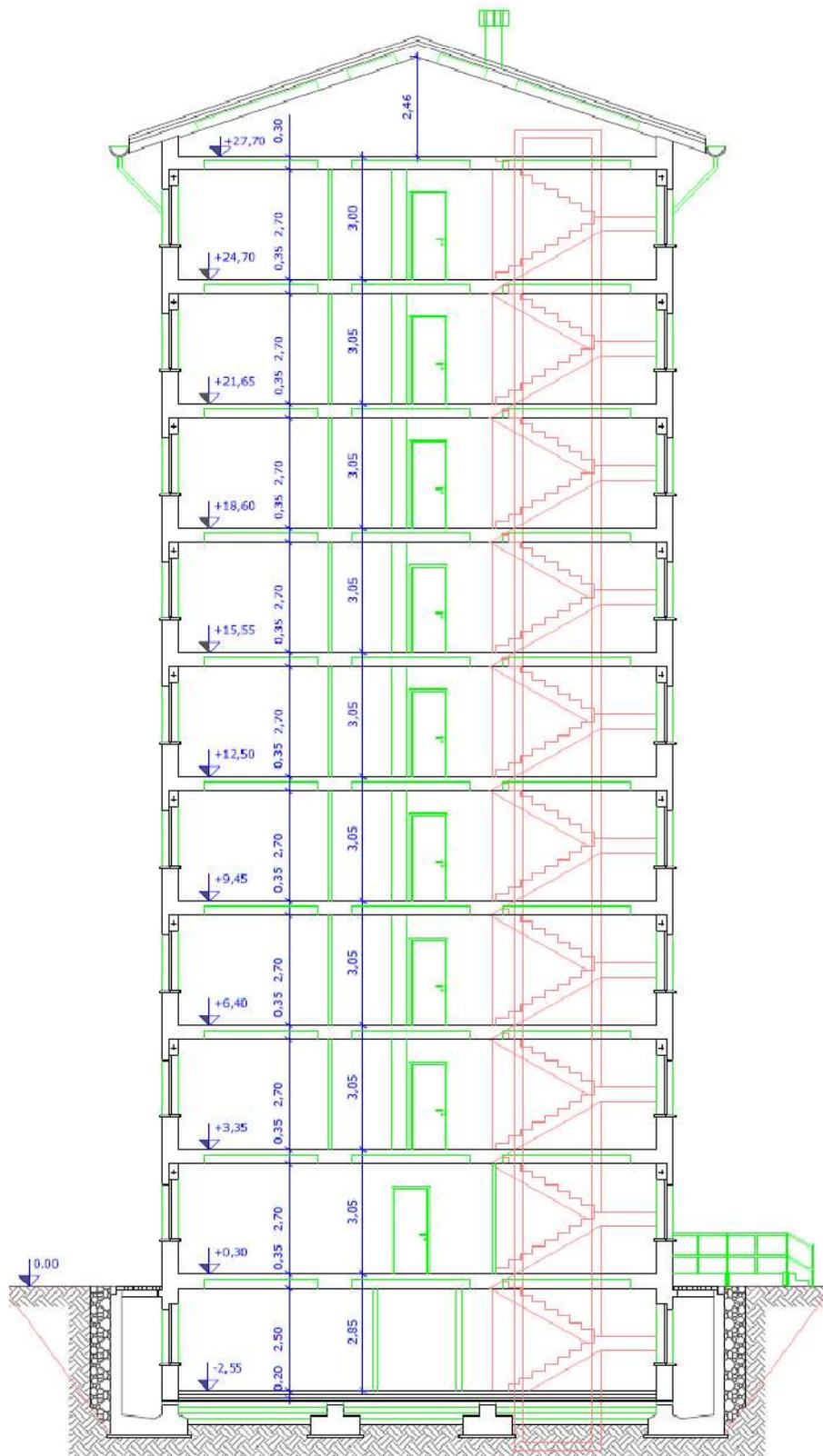


Figura 4.1.2 – Sezione AA'.

- 1 lavello da cucina;
- 2 lavabi;
- 1 doccia;
- 2 bidet;
- 2 vasi a cassetta;
- 1 vasca da bagno;
- 1 lavatrice.

Per quanto riguarda gli impianti, la linea continua rappresenta l'adduzione di acqua fredda, la linea tratteggiata rappresenta l'acqua calda, ed il tratto-punto rappresenta il ricircolo.

Si ipotizza che la palazzina sia situata nella città di Vercelli, in centro, di cui è nota la pressione d'esercizio fornita dall'acquedotto all'allacciamento, pari a 35 m.

4.2 Applicazione del metodo dettagliato

Si adotta uno schema classico con alimentazione e preparatore di acqua calda in basso, con colonne montanti in acciaio zincato.

A causa dell'elevazione dell'edificio si dispongono due reti, in modo da non avere differenze di pressione troppo elevate tra i primi e gli ultimi piani: una rete a bassa pressione che serve i primi 4 piani fuori terra (alimentata direttamente dall'acquedotto) ed una ad alta pressione che serve i restanti 5 piani (che necessita di un sistema di sopraelevazione). La Figura 4.2.1 mostra lo schema di distribuzione principale scelto.

Per la distribuzione interna agli alloggi si adotta un sistema a collettori con tubi in PVC che collegano i singoli apparecchi, come illustrato in Figura 4.2.2.

