

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



Tesi di Laurea Magistrale

Confronto tra progettazione tradizionale e progettazione BIM degli  
impianti idrici dell'edificio Piscina Cecchi.

Il candidato:

MARCO AMBROSIO

Le relatrici:

ANNA OSELLO

ILARIA BUTERA

## Indice

1- Introduzione.....	pag. 2
2- Il caso studio.....	pag. 3
2.1- Il rilievo e la raccolta di informazioni.....	pag. 5
2.2- La restituzione CAD.....	pag. 7
2.3- La restituzione BIM.....	pag. 7
3- Il progetto.....	pag.11
3.1- La normativa di riferimento.....	pag.11
3.2- L'impianto di acqua fredda e calda sanitaria.....	pag.13
3.2.1-Il tracciamento.....	pag. 16
3.3- L'impianto di adduzione delle acque grigie.....	pag.21
3.4- Scarichi.....	pag. 24
3.5- Piscine.....	pag. 29
4- Il dimensionamento.....	pag. 33
4.1- Acqua fredda e calda sanitaria.....	pag. 33
4.2- Adduzione acque grigie.....	pag. 42
4.3- Scarichi.....	pag. 45
4.3.1- Acque grigie.....	pag. 45
4.3.2- Acque nere.....	pag. 47
4.4- Piscine.....	pag. 48
4.4.1- Vasca adulti.....	pag.48
4.4.2- Vasca Bambini.....	pag. 52
5- Progettazione tradizionale vs BIM.....	pag. 55
6- Conclusioni.....	pag. 73
7- Bibliografia.....	pag. 77

# 1. Introduzione

Questo lavoro è un confronto tra due metodi di progettazione, tradizionale e BIM, degli impianti idraulici dell'edificio "Piscina Cecchi" appartenente al complesso "Scuola Morelli" situato nel cuore del quartiere Aurora di Torino.

Si tratta di una prima esperienza sia di progettazione impiantistica tradizionale, sia di progettazione BIM, questo lavoro si pone infatti l'obiettivo di analizzare i vantaggi e le criticità di questo strumento dal punto di vista di chi si avvicina alla progettazione BIM degli impianti idraulici.

È infatti un'analisi in prima approssimazione di questi argomenti che fornisce già delle considerazioni sulla base di uno schema PRO/CONTRO di tutte le componenti dell'impianto che potrà essere usata come base per successivi studi ed approfondimenti sull'argomento.

In linea con questi obiettivi, nello svolgerla, sono state scelte diverse tipologie di impianto per avere un campione di analisi più completo.

Gli impianti analizzati sono:

- acqua fredda e acqua calda sanitaria
- acque grigie
- scarico acque grigie
- scarico acque nere
- impianto di filtrazione e ricircolo della piscina

Inoltre sono state utilizzate diverse tipologie di impianti, di tubazioni e di schemi di tracciamento con il fine di avere un campione più ampio da analizzare e ottimizzare così l'economia del lavoro.

## 2. Il caso studio

L'edificio oggetto di studio è l'edificio "Piscina Cecchi" situato in Via Antonio Cecchi 14 nel quartiere Aurora di Torino.



2.1-LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO "PISCINA CECCHI". VISTA SATELLITARE. FONTE WWW.MAPS.GOOGLE.COM

L'edificio appartiene al complesso che ospita la scuola superiore di primo grado "Ettore Morelli", la scuola primaria "Aurora" e il centro con la piscina e la

palestra "Cecchi". Il complesso è stato costruito negli anni '70 ed è stato ristrutturato nel 2003. È formato da quattro corpi principali, collegati tra loro da altri tre corpi di dimensioni inferiori che, al piano terreno, hanno funzione di ingresso rispettivamente delle tre diverse destinazioni d'uso. I tre edifici che ospitano le scuole sono molto simili tra loro: hanno la stessa altezza complessiva, lo stesso numero di piani e le stesse dimensioni in pianta, per questo motivo si possono considerare tre moduli che formano un sistema organico tra di loro. Si distingue invece l'edificio in questione, infatti, nonostante sia caratterizzato da un'evidente continuità con gli altri tre a livello di materiali, tipologie di infissi, forma della copertura ecc... si differenzia da questi per molti aspetti costruttivi.

L'edificio "Piscina Cecchi" ha una tipologia costruttiva molto peculiare, infatti può essere considerato come risultante di due edifici adiacenti, questi infatti costituiscono due settori che, oltre a presentare differenze sostanziali tra di loro, sono caratterizzati da due strutture diverse e del tutto indipendenti. Un settore è quello che ospita le piscine al piano seminterrato e la palestra al piano primo, l'altro è quello che ospita gli spogliatoi, i bagni, i locali di passaggio e l'abitazione del custode.

L'area della piscina e della palestra presenta dei locali molto ampi e di notevole altezza, le luci sono di 28 metri, di conseguenza la struttura è formata da elementi di grandi dimensioni. L'area destinata agli altri servizi invece presenta una tipologia costruttiva più comune con luci di circa 5-7 metri e una struttura che rientra nella norma degli edifici anni '70. L'involucro esterno ha la funzione di legare ed armonizzare le due parti, così come la copertura, che presenta una forma particolare proprio per questo suo compito di raccordo.

L'edificio, come accennato, presenta una struttura a telaio in calcestruzzo armato, un involucro verticale caratterizzato da muratura con mattoni faccia a vista alternata a muratura in mattoni rivestiti da pannelli di alluminio, e, in brevi tratti, da pareti intonacate con cemento grezzo. La copertura, dal lato piscina e palestra, presenta sei moduli a più falde con pendenze differenti, dall'altro lato presenta invece un'unica geometria e una zona piana su cui sono presenti sette lucernai in linea che illuminano il sottostante corridoio. I serramenti sono modulari e nella maggior parte dei casi della tipologia a nastro.

L'edificio si compone di cinque livelli. Partendo dal basso vi è il piano interrato a quota -5.55m, su cui poggiano le vasche e in cui vi sono i locali tecnici e la vasca lavapiedi per l'accesso alle piscine; il piano delle piscine a quota -3.65m, riservato ai bagnanti; il piano degli spogliatoi a quota -2.45m; il piano terreno a quota 0 e il piano primo a quota 2.05m.

Vi è poi un piano sottotetto a quota 5,3m che non ha particolari destinazioni d'uso.

## 2.1 Il rilievo e la raccolta di informazioni

Il primo passo per raccogliere le informazioni dell'edificio è stato attraverso i file ".dwg" d'archivio che teoricamente dovrebbero fornire tutti i dati d'archivio già restituiti in formato CAD. L'analisi di questi ha però reso evidente che, seppur apparentemente descrivessero l'edificio nel suo complesso, di fatto non potevano essere assolutamente affidabili, infatti presentavano errori palesi che palesavano la poca attendibilità di questo materiale. Sono stati perciò ritenuti insufficienti e sono state ricercate altre fonti per eseguire un rilievo efficace.



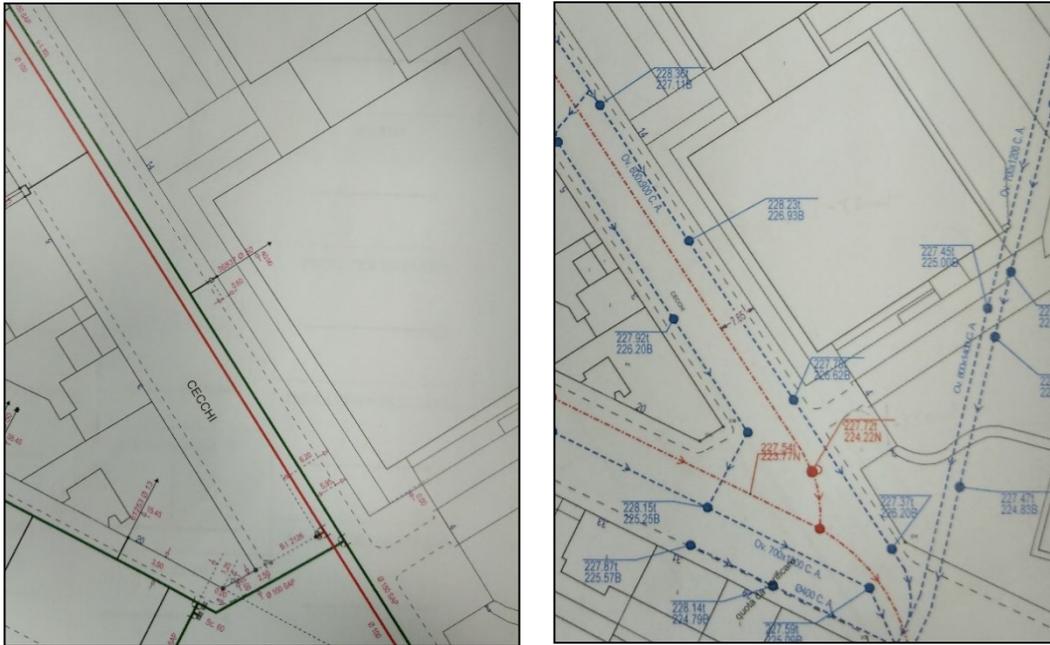
2.2-LOCALE PISCINA ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO

È stata quindi contattato il servizio "Edilizia scolastica" in via Bazzi 4 a Torino in quanto sede dell'archivio dell'edilizia scolastica di cui l'edificio oggetto di studio fa parte. Qui sono state trovate le tavole di progetto e di strutture da cui è stato possibile estrapolare una prima approssimazione dell'edificio, purtroppo non è stato trovato nulla riguardante gli impianti idrici.

Per completare la raccolta dati sull'edificio, sono stati fatti due rilievi speditivi in cui, attraverso un distanziometro laser e una macchina fotografica, sono state acquisite le informazioni riguardanti la struttura e le componenti architettoniche dell'edificio. In più è stata rilevata la posizione di tutti i sanitari e dei terminali dell'impianto di filtrazione della piscina, elementi fondamentali in quanto base per la progettazione dell'impianto.

Non è stato invece possibile eseguire un rilievo sullo stato di fatto dell'impianto stesso. Da un lato non ve n'è traccia nelle tavole d'archivio, dall'altro la maggior parte della distribuzione delle tubazioni è murata. Perciò si è potuta solo intuire la disposizione del vecchio impianto, senza però averne elementi certi.

Quanto raccolto non è ancora stato sufficiente, è stato necessario consultare anche la società delle acque SMAT per conoscere la posizione delle condotte acquedottistiche e fognarie, e la pressione nel punto di allacciamento.



2.3-MAPPE DELLE LINEE ACQUEDOTTISTICHE E FOGNARIE. FONTE SMAT TORINO

I dati acquisiti sono i seguenti:

Latitudine: 45° 5' 7"

Longitudine: 7° 40' 59"

Altitudine s.l.m. : 239 m

Pressione acquedotto: 69 m.c.a.

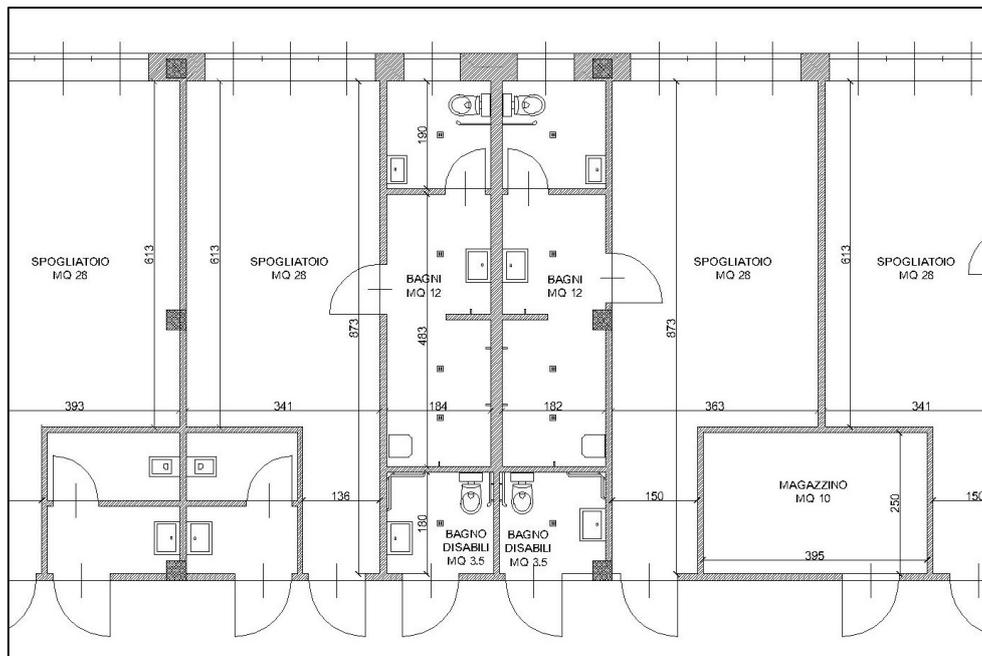
Profondità allacciamento acquedotto: -1.50 m

Profondità allacciamento fognatura acque bianche: -1.30 m

Profondità allacciamento fognatura acque nere: -3.50 m

## 2.2 La restituzione CAD

La restituzione CAD è stata eseguita attraverso il disegno delle piante e delle sezioni a partire dai dati raccolti durante i rilievi speditivi. Non è stato necessario ridisegnare i prospetti dal momento che quelli forniti dal file d'archivio, a differenza delle altre tavole, erano fedeli alla realtà.



2.4-STRALCIO DI PIANTA P. PRIMO; RILIEVO IN SCALA 1:200

Il livello di dettaglio è stato, in generale, quello della scala 1:200, sufficiente a definire le principali caratteristiche dell'edificio. Puntualmente, invece, durante la progettazione degli impianti, è stato necessario andare più in dettaglio in scale 1:100 e 1:50 per poter specificare meglio la relazione architettura/impianto e le eventuali interferenze.

## 2.3 La restituzione BIM

La restituzione BIM non è stata eseguita in autonomia, dal momento che è stato necessario interagire con il file "rvt" rappresentante i tre blocchi delle scuole già modellato in precedenza. In questo senso è stato obbligatorio adeguarsi ai riferimenti ereditati.

L'architettonico si compone di elementi appartenenti a famiglie di tre tipologie:

- Identiche a quelle ereditate, quindi già presenti nel file e con la possibilità di essere inserite con la semplice modifica dei parametri. È il caso dei pilastri, dei muri, dei solai e di alcune porte e finestre.
- Simili a quelle ereditate, che sono state modellate a partire dalle famiglie esistenti, apportando qualche modifica. È il caso di alcune porte e finestre.
- Nuove famiglie che hanno dovuto essere modellate da zero; è il caso di alcune finestre, alcuni elementi strutturali, alcune pareti e tutti i sanitari e i terminali impiantistici.



2.5-RESTITUZIONE BIM PROSPETTO NORD-EST

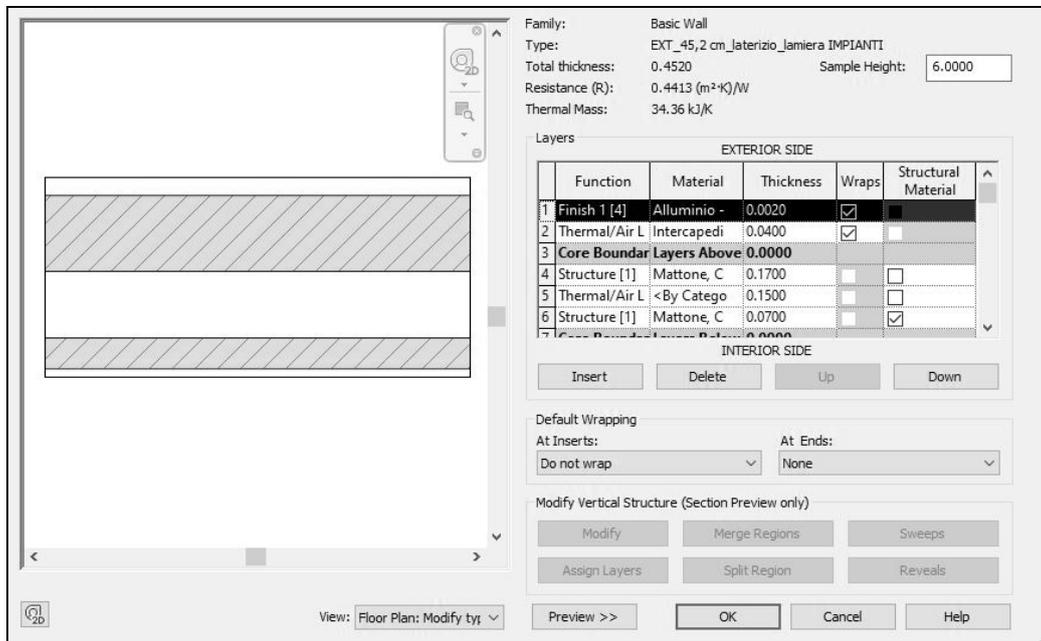
Il livello di dettaglio utilizzato è compreso tra il LOD 200 e il LOD 300;

Il LOD 200 è così definito dalla norma UNI 11337-4:2017: *“L’elemento è rappresentato graficamente all’interno del modello come un sistema generico, un oggetto o un assemblaggio con quantità approssimative, dimensione, forma, la posizione e l’orientamento”*. Il LOD 300 è invece così definito: *“L’elemento del modello è rappresentato graficamente all’interno del modello come un sistema specifico, un oggetto, o l’assemblaggio in termini di quantità, di dimensioni, di forma, di posizione e orientamento”*.