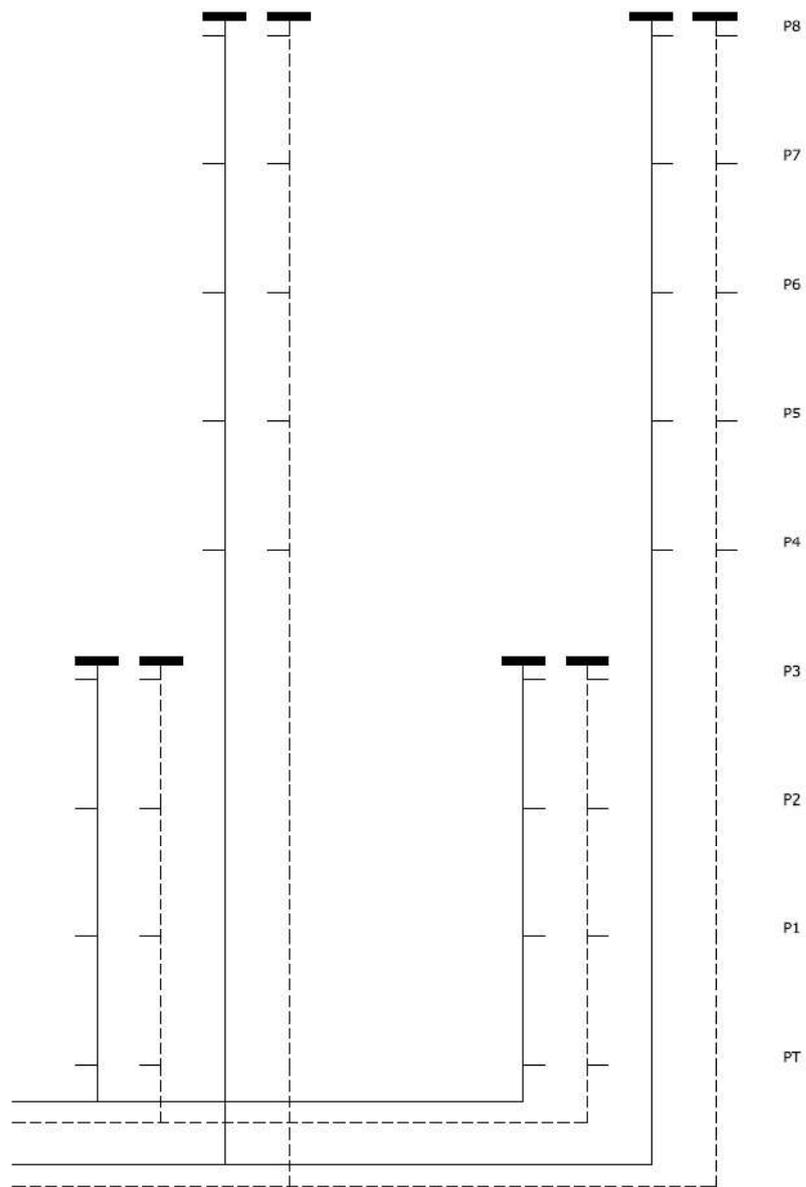


Figura 4.2.1 – Schema distributivo principale.

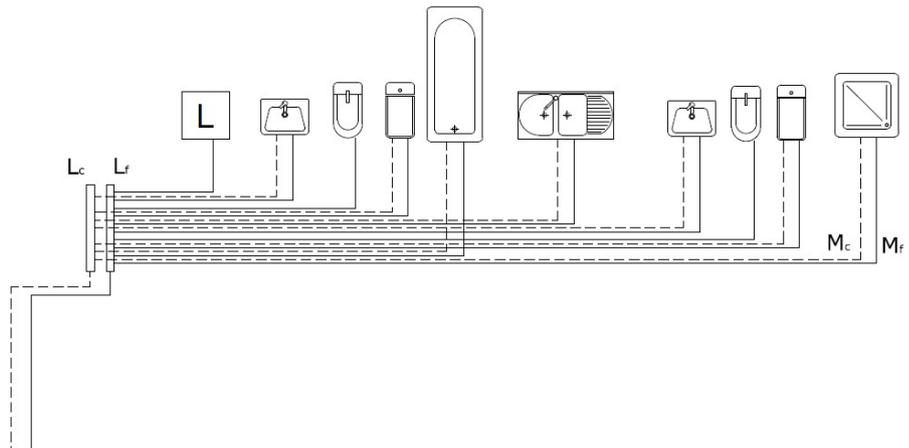


Figura 4.2.2 – Distribuzione interna agli alloggi.

Si comincia col dimensionare i tratti di collegamento dai singoli apparecchi ai collettori d'alloggio: il metodo dettagliato prevede di utilizzare le portate minime indicate nella Tabella 3.2.3; impostando quindi una velocità massima di 2 m/s si calcolano i diametri interni minimi $d_{i,min}$ tramite la (3.1) e, arrotondando per eccesso, i diametri nominali effettivi DN e le relative velocità di flusso v (Tabella 4.2.1).

Tabella 4.2.1 – Dimensionamento rete interna agli alloggi.

Apparecchio	UC	UC	Q_{min} (l/s)	$d_{i,min}$ (mm)	DN (mm)	v (m/s)
	acqua fredda	acqua calda				
Lavello da cucina	1,5	1,5	0,15	9,77	12	1,33
Lavabo	0,75	0,75	0,1	7,98	12	0,88
Doccia	1,5	1,5	0,15	9,77	12	1,33
Bidet	0,75	0,75	0,1	7,98	12	0,88
Vaso a cassetta	3	-	0,1	7,98	12	0,88
Vasca da bagno	1,5	1,5	0,3	13,82	15	1,70
Lavatrice	2	-	0,15	9,77	12	1,33

Le unità di carico considerate sono quelle relative ad un edificio di tipo residenziale (Tabella 3.2.1).