Questo livello di dettaglio è stato scelto per un motivo principale, cioè che la successiva progettazione necessita molta precisione nelle zone di interesse impiantistico, mentre per il resto dell’edificio una definizione corretta ma non dettagliata è sufficiente. E anche perché l’accuratezza dei dati raccolti durante le operazioni di rilievo ha permesso questo grado di profondità.

In particolare i muri perimetrali del prospetto Nord-Est hanno avuto un’importanza particolare e sono stati modellati con cura, in quanto sedi delle colonne di scarico e sostegno dei montanti degli impianti di adduzione, così come i solai, sedi di molte tubazioni.

Sia i solai che i muri sono elementi architettonici composti da strati, nel BIM vengono definiti proprio attraverso una parametrizzazione che definisce con precisione la loro stratigrafia.



## 2.6-STRATIGRAFIA DELLA PARETE ESTERNA

La restituzione è stata federalizzata in due diversi file, uno con template architettonico chiamato "Architectural Cecchi.rvt" in cui è stato definito l'edificio e uno con template idraulico chiamato "Plumbing Cecchi.rvt" in cui è stato importato il link del file precedente e in cui sono stati inseriti i sanitari nella posizione rilevata.

Il file "Plumbing Cecchi.rvt" è stata la base poi utilizzata per la progettazione degli impianti.

Una volta separato il file architettonico da quello impiantistico, e una volta inseriti i sanitari in quest'ultimo, è stato creato l'abaco dei sanitari, ultimo passaggio di questo rilievo. Con questo strumento è stato possibile restituire, anche a livello informativo, la parte esistente dell'impianto che si è deciso di mantenere, ovvero la posizione e la tipologia dei sanitari.

<b>&lt;Abaco dei sanitari&gt;</b>			
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Tipologia di apparecchi	Family	Count	Level
<b>000e - Piano primo</b>			
Terminale sanitario	Doccia con piatto	11	000e - Piano primo
Terminale sanitario	Doccia senza piatto	6	000e - Piano primo
Terminale sanitario	Lavabo 50x60	13	000e - Piano primo
Terminale sanitario	Lavatrice	1	000e - Piano primo
Terminale sanitario	M_Fregadero - Isla - Simple	1	000e - Piano primo
Terminale sanitario	Pozzeto di scarico	16	000e - Piano primo
Terminale sanitario	Rubinetto pulizie	5	000e - Piano primo
Terminale sanitario	WC disabili	8	000e - Piano primo
Terminale sanitario	WC turca	3	000e - Piano primo
<b>000c - Piano spogliatoi</b>			
Terminale sanitario	Doccia senza piatto	18	000c - Piano spogliatoi
Terminale sanitario	Lavabo 50x60	9	000c - Piano spogliatoi
Terminale sanitario	Pozzeto di scarico	14	000c - Piano spogliatoi
Terminale sanitario	Rubinetto pulizie	5	000c - Piano spogliatoi
Terminale sanitario	WC disabili	1	000c - Piano spogliatoi
Terminale sanitario	WC turca	8	000c - Piano spogliatoi
<b>0001 - Calpestio piscine</b>			
Terminale sanitario	Doccia con piatto	2	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	Doccia senza piatto	2	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	Lavabo 50x60	4	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	Pozzeto di scarico	2	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	Rubinetto pulizie	1	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	WC disabili	2	0001 - Calpestio piscine
Terminale sanitario	WC turca	2	0001 - Calpestio piscine
<b>000a - Piano Interrato</b>			
Terminale sanitario	Doccia senza piatto	11	000a - Piano Interrato
Terminale sanitario	Pozzeto di scarico	3	000a - Piano Interrato

2.7-ABACO DEI SANITARI

### 3. Il progetto

Il progetto consiste nel tracciamento e nel calcolo degli impianti idrici presenti nell'edificio. Nello specifico sono stati analizzati gli impianti che riforniscono gli apparecchi sanitari, gli scarichi e gli impianti di approvvigionamento e ricircolo delle piscine.

Essendoci un consumo d'acqua molto importante dovuto all'utilizzo molto frequente delle docce, è stato deciso, per motivi di risparmio idrico, di inserire nel progetto un impianto di raccolta, depurazione e distribuzione delle acque grigie.

Vi è stata quindi la necessità di creare due impianti di scarico: acque grigie e acque nere, di cui le prime vengono raccolte in una vasca opportunamente dimensionata per essere poi depurate e riutilizzate. Le seconde invece vengono indirizzate verso le fognature.

È stata altresì necessaria la creazione di due impianti di adduzione: acque potabili e acque grigie. Le prime derivanti dall'acquedotto e destinate al consumo umano, le seconde derivanti invece dall'impianto di depurazione e destinate ad altri scopi che non contemplano il contatto diretto con le persone.

Gli impianti progettati sono quindi:

- Adduzione acqua fredda e calda sanitaria
- Adduzione acque grigie
- Scarico acque grigie
- Scarico acque nere
- Ricircolo e filtrazione piscine

È stata quindi in primo luogo eseguita la progettazione tradizionale di questi, in seguito la progettazione BIM per poter poi confrontarle.

#### 3.1 La normativa di riferimento.

##### Impianto di acqua fredda e calda sanitaria

L'impianto di acqua fredda e calda sanitaria fa riferimento a due normative: una europea, la UNI-EN 806 e una italiana, la UNI 9182.

La prima offre un metodo semplificato di progettazione e può essere utilizzata quando l'impianto è "normalizzato", e questo avviene quando si verificano determinati requisiti cioè che le portate nei punti di prelievo non superino determinati valori specifici<sup>1</sup>, che il tipo di domanda non superi la portata di progetto del grafico<sup>2</sup> e che non sia previsto un impiego d'acqua di durata superiore ai 15 minuti.

Nel progetto in questione questi requisiti non sono rispettati, quindi si opera con il metodo dettagliato la cui normativa di riferimento è la UNI 9182: "*Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo*".

### Impianto di adduzione delle acque grigie

Le acque grigie si comportano a livello idraulico come le acque potabili, per questo motivo la normativa di riferimento è la stessa.

Per quel che riguarda invece la destinazione d'uso delle acque grigie vi è un'altra norma, cioè il D.M. 2 maggio 2006: "*Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue*" che limita l'utilizzo delle acque grigie ad alcune destinazioni d'uso quali l'utilizzo irriguo, l'utilizzo civile sia per il lavaggio delle strade nei centri urbani, sia per l'alimentazione dei sistemi per reti di adduzione separate da quelle delle acque potabili, in modo che non vi sia contatto tra le acque reflue recuperate e quelle destinate al consumo umano.

In questo caso le acque grigie sono destinate all'uso irriguo, all'alimentazione delle cassette dei WC e dei rubinetti destinati alle pulizie interne ed al lavaggio delle zone esterne.

### Impianti di scarico delle acque reflue

Gli impianti di scarico delle acque reflue in questo progetto sono stati separati nei due impianti di scarico delle acque grigie e delle acque nere. Per entrambi è stata utilizzata la normativa di riferimento UNI-EN 12056: "*Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni*".

### Impianto di filtrazione delle piscine

Per gli impianti di ricircolo e filtrazione delle acque destinate alla balneazione la normativa utilizzata è la UNI 10637: "*Piscine - Requisiti degli impianti di circolazione, filtrazione, disinfezione e trattamento chimico dell'acqua di piscina*".

---

<sup>1</sup> Prospetto 2, Norma UNI-EN 806

<sup>2</sup> Grafico "Figura B.1", Norma UNI-EN 806

## 3.2 Impianto di acqua fredda e calda sanitaria

L'impianto di adduzione di acqua fredda e acqua calda sanitaria è un impianto a pressione che ha come obiettivo principale quello di garantire che tutti gli apparecchi siano raggiunti dalle portate di progetto. Per questo scopo è necessario che le perdite di carico siano inferiori alla pressione garantita dall'acquedotto, oppure, in caso questa non sia sufficiente, progettare un impianto di sollevamento adeguato.

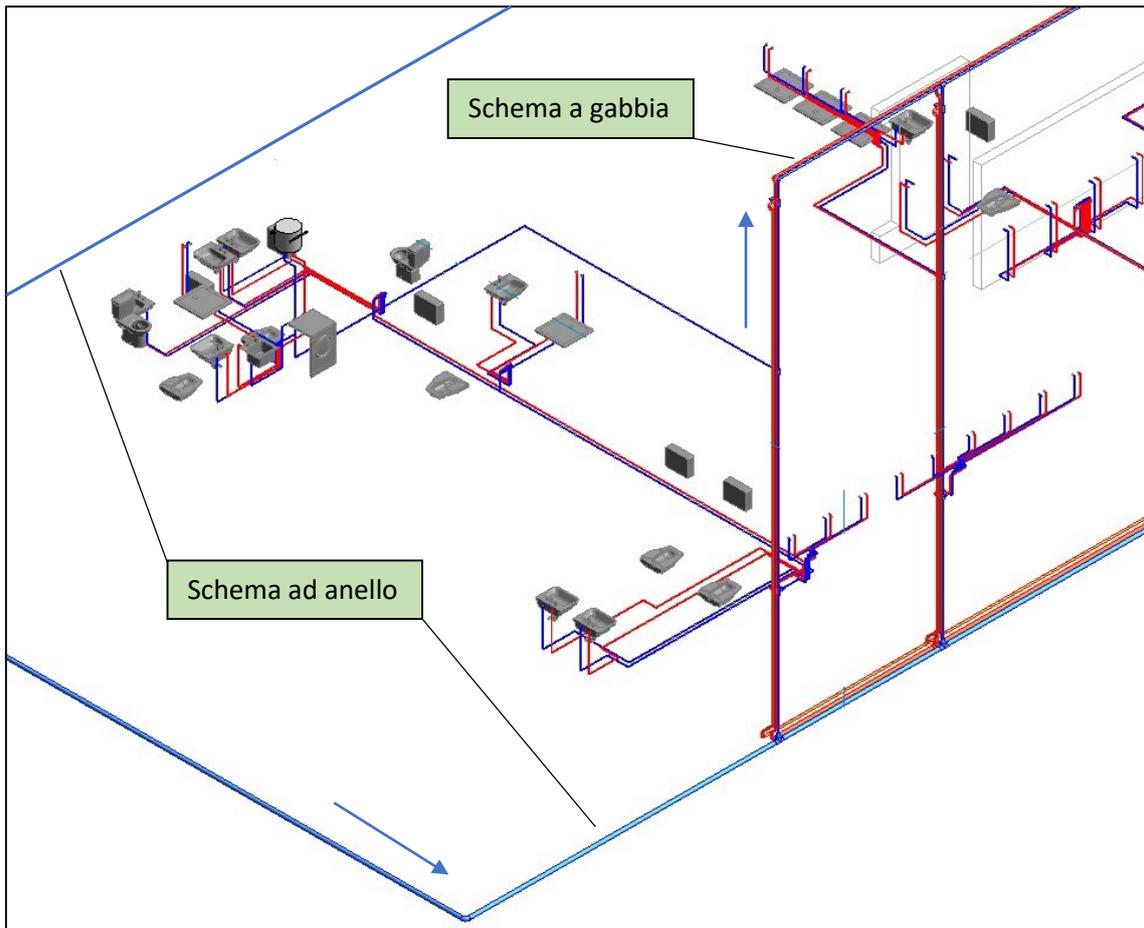
Inoltre è importante limitare le pressioni negli apparecchi più favoriti, e limitare la velocità dell'acqua per evitare rumorosità e fenomeni di abrasione all'interno delle tubazioni.

Per prima cosa si procede tracciando uno schema delle tubazioni dell'acqua fredda e calda, in questo caso parallele dal momento che gli apparecchi normalmente alimentati dalla sola acqua fredda (cassette wc e rubinetti a parete per le pulizie) sono in questo caso appartenenti ad un altro impianto. Poi si traccia lo schema della rete di ricircolo, anch'essa parallela alle colonne dell'acqua calda sanitaria.

### Lo schema di distribuzione

Vi sono diversi schemi di distribuzione possibili: a ramificazione, ad anello e a gabbia. Il primo è il più economico ma in caso di sovraccarichi può comportare una disomogeneità di portata, il secondo offre una maggiore uniformità di portate e in caso di guasto non compromette l'utilizzo dell'impianto e il terzo migliora ulteriormente i vantaggi anche se per farlo aumenta ulteriormente i costi.

In questo caso l'impianto a ramificazione è stato ritenuto insufficiente data la possibilità di sovraccarichi durante l'utilizzo contemporaneo di molti apparecchi, eventualità del tutto certa in una piscina pubblica, quando, ad esempio, al termine dell'orario di una lezione, tutti gli utenti ne fanno un uso simultaneo. È stata inoltre data molta importanza all'utilizzo delle stesse dopo un'attività sportiva o di balneazione, per questo è stato considerato fondamentale garantire l'utilizzo dell'impianto anche in caso di guasto.



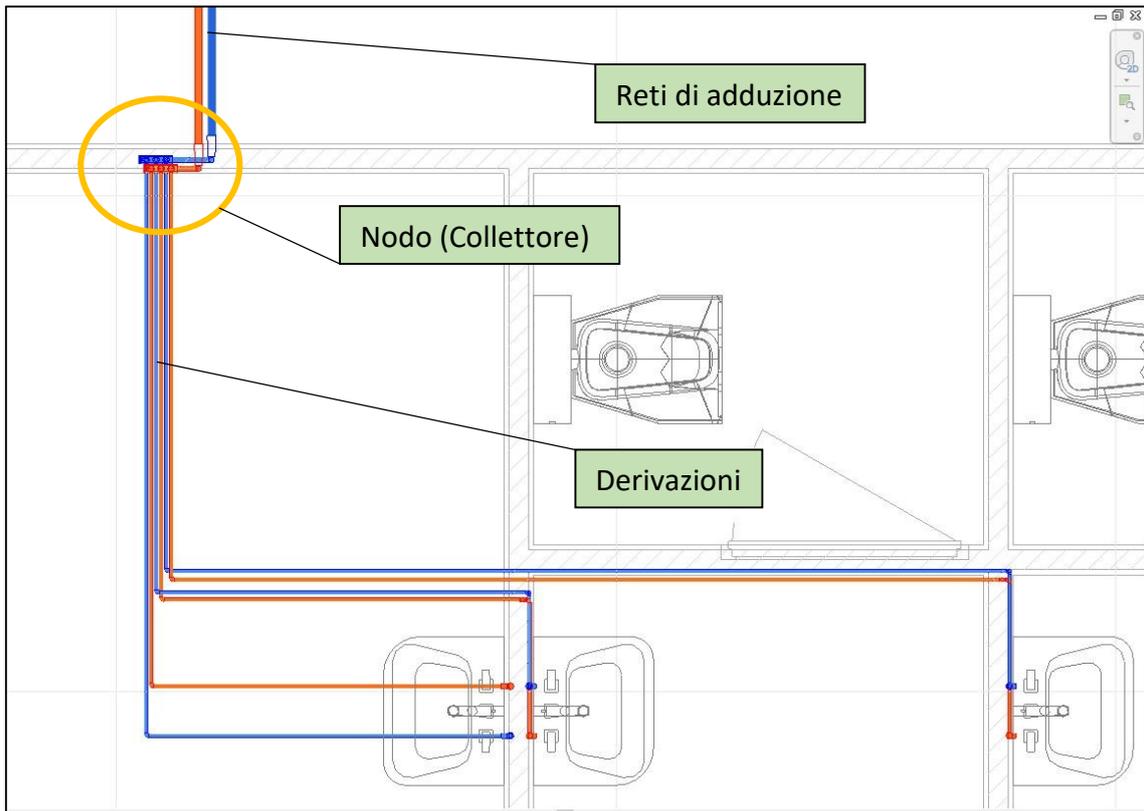
3.1- ANDAMENTI AD ANELLO E A GABBIA NEL PROGETTO. VISTA 3D IN REVIT

È stato così scelto un impianto ad anello con la possibilità, attraverso l'apertura di valvole di intercettazione, di diventare un impianto a gabbia. In questo modo, in qualunque caso, l'interruzione del servizio è circoscritta al punto del guasto e non colpisce altre aree dell'edificio.

I sanitari si concentrano soprattutto nella zona Nord-Est dell'edificio, laddove sono presenti gli spogliatoi, di conseguenza anche gli impianti sono collocati prevalentemente in questa zona.

### Il sistema

I sistemi per realizzare gli impianti idrici possono essere in serie o in parallelo. Il sistema impiegato per la realizzazione dell'impianto è del tipo "a collettori" detto anche "a ragno", costituito da una tubazione unica a cui sono allacciati in serie i collettori, ai quali sono allacciate in parallelo le tubazioni finali che distribuiscono l'acqua ai terminali.