Dimensionamento rete a bassa pressione

Si prosegue col dimensionare la rete a bassa pressione per l'acqua fredda, schematizzata in Figura 4.2.3: considerando come utenza più sfavorita la doccia dell'alloggio al piano 3 (punto M_f) si sommano le unità di carico per ogni tratto fino all'origine della rete a bassa pressione

(punto O_b). Si ricavano quindi le portate di progetto Q_D tramite la Tabella 3.2.4, interpolando quando necessario.

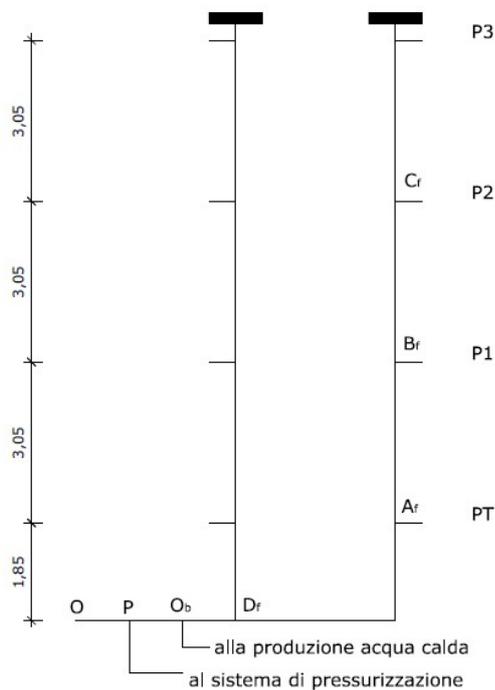


Figura 4.2.3 – Schema rete acqua fredda a bassa pressione.

In Tabella 4.2.2 sono riportati i risultati del dimensionamento per le tubazioni dell'acqua fredda.

Tabella 4.2.2 – Dimensionamento rete acqua fredda a bassa pressione.

Tratto	UC	Q_D (l/s)	$d_{i,min}$ (mm)	DN (mm)	v (m/s)	L (m)
M_f-L_f	1,5	0,15	9,77	12	1,33	12
L_f-C_f	15,5	0,76	21,92	25	1,54	3,15
C_f-B_f	31	1,33	29,12	32	1,66	3,05
B_f-A_f	46,5	1,80	33,87	40	1,43	3,05
A_f-D_f	62	2,24	37,76	40	1,78	16,85
D_f-O_b	124	3,70	48,53	50	1,88	1

Bisogna verificare che la somma delle perdite di carico concentrate e distribuite, della pressione dinamica minima necessaria all'utenza più sfavorita (10 m) e del dislivello tra questa e l'allacciamento all'acquedotto sia inferiore alla pressione disponibile.

Le perdite di carico concentrate si distinguono in perdite all'allacciamento all'acquedotto, dovute ad apparecchiature (Tabella 4.2.3), e perdite concentrate lungo il percorso (Tabella 4.2.4).

Le perdite all'allacciamento dipendono dalla portata totale della rete e si ricavano tramite abachi forniti dai produttori.

Tabella 4.2.3 – Perdite di carico all'allacciamento.

Elemento	ΔH_C (m)
saracinesca	0,3
contatore	3
valvola di ritegno	4
valvola a sfera	0,2
valvola a sfera	0,2

Le perdite concentrate lungo il percorso dipendono dal coefficiente adimensionale K (differente per tipo di discontinuità) e dalla velocità dell'acqua v nel tratto secondo la formula:

$$\Delta H_C = K \frac{v^2}{2g} \quad (4.1)$$

Tabella 4.2.4 – Perdite di carico concentrate rete acqua fredda a bassa pressione.

Tratto	v (m/s)	K	ΔH_C (m)
M_f-L_f	1,33	2	0,18
L_f-C_f	1,54	0,7	0,08

C _f -B _f	1,66	0,5	0,07
B _f -A _f	1,43	0,1	0,01
A _f -D _f	1,78	0,1	0,02
D _f -O _b	1,88	0,1	0,02

Le perdite di carico distribuite dipendono dalla perdita di carico per unità di lunghezza J e dalla lunghezza L del tratto di tubazione secondo la formula:

$$\Delta H_D = J \times L \quad (4.2)$$

dove

$$J = \frac{\lambda \times v^2}{2g \times D} \quad (4.3)$$

Tabella 4.2.5 – Perdite di carico distribuite rete acqua fredda a bassa pressione.

Tratto	ε (mm)	e	ν (m ² /s)	Re	λ_∞	λ	J (m/m)	ΔH_D (m)
M _f -L _f	0,007	0,000583	1,01E-06	15836,31	0,017281561	0,032247435	0,24	2,89
L _f -C _f	0,03	0,0012	1,01E-06	38260,53	0,020523017	0,024099029	0,12	0,37
C _f -B _f	0,03	0,000938	1,01E-06	52734,92	0,019317989	0,022443941	0,10	0,30
B _f -A _f	0,03	0,00075	1,01E-06	57074,07	0,018317775	0,021741214	0,06	0,17
A _f -D _f	0,03	0,00075	1,01E-06	70946,68	0,018317775	0,021071809	0,09	1,44
D _f -O _b	0,03	0,0006	1,01E-06	93750,97	0,017393277	0,019866962	0,07	0,07

Come si vede nella Tabella 4.2.5 il parametro λ varia in base alla scabrezza della tubazione ε (dipendente dal materiale) e alla viscosità del fluido ν (dipendente dalla temperatura).

Sommando tutte le componenti di perdita di pressione si ottiene:

$$\Delta H = 34,39 \text{ m}$$

inferiore al valore di pressione disponibile.

Si passa a dimensionare la rete a bassa pressione per l'acqua calda, schematizzata in Figura 4.2.4: anche in questo caso l'utenza più sfavorita è costituita dalla doccia al piano 3 (punto M_c).

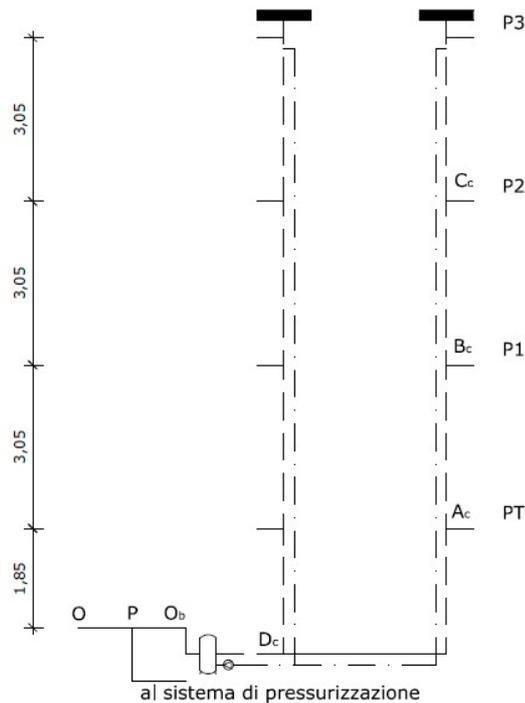


Figura 4.2.4 – Schema rete acqua calda a bassa pressione con ricircolo.

In Tabella 4.2.6 sono riportati i risultati del dimensionamento per le tubazioni di adduzione dell'acqua calda.

Tabella 4.2.6 – Dimensionamento rete acqua calda a bassa pressione.

Tratto	UC	Q_D (l/s)	$d_{i,min}$ (mm)	DN (mm)	v (m/s)	L (m)
M_c-L_c	1,5	0,15	9,77	12	1,33	12
L_c-C_c	7,5	0,38	15,45	20	1,19	3,15
C_c-B_c	15	0,73	21,56	25	1,49	3,05
B_c-A_c	22,5	1,03	25,61	32	1,28	3,05
A_c-D_c	30	1,3	28,77	32	1,62	16,85
D_c-O_b	60	2,2	37,42	40	1,75	1

Si verifica che la somma delle perdite di carico sia inferiore alla pressione disponibile.

Le perdite di carico all'allacciamento sono le stesse indicate in Tabella 4.2.3, mentre le perdite concentrate lungo il percorso sono in Tabella 4.2.7.

Tabella 4.2.7 – Perdite di carico concentrate rete acqua calda a bassa pressione.

Tratto	v (m/s)	K	ΔH_c (m)
M _c -L _c	1,33	2	0,18
L _c -C _c	1,19	0,7	0,05
C _c -B _c	1,49	0,7	0,08
B _c -A _c	1,28	0,5	0,04
A _c -D _c	1,62	0,5	0,07
D _c -O _b	1,75	1	0,16

In Tabella 4.2.8 sono riportate le perdite di carico distribuite.

Tabella 4.2.8 – Perdite di carico distribuite rete acqua calda a bassa pressione.

Tratto	ε (mm)	e	v (m ² /s)	Re	λ_∞	λ	J (m/m)	ΔH_D (m)
M _c -L _c	0,007	0,000583	4,75E-07	33541,61	0,017281561	0,024347538	0,18	2,18
L _c -C _c	0,03	0,0015	4,75E-07	50312,42	0,021712005	0,024013572	0,09	0,27
C _c -B _c	0,03	0,0012	4,75E-07	78353,20	0,020523017	0,022269214	0,10	0,31
B _c -A _c	0,03	0,000938	4,75E-07	86369,65	0,019317989	0,021226609	0,06	0,17
A _c -D _c	0,03	0,000938	4,75E-07	109010,23	0,019317989	0,020830203	0,09	1,46
D _c -O _b	0,03	0,00075	4,75E-07	147583,09	0,018317775	0,019641704	0,08	0,08

Si sommano quindi tutte le perdite di carico ottenendo:

$$\Delta H = 33,82 \text{ m}$$

inferiore anche in questo caso al valore di pressione disponibile.

Infine, per dimensionare il tratto comune alle reti di acqua fredda e calda O_b-P bisogna

impiegare i valori “totali” di unità di carico indicati dalla norma: si trova un valore

complessivo di 144 UC, cui corrispondono una portata di progetto di 3,97 l/s ed un diametro

minimo di 50,27 mm. Per questo tratto è quindi necessario adottare un DN 65.

Dimensionamento rete ad alta pressione

Si segue lo stesso procedimento per dimensionare la rete ad alta pressione (origine nel punto O_a), a partire da quella per l'acqua fredda schematizzata in Figura 4.2.5.