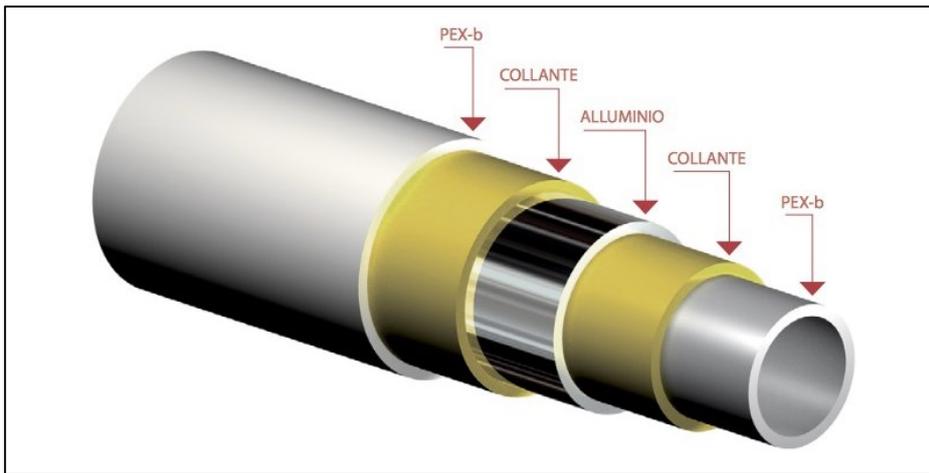


3.2- SCHEMA DEL SISTEMA A COLLETTORI

Il vantaggio di questo tipo di sistema di distribuzione è l'utilizzo di una sola tubazione che attraversa l'edificio, lasciando invece la distribuzione capillare nell'ultimo tratto, dal collettore ai terminali.

### Le tubazioni

Escludendo materiali ormai obsoleti per il trasporto di acqua potabile come il piombo e l'acciaio zincato, i materiali utilizzati a questo scopo sono principalmente tre: l'acciaio inox, il rame e il multistrato. Di questi è stato scelto il multistrato per due motivi: uno prettamente progettuale, ossia il costo inferiore agli altri due materiali, l'altro più relativo allo scopo di questo elaborato, cioè avere come oggetto di studio anche un impianto con tubazioni flessibili, dal momento che tutti gli altri impianti sono formati da tubazioni rigide anche se in nessuno di questi materiali.



3.3- STRATIGRAFIA DELLE TUBAZIONI IN MULTISTRATO

### L'allacciamento all'acquedotto

L'acquedotto prevede in questo caso un solo punto di allacciamento. Prendendo come riferimento i limiti dell'edificio, esso è posto a 40.90 m dalla facciata Sud-Est, a 0.6 m dal limite della proprietà sul lato Sud-Ovest e ad una quota di -1.10 m dalla linea di terra. Questo è il punto considerato come riferimento per lo sviluppo di tutto l'impianto.

La tubazione dell'acquedotto ha un diametro di 150mm.

Eseguite queste scelte e acquisiti questi dati, si può procedere alla progettazione vera e propria.

### 3.2.1 Il tracciamento

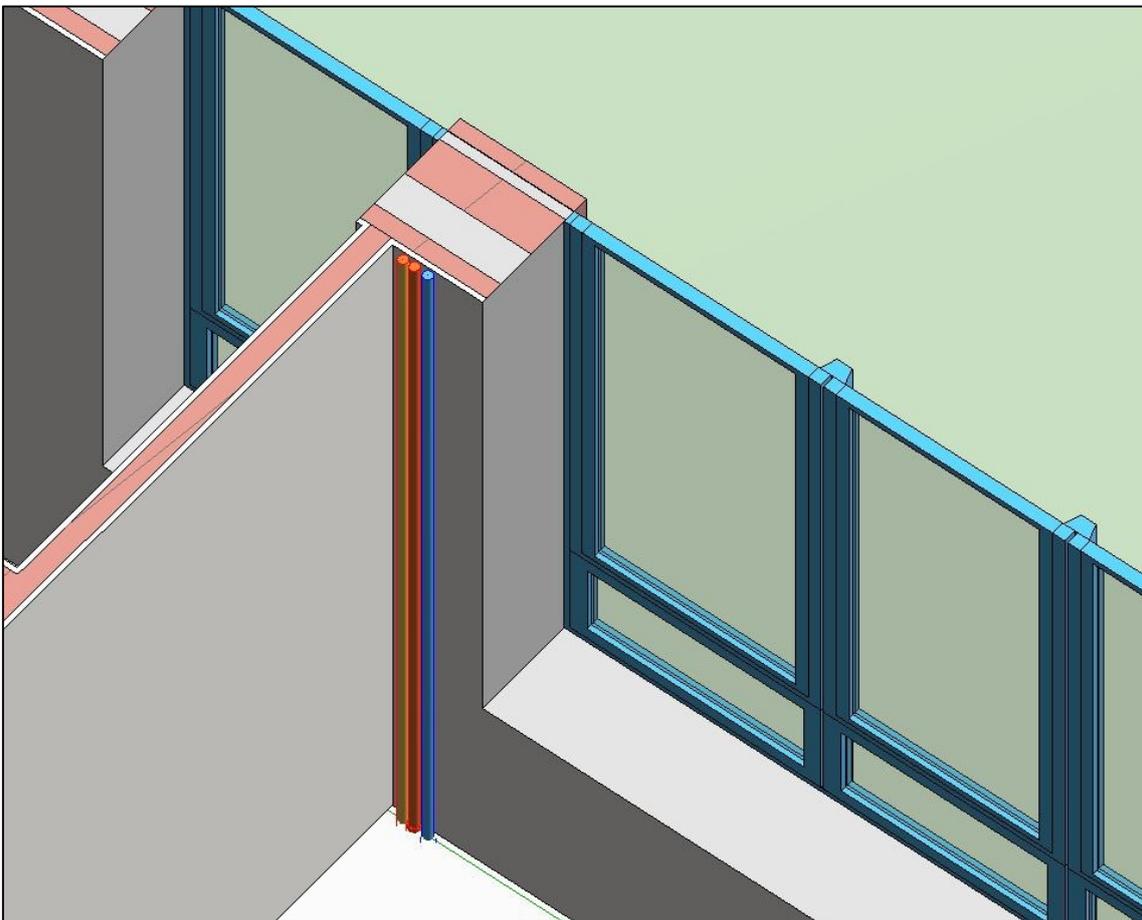
#### Le colonne montanti

Dalla scelta del numero di colonne portanti può dipendere l'efficienza dell'impianto stesso, infatti un numero troppo esiguo di queste e una conseguente presenza di troppi apparecchi connessi ad una sola di esse, può portare ad una diminuzione della portata tale da non garantire più un utilizzo corretto di questi.

Per questo motivo è stato scelto un numero di colonne pari a 4, con un numero massimo di 6 apparecchi per piano collegati a ciascuna di esse. Le colonne sono posizionate lungo la parete perimetrale Nord- Est distribuendo in modo pressoché uniforme la portata d'acqua.

La collocazione delle colonne deve tener conto degli spazi a disposizione e delle possibili interferenze con l'architettone ad ogni piano. Interferenze sia intese come occupazione contemporanea degli stessi volumi di altri elementi, sia come occupazione di posizioni che interferiscono con la naturale distribuzione architettonica degli spazi (ad esempio, un tubo in mezzo ad una stanza). Spesso vengono lasciati dei cavedi utili allo scopo al fine di offrire una comoda collocazione alle colonne montanti e evitare a priori qualsiasi problema di questo tipo. L'edificio Cecchi in effetti ha due cavedi dedicati agli impianti e probabilmente nell'impianto attuale le colonne montanti sono poste proprio in essi, però per questo nuovo impianto non sono stati utilizzati perché ospitano già il voluminoso impianto di ventilazione e non c'è stato modo di verificare se effettivamente in essi è presente lo spazio per ospitare le tubazioni.

Si è preferito quindi ubicarle lungo la parete esterna.



3.4- POSIZIONAMENTO DELLE COLONNE LUNGO LA PARETE ESTERNA

Nella progettazione tradizionale tutte queste scelte e azioni sono state eseguite lavorando contemporaneamente sulle 3 piante CAD che vengono condizionate

da questo elemento. Infatti ogni spostamento necessario a un piano si è dovuto ripetere manualmente sulle altre piante.

Nella progettazione BIM si è invece proceduto al loro tracciamento verticale con un diametro leggermente sovradimensionato, per poi eseguire un clash test e traslarle di conseguenza.

In entrambi i casi, dopo qualche tentativo, è stata trovata una collocazione delle colonne soddisfacente.

### Il tracciamento dell'anello alla base

L'anello alla base è stato tracciato a livello del calpestio del piano interrato, senza prevedere un suo inserimento nel massetto. Infatti i locali a questo livello sono tecnici oppure privi di destinazione d'uso, e si prestano senza problemi a tubazioni a vista. Inoltre, anche prevedendo un futuro utilizzo dei locali, le tubazioni sono state posizionate lungo il perimetro degli ambienti, adiacenti alle pareti, per questo non comporterebbero comunque problemi di ingombro anche nel caso di ristrutturazioni.