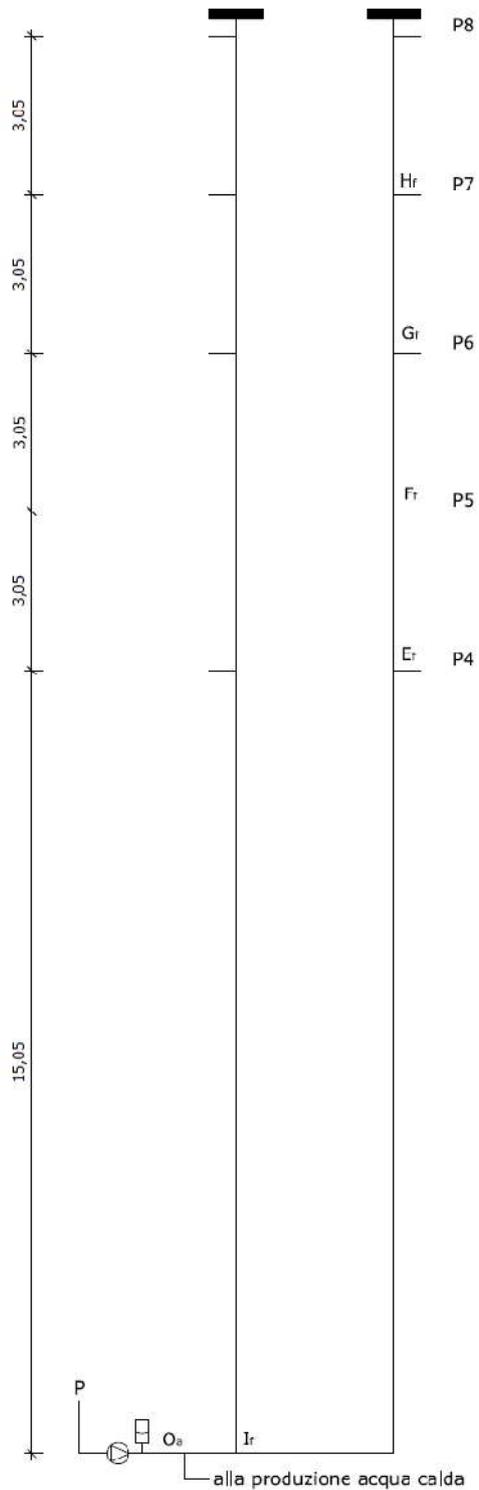


Figura 4.2.5 – Schema rete acqua fredda ad alta pressione.

In Tabella 4.2.9 sono riportati i risultati del dimensionamento per le tubazioni dell'acqua fredda.

Tabella 4.2.9 – Dimensionamento rete acqua fredda ad alta pressione.

Tratto	UC	Q _D (l/s)	d _{i,min} (mm)	DN (mm)	v (m/s)	L (m)
M _f -L _f	1,5	0,15	9,77	12	1,33	12
L _f -H _f	15,5	0,76	21,92	25	1,54	3,15
H _f -G _f	31	1,33	29,12	32	1,66	3,05
G _f -F _f	46,5	1,80	33,87	40	1,43	3,05
F _f -E _f	62	2,24	37,76	40	1,78	3,05
E _f -I _f	77,5	2,59	40,59	50	1,32	30,05
I _f -O _a	155	4,16	51,48	65	1,25	1

Si verifica che la somma delle perdite di carico sia inferiore alla pressione disponibile.

Le perdite di carico all'allacciamento sono le stesse indicate in Tabella 4.2.3, mentre le perdite concentrate lungo il percorso sono in Tabella 4.2.10.

Tabella 4.2.10 – Perdite di carico concentrate rete acqua fredda ad alta pressione.

Tratto	v (m/s)	K	ΔH _c (m)
M _f -L _f	1,33	2	0,18
L _f -H _f	1,54	0,7	0,08
H _f -G _f	1,66	0,5	0,07
G _f -F _f	1,43	0,1	0,01
F _f -E _f	1,78	0,1	0,02
E _f -I _f	1,32	0,1	0,01
I _f -O _a	1,25	0,1	0,01

In Tabella 4.2.11 sono riportate le perdite di carico distribuite.

Tabella 4.2.11 – Perdite di carico distribuite rete acqua fredda ad alta pressione.

Tratto	ε (mm)	e	ν (m ² /s)	Re	λ_{∞}	λ	J (m/m)	ΔH_D (m)
M _f -L _f	0,007	0,000583	1,01E-06	15836,31	0,017281561	0,032247435	0,24	2,89
L _f -H _f	0,03	0,0012	1,01E-06	38260,53	0,020523017	0,024099029	0,12	0,37
H _f -G _f	0,03	0,000938	1,01E-06	52734,92	0,019317989	0,022443941	0,10	0,30
G _f -F _f	0,03	0,00075	1,01E-06	57074,07	0,018317775	0,021741214	0,06	0,17
F _f -E _f	0,03	0,00075	1,01E-06	70946,68	0,018317775	0,021071809	0,09	0,26
E _f -I _f	0,03	0,0006	1,01E-06	65562,33	0,017393277	0,020930527	0,04	1,11
I _f -O _a	0,03	0,000462	1,01E-06	81130,65	0,016393097	0,019895436	0,02	0,02

Si sommano tutte le perdite di carico ottenendo:

$$\Delta H = 49,66 \text{ m}$$

che è superiore al valore di pressione disponibile. Bisogna perciò predisporre un gruppo di pressione con una prevalenza minima pari alla differenza tra ΔH e l'altezza disponibile:

$$\Delta P = 14,66 \text{ m}$$

Si passa a dimensionare la rete ad alta pressione per l'acqua calda, schematizzata in Figura 4.2.6. In Tabella 4.2.12 sono riportati i risultati del dimensionamento per le tubazioni di adduzione dell'acqua calda.

Tabella 4.2.12 – Dimensionamento rete acqua calda ad alta pressione.

Tratto	UC	Q _D (l/s)	d _{i,min} (mm)	DN (mm)	ν (m/s)	L (m)
M _c -L _c	1,5	0,15	9,77	12	1,33	12
L _c -H _c	7,5	0,38	15,45	20	1,19	3,15
H _c -G _c	15	0,73	21,56	25	1,49	3,05
G _c -F _c	22,5	1,03	25,61	32	1,28	3,05
F _c -E _c	30	1,3	28,77	32	1,62	3,05
E _c -I _c	37,5	1,54	31,31	40	1,23	30,05
I _c -O _a	75	2,53	40,13	50	1,29	1

Tabella 4.2.13 – Perdite di carico concentrate rete acqua calda ad alta pressione.

Tratto	v (m/s)	K	ΔH_c (m)
M _c -L _c	1,33	2	0,18
L _c -H _c	1,19	0,7	0,05
H _c -G _c	1,49	0,7	0,08
G _c -F _c	1,28	0,5	0,04
F _c -E _c	1,62	0,5	0,07
E _c -I _c	1,23	0,1	0,01
I _c -O _a	1,29	0,9	0,08

In Tabella 4.2.14 sono riportate le perdite di carico distribuite.

Tabella 4.2.14 – Perdite di carico distribuite rete acqua calda ad alta pressione.

Tratto	ε (mm)	e	v (m ² /s)	Re	λ_{∞}	λ	J (m/m)	ΔH_D (m)
M _c -L _c	0,007	0,000583	4,75E-07	33541,61	0,017281561	0,024347538	0,18	2,18
L _c -H _c	0,03	0,0015	4,75E-07	50312,42	0,021712005	0,024013572	0,09	0,27
H _c -G _c	0,03	0,0012	4,75E-07	78353,20	0,020523017	0,022269214	0,10	0,31
G _c -F _c	0,03	0,000938	4,75E-07	86369,65	0,019317989	0,021226609	0,06	0,17
F _c -E _c	0,03	0,000938	4,75E-07	109010,23	0,019317989	0,020830203	0,09	0,26
E _c -I _c	0,03	0,00075	4,75E-07	103308,16	0,018317775	0,020209103	0,04	1,16
I _c -O _a	0,03	0,0006	4,75E-07	135776,44	0,017393277	0,019101308	0,03	0,03

Si sommano tutte le perdite di carico ottenendo:

$$\Delta H = 49,04 \text{ m}$$

che è superiore al valore di pressione disponibile, ma comunque inferiore alla somma delle perdite di carico della rete per acqua fredda. Ciò è dovuto essenzialmente alla componente di perdite distribuite ΔH_D , influenzato dal valore più basso di viscosità cinematica dell'acqua (a causa della maggiore temperatura).

La prevalenza minima del gruppo di pressione rimane quindi:

$$\Delta P = 14,66 \text{ m}$$

Bisogna ora dimensionare il tratto comune alle reti di acqua fredda e calda O_a-P, impiegando i valori “totali” di unità di carico indicati dalla norma: si trova un valore complessivo di 180 UC, cui corrispondono una portata di progetto di 4,6 l/s ed un diametro minimo di 54,12 mm. Per questo tratto è quindi necessario adottare un DN 65.

Infine, rimane da dimensionare il tratto comune alle reti di alta e bassa pressione dal punto P all’allacciamento O, sommando i totali di unità di carico delle due reti: si ottiene un valore finale di 324 UC, cui corrispondono una portata di progetto di 6,77 l/s ed un diametro minimo di 65,67 mm. Per quest’ultimo tratto è quindi necessario adottare un DN 80.

Dimensionamento rete di ricircolo

Restano da dimensionare le due reti di ricircolo per l’acqua calda (a bassa pressione e ad alta pressione) mostrate nelle Figure 4.2.4 e 4.2.6. In entrambi i casi la lunghezza totale delle tubazioni di acqua calda è superiore ai 30 m, perciò si ricorre alla procedura B descritta al paragrafo 3.3.

I dati di partenza, tra cui le dispersioni termiche specifiche q_w , sono riassunti in Tabella 4.2.15.

Tabella 4.2.15 – Dati rete di ricircolo.

ΔT_w (K)	$q_{w,K}$ (W/m)	$q_{w,S}$ (W/m)	ρ (kg/l)	c (Wh/kgK)
2	11	7	1	1,2

Utilizzando quindi le (3.2), (3.3), (3.4) e (3.5) si calcolano le portate volumetriche V dei vari tratti, conoscendone le dispersioni termiche Q , e si assegnano le velocità massime ammesse per trovare i diametri con l’equazione di continuità.

Tabella 4.2.16 – Dimensionamento rete di ricircolo a bassa pressione.

Tratto	L (m)	Q (W)	V (l/h)	v _{max} (m/s)	d _{i,min} (mm)	DN (mm)
comune	1	11	113,08	1	6,32	12
colonna ovest	11,1	77,7	33,74	0,5	4,89	12
colonna est	26,1	182,7	79,34	0,5	7,49	12

In Tabella 4.2.16 sono illustrati i risultati del dimensionamento per la rete di ricircolo a bassa pressione, mentre in Tabella 4.2.17 quelli per la rete di ricircolo ad alta pressione.

Tabella 4.2.17 – Dimensionamento rete di ricircolo ad alta pressione.

Tratto	L (m)	Q (W)	V (l/h)	v _{max} (m/s)	d _{i,min} (mm)	DN (mm)
comune	1	11	207,88	1	8,57	12
colonna ovest	27,35	191,45	81,57	0,5	7,60	12
colonna est	42,35	296,45	126,31	0,5	9,45	12

Per calcolare la prevalenza delle pompe di ricircolo si assume una perdita di carico lineare r pari a 20 mm/m e si considerano le perdite di carico accidentali come una maggiorazione del 20÷40 % sulle perdite distribuite, secondo la formula:

$$\Delta p = 1,2 \div 1,4(\sum L \times r) \quad (4.4)$$

Si ottiene quindi per la rete a bassa pressione:

$$\Delta p_b = 0,65 \div 0,76 \text{ m}$$

mentre per la rete ad alta pressione si ha:

$$\Delta p_a = 1,04 \div 1,21 \text{ m}$$

4.3 Applicazione del metodo semplificato

L'impianto dell'edificio si può considerare normalizzato, quindi il metodo semplificato è applicabile. Si comincia col dimensionare i tratti di collegamento dai singoli apparecchi ai collettori d'alloggio: si assegnano unità di carico e portate di prelievo come indicato nella Tabella 2.2.1 e i diametri delle tubazioni vengono automaticamente stabiliti dalla Tabella 2.2.2 in funzione del materiale scelto (PVC).