L'anello per l'acqua fredda sanitaria percorre tutto il perimetro dovendo servire direttamente tutti i locali e dovendo prelevare l'acqua dalla linea dell'acquedotto posta lungo il lato opposto alla posizione delle colonne; l'anello dell'acqua calda invece è ridotto e occupa solo un piccolo ingombro ai piedi delle colonne.

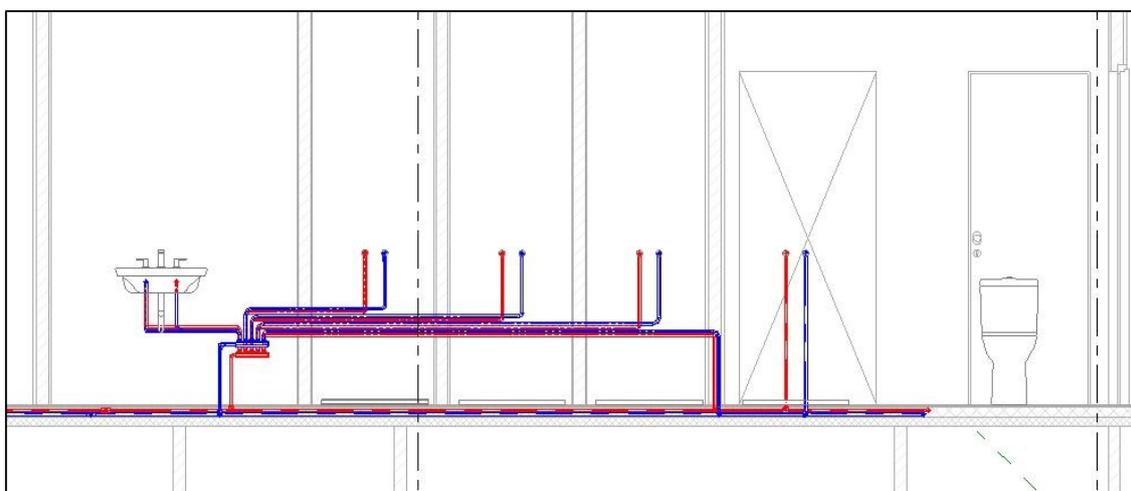
### I collettori

In ogni ambiente sono stati posti due collettori, uno per l'acqua fredda e uno per l'acqua calda, con il compito di ricevere acqua dall'impianto e distribuirla a più tubazioni in parallelo. È stato posto ad un'altezza di circa 35 cm da terra e sono state tracciate le tubazioni sia in pianta che in sezione per non lasciare indefiniti i percorsi che, soprattutto per collettori con molte uscite, potevano essere poco chiari.

Essendo nodi cruciali, questa operazione è stata eseguita sia nella progettazione tradizionale che nella progettazione BIM. Le figure 3.5 e 3.6 ne sono un esempio.



3.5- SCHEMA CAD DELLA DISTRIBUZIONE DEL COLLETTORE AL PIANO PRIMO



3.6- SCHEMA BIM DELLA DISTRIBUZIONE DEL COLLETTORE AL PIANO PRIMO

A livello informativo l'impianto di acqua fredda e calda sanitaria presenta il seguente abaco

<Abaco delle tubazioni e delle componenti AFCS>					
A	B	C	D	E	F
Family	Type	Rete	Materiale	DN	Count
Collettore 2 rami - CW	Collettore 2 rami - CW	Acqua fredda sanitaria	Ottone	26	3
Collettore 3 rami - CW	Collettore 3 rami - CW	Acqua fredda sanitaria	Ottone	26	1
Collettore 4 rami - CW	Collettore 4 rami - CW	Acqua fredda sanitaria	Ottone	26	2
Collettore 5 rami - CW	Collettore 5 rami - CW	Acqua fredda sanitaria	Ottone	26	6
Collettore 6 rami - CW	Collettore 6 rami - CW	Acqua fredda sanitaria	Ottone	26	5
M_Elbow - Welded - Generi	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	123
M_Elbow - Welded - Generi	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	20	4
M_Elbow - Welded - Generi	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	32	3
M_Elbow - Welded - Generi	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	2
M_Elbow - Welded - Generi	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	75	5
M_Reducer - PVC - Sch	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	1
M_Tee - Welded - Generic	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	8
M_Tee - Welded - Generic	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	20	3
M_Tee - Welded - Generic	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	32	2
M_Tee - Welded - Generic	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	9
M_Tee - Welded - Generic	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	75	7
M_Transition - Welded - Ge	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	78
M_Transition - Welded - Ge	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	20	5
M_Transition - Welded - Ge	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	26	2
M_Transition - Welded - Ge	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	32	3
M_Transition - Welded - Ge	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	4
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	511
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	18	5
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	20	15
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	26	11
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	32	7
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	19
Pipe Types	Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	75	16
Plumbing_Joints_Aquatech	Plumbing_Joints_Aquatechnik	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	2
Plumbing_Joints_Aquatech	Plumbing_Joints_Aquatechnik	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	1
Supply_System-Fittings-Va	Valsir Pexal Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	16	293
Supply_System-Fittings-Va	Valsir Pexal Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	18	3
Supply_System-Fittings-Va	Valsir Pexal Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	20	2
Supply_System-Fittings-Va	Valsir Pexal Standard	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	26	7
Valvola colpo d'ariete	2300 3"	Acqua fredda sanitaria	Multistrato	40	4

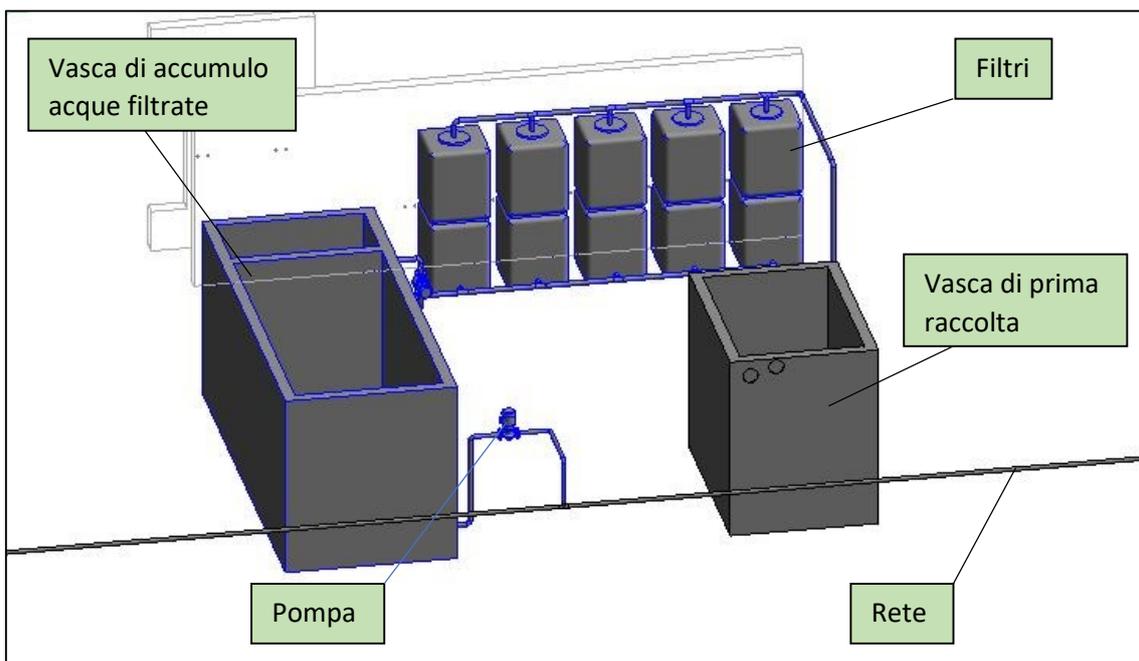
3.7- ABACO DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ACQUE FREDDA E CALDA SANITARIA

### 3.3 L'impianto di adduzione delle acque grigie.

L'impianto delle acque grigie è destinato a quegli utilizzi delle acque come l'utilizzo irriguo, civile e per le pulizie di ambienti interni o esterni. L'obiettivo è da un lato il risparmio della risorsa acque e dall'altro che non vengano a contatto con le persone.

Similmente agli impianti di adduzione di acqua fredda e acqua calda sanitaria, questo è un impianto a pressione che ha come obiettivo principale quello di garantire che tutti gli apparecchi siano raggiunti dalle portate di progetto. La differenza è che è un sistema che non può funzionare a gravità data la posizione delle vasche in un punto di altezza inferiore alle utenze, per questo è necessaria la presenza di una pompa adeguatamente dimensionata per lo scopo.