I risultati sono mostrati in Tabella 4.3.1.

Tabella 4.3.1 – Dimensionamento rete interna agli alloggi.

Apparecchio	UC	Q _A (l/s)	d _a x s (mm)	d _i (mm)
Lavello da cucina	2	0,2	16 x 2,0	12
Lavabo	1	0,1	16 x 2,0	12
Doccia	2	0,2	16 x 2,0	12
Bidet	1	0,1	16 x 2,0	12
Vaso a cassetta	1	0,1	16 x 2,0	12
Vasca da bagno	4	0,4	16 x 2,0	12
Lavatrice	2	0,2	16 x 2,0	12

Si prosegue col dimensionamento della rete a bassa pressione, valido indistintamente sia per l'acqua fredda che per l'acqua calda: considerando come utenza più sfavorita la doccia dell'alloggio al piano 3 (punto M_f) si sommano le unità di carico per ogni tratto fino al punto P e si assegnano i diametri secondo la Tabella 2.2.2 (il materiale scelto è l'acciaio zincato).

I risultati sono riportati in Tabella 4.3.2.

Tabella 4.3.2 – Dimensionamento rete a bassa pressione.

Tratto	UC	DN (mm)
M _f -L _f	2	15
L _f -C _f	16	20
C _f -B _f	32	25
B _f -A _f	48	32
A _f -D _f	64	32
D _f -P	128	32

Si ripete lo stesso procedimento per dimensionare la rete ad alta pressione, anche in questo caso sia per l'acqua fredda che per l'acqua calda: i risultati sono riportati in Tabella 4.3.3.

Tabella 4.3.2 – Dimensionamento rete ad alta pressione.

Tratto	UC	DN (mm)
M _f -L _f	2	15
L _f -H _f	16	20
H _f -G _f	32	25
G _f -F _f	48	32
F _f -E _f	64	32
E _f -I _f	80	32
I _f -P	160	32

Infine, rimane da dimensionare il tratto comune alle reti di alta e bassa pressione dal punto P all'allacciamento O, sommando i totali di unità di carico delle due reti: si ottiene un valore finale di 288 UC, cui corrispondono un DN 40 ed una portata di progetto approssimata (ricavata dal diagramma in Figura 2.2.1) pari a 1,6 l/s.

5. Conclusioni

Facendo un paragone tra i risultati ottenuti nel capitolo precedente utilizzando i due diversi metodi previsti dalle norme, si può notare una certa differenza nei valori trovati per il dimensionamento. Ciò non è però dovuto alle unità di carico assegnate in partenza in quanto, come mostra la Tabella 5.1, le portate totali ottenute all'incirca si equivalgono per entrambi i metodi.

Tabella 5.1 – Confronto unità di carico per acqua fredda.

Apparecchio	Numero	UC/apparecchio UNI 9182	UC/apparecchio UNI EN 806	UC totali UNI 9182	UC totali UNI EN 806
Lavello da cucina	18	1,5	2	27	36
Lavabo	36	0,75	1	27	36
Doccia	18	1,5	2	27	36
Bidet	36	0,75	1	27	36
Vaso a cassetta	36	3	1	108	36
Vasca da bagno	18	1,5	4	27	72
Lavatrice	18	2	2	36	36
			TOTALE	279	288

La differenza sostanziale risiede quindi nelle curve di contemporaneità che assegnano le portate di progetto alle corrispondenti unità di carico: la Figura 5.1 mostra che secondo la norma UNI 9182 la portata di progetto ammonta a circa 6 l/s, mentre la Figura 5.2 mostra che secondo la norma UNI EN 806 la portata di progetto ammonta a circa 1,6 l/s, quasi 4 volte inferiore.

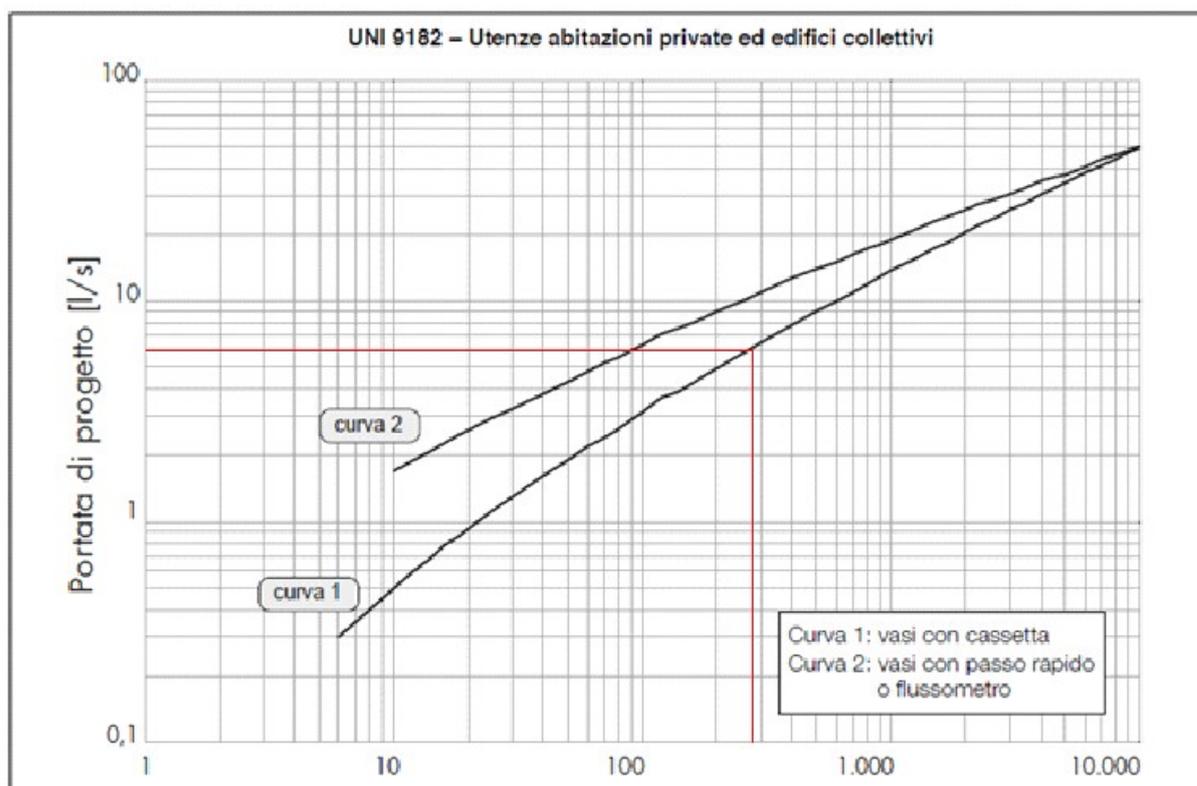


Figura 5.1 – Diagramma di contemporaneità (UNI 9182).

Il metodo semplificato suggerito dalla norma europea risulta quindi molto meno cautelativo in termini di portata di progetto rispetto al metodo dettagliato previsto dalla norma italiana.

Bisogna anche considerare che il metodo semplificato prevede un solo diagramma di contemporaneità senza distinguere la tipologia di utenza, limitandone l'utilizzo ai soli impianti di tipo normalizzato (assimilabili ai classici edifici residenziali).

Questi aspetti vengono compensati dalla praticità e rapidità d'uso del metodo in confronto ai calcoli previsti dal metodo di dettaglio.

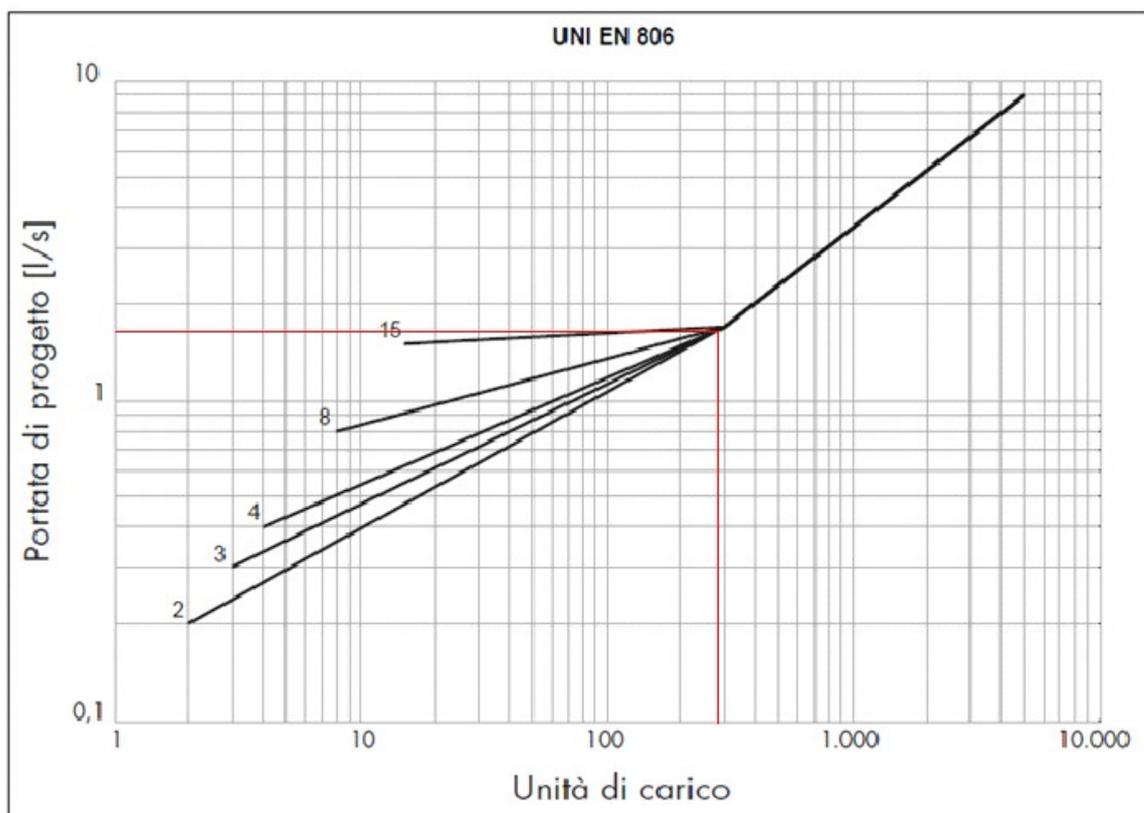


Figura 5.2 – Diagramma di contemporaneità (UNI EN 806).

Dall'altra parte il metodo dettagliato propone 2 diagrammi di contemporaneità distinguendo tra edifici adibiti a uffici e simili e tra abitazioni private ed edifici collettivi. È però evidente come alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili dovrebbero avere contemporaneità d'utilizzo diverse rispetto a comuni edifici residenziali.

Bisogna quindi tenere in considerazione queste differenze tra i metodi delle normative europea ed italiana nella progettazione di una rete idrosanitaria.

A. Bibliografia e sitografia

[1] Salvini S., Soma P., *Impianti idrici negli edifici: dimensionamento delle reti e progettazione*, Milano, Hoepli, 2013

[2] <http://www.uni.com/>

[3] <http://www.caleffi.com/italy/it/>