Inoltre è necessario progettare una vasca di raccolta delle acque e un impianto di filtrazione adeguato alle esigenze del sistema.



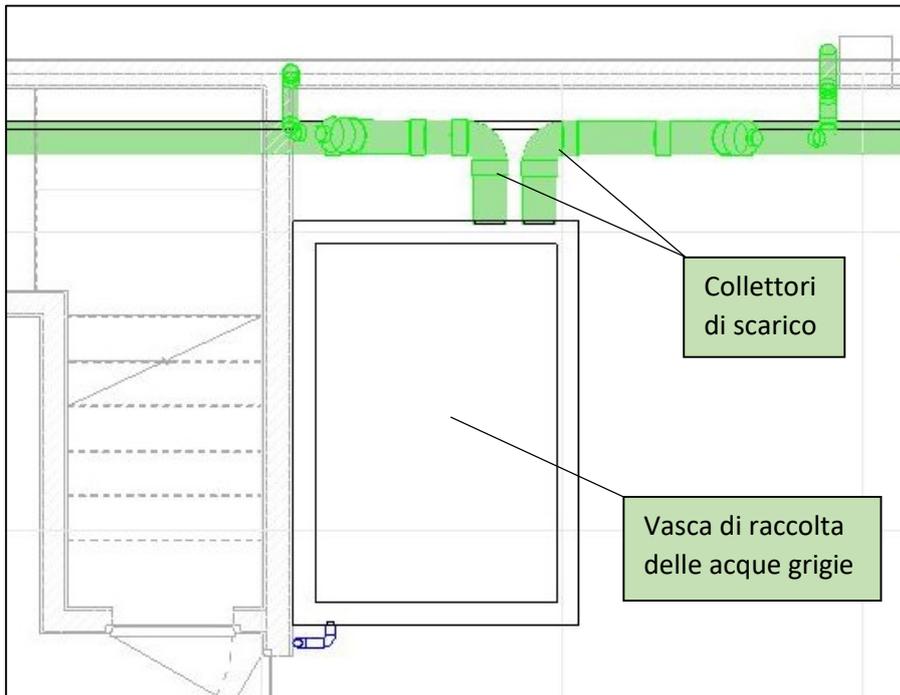
3.8- IMPIANTO DI RACCOLTA E DEPURAZIONE ACQUE GRIGIE

#### Lo schema di distribuzione

Tra i diversi schemi di distribuzione possibili è stato scelto in questo caso il sistema a ramificazione perché ritenuto sufficiente visto l'utilizzo poco frequente dei rubinetti per le pulizie dei bagni e dal momento che l'impossibilità di utilizzo di alcuni sanitari in caso di guasto non è stata considerata critica.



È stata posizionata nella sua posizione ideale, ossia proprio al di sotto dei collettori di scarico.



3.10- LA VASCA DI RACCOLTA DELLE ACQUE GRIGIE COLLOCATA AL DI SOTTO DEI COLLETTORI DI SCARICO

Le informazioni riguardanti l'impianto di adduzione delle acque grigie sono state ricavate dal seguente abaco:

<Abaco delle tubazioni e delle componenti della rete di adduzione delle acque grigie>				
A	B	C	D	E
Family	Type	Rete	Materiale	Count
M_Elbow - Welded	Standard	Adduzione acque	Acciaio zincato	157
M_Tee - Welded -	Standard	Adduzione acque	Acciaio zincato	39
M_Transition - Wel	Standard	Adduzione acque	Acciaio zincato	15
Pipe Types	Impiantoi grigie	Adduzione acque	Acciaio zincato	34
Pipe Types	Standard	Adduzione acque	Acciaio zincato	207
Pompa centrifuga	Pompa DN40	Adduzione acque		1
Pompa centrifuga	Pompa DN50	Adduzione acque		1
Unità filtro acque g	Unità filtro acque g	Adduzione acque		5
Vasca di deposito	Vasca di deposito	Adduzione acque	Cemento	1
Vasca di raccolta	Vasca di raccolta	Adduzione acque	Cemento	1

3.11- ABACO DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ACQUE FREDDA E CALDA SANITARIA

## 3.4 Gli scarichi.

### Requisiti dell'impianto

L'impianto di scarico ha il compito di trasportare le acque reflue dai sanitari alle fognature nel modo più opportuno. Rispetto agli impianti fin qui analizzati, segue una logica del tutto diversa, infatti non si tratta di tubazioni in pressione, ma di tubazioni che, al contrario, devono essere progettate con lo scopo preciso di non creare pressioni al loro interno, le quali potrebbero rimuovere i tappi idraulici e permettere ai cattivi odori di diffondersi negli ambienti. Questo risultato si ottiene principalmente garantendo una ventilazione costante attraverso delle aperture nella parte superiore delle colonne di scarico, e attraverso altri accorgimenti a seguito analizzati.

Le zone a rischio pressione sono:

- le parti inferiori dei collettori, nelle quali le acque reflue acquisiscono velocità e letteralmente spingono l'aria sottostante creando una zona di pressione a valle e di depressione a monte. Questo problema si ovvia con un corretto dimensionamento della colonna ed evitando allacciamenti diretti in questi tratti, per convenzione considerati di 3 m in edifici fino a 5 piani come l'edificio oggetto di studio, e preferendo invece la connessione ad un collettore ad una distanza minima di 10 volte il diametro esterno della tubazione.
- I cambi di direzione: nelle connessioni si può creare un ingorgo con la conseguente generazione di zone di pressione. In questo caso si ovvia al problema cambiando la geometria del raccordo, cioè inserendo due curve a 45° con un tratto intermedio di lunghezza minima di due volte il diametro. In questo modo la curva è più dolce e l'effetto della sovrappressione è ridotto entro valori tollerabili.

Questo espediente risolve anche il problema acustico dovuto agli impatti.

Oltre al problema delle sovrappressioni l'impianto deve garantire lo smaltimento delle acque attraverso i collettori, quindi devono esistere dei diametri opportunamente dimensionati, deve esistere una pendenza minima che in questo progetto è stata impostata al 2% e, inoltre, lo sforzo di taglio lungo le tubazioni deve essere superiore a 2 Pa in modo che eventuali residui siano "raschiati" via.

### Tipi di impianto

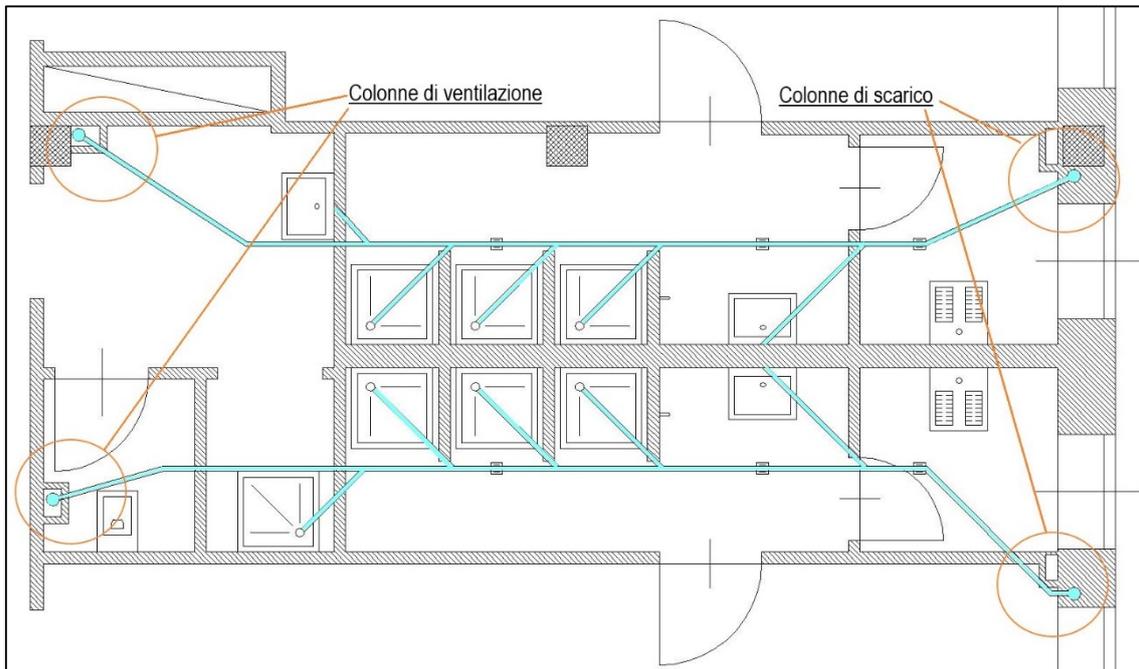
L'impianto di scarico è stato diviso in due sistemi: da un lato vi è l'impianto di raccolta delle acque grigie, destinate all'impianto di depurazione, dall'altro vi è

l'impianto di scarico delle acque nere, indirizzate invece verso il pozzo di raccolta e alla fognatura. I due sistemi, pur comportandosi allo stesso modo, rispettando le direttive della normativa 12056, sono completamente indipendenti.

### La tipologia di ventilazione

Gli impianti di scarico possono essere ventilati secondo diversi schemi, ognuno dei quali si conforma meglio a esigenze diverse. Il vincolo principale per la scelta di una tipologia di ventilazione è la distanza degli apparecchi dalla colonna di scarico di riferimento, infatti, se rispettato il vincolo dei 4 metri di distanza, si può utilizzare la ventilazione diretta nella quale le colonne di scarico sono direttamente utilizzate per la ventilazione. Nel caso invece in cui questa distanza non si possa rispettare perché la distribuzione degli apparecchi non lo permette, si ricorre ad altri sistemi.

In questo progetto sono stati utilizzati due schemi di ventilazione: per l'impianto di raccolta delle acque grigie è stato necessario convogliare le acque di scarico di diversi sanitari posti a distanze comprese tra i 4 e i 10 metri, a questo scopo è indicata la ventilazione secondaria indiretta che contempla due tipi di colonne disposte ai due lati degli impianti: le colonne con funzione di scarico e di ventilazione, e quelle con l'unica funzione di ventilare.



3.12- ESEMPIO DI VENTILAZIONE SECONDARIA INDIRETTA AL PIANO PRIMO

Per l'impianto di convogliamento delle acque nere invece le distanze sono inferiori ai 4 metri, per questo motivo è stata sufficiente la ventilazione diretta per tutte le colonne disposte nell'edificio.

### Le tubazioni

Per questo tipo di impianto, che deve garantire un corretto scorrimento delle acque e deve essere inattaccabile chimicamente dalle stesse, i materiali ideali sono i materiali plastici, in particolare sono state utilizzate tubazioni e raccordi in PVC.

### L'allacciamento alla rete fognaria

La rete fognaria delle acque nere percorre via Antonio Cecchi a una distanza di 7065 m dal limite della proprietà sul lato Sud-Ovest e ad una profondità di 3,50 m dalla linea di terra. È una fognatura di tipo ovoidale di altezza utile di 1,20 m e un ingombro di 1,50 m che prevede gli allacciamenti a 2/3 dell'altezza. Quindi la quota di allacciamento è di 4 metri al di sotto della linea di terra e vi si può collegare in qualunque punto.

L'ubicazione degli apparecchi è in questo caso sfavorevole, infatti la maggior parte di essi è ubicata nella zona opposta dell'edificio. I collettori del piano interrato convogliano quindi le acque verso il vertice Sud dell'edificio, da cui partirà il ramo finale verso la fognatura.

### Il pozzo di raccolta delle acque nere

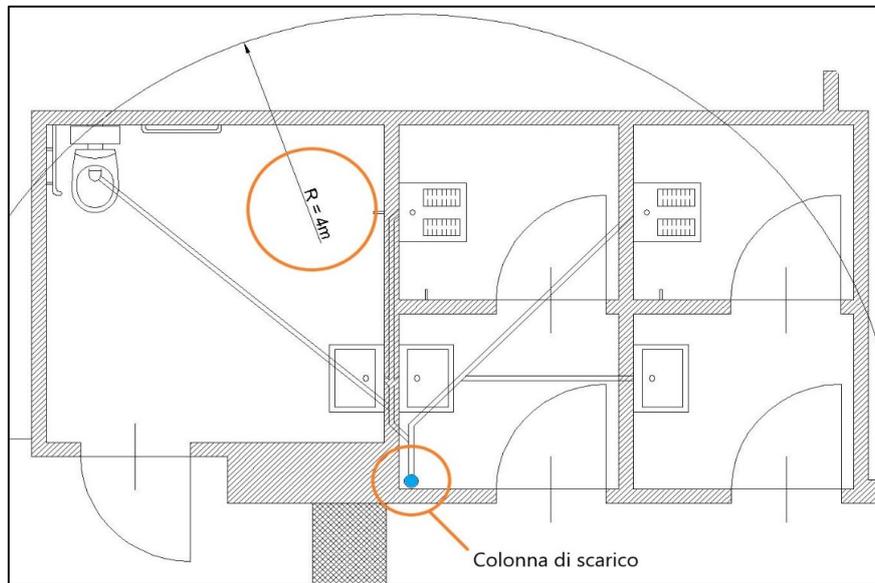
Dal momento che la rete fognaria è ad una quota (-3,50 m) superiore rispetto a quella dei collettori di scarico, è necessario un pozzo di raccolta delle acque nere, con relativo impianto di sollevamento che permetta alle acque reflue di raggiungere la fognatura. Allo scopo è stata inserita nel progetto una vasca con un volume sufficiente a compensare la portata delle stesse in ogni momento e per poter sopperire ad eventuali stacchi dell'energia elettrica, come suggerito dalla normativa 12056.

### Le colonne di scarico

La collocazione delle colonne è un problema importante dal momento che, oltre alle possibili interferenze con gli altri elementi dell'edificio, deve essere eseguita in modo da evitare distanze troppo elevate dagli apparecchi. La loro posizione e il loro numero è dipeso proprio da questo tipo di esigenza.

Autocad offre strumenti molto rapidi per eseguire questo tipo di scelte, infatti è possibile tracciare i cerchi rappresentativi le distanze e spostarli con facilità fino a un risultato soddisfacente.

Le colonne sono state inserite nelle intercapedini delle pareti esterne, oppure all'interno degli ambienti, negli angoli o comunque in zone dove non intralcino l'utilizzo degli ambienti da parte delle persone. Le colonne inserite sono 13 per le acque nere, 6 per la raccolta delle acque grigie più 5 di ventilazione laddove vi sia la ventilazione indiretta.

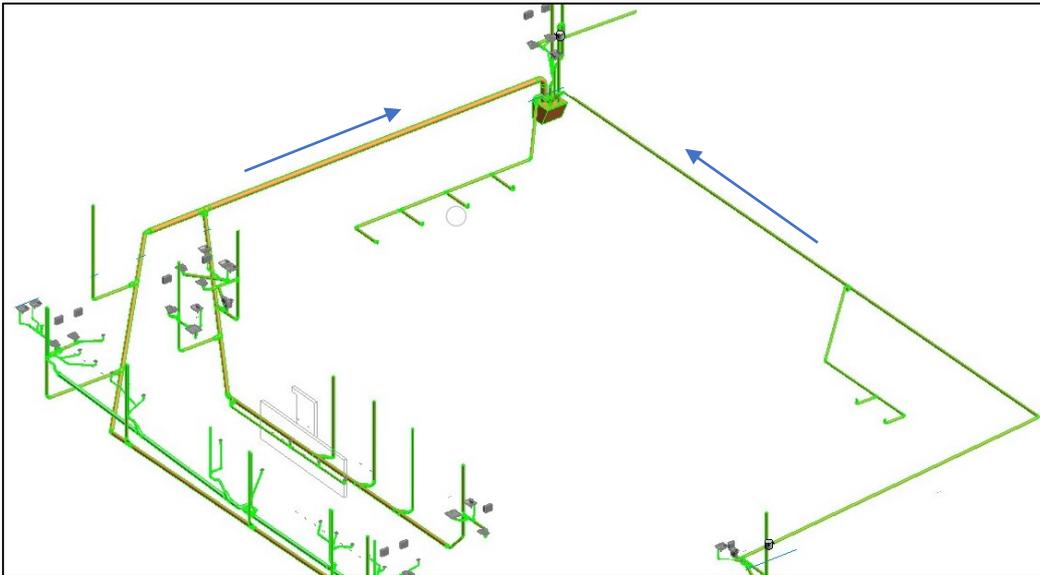


3.13- ESEMPIO DEL POSIZIONAMENTO DEGLI APPARECCHI A 4 METRI DI DISTANZA DALLA COLONNA DI SCARICO

### I collettori di scarico

Infine sono stati inseriti i collettori sia delle acque grigie che delle acque nere. I primi verso la vasca di raccolta delle acque grigie, i secondi verso la rete fognaria.

I collettori di scarico sono molto voluminosi, soprattutto quelli del piano interrato che raccolgono le acque di tutto l'edificio, per questo è stata posta l'attenzione su questo problema e si sono ipotizzati dei percorsi con il rischio di interferenza con altri oggetti minore possibile.



3.14- SCHEMA COMPLESSIVO DELL'IMPIANTO E PERCORSI DEI COLLETTORI FINALI DI SCARICO

Si è poi notato come, essendoci colonne di raccolta delle acque in diversi punti dello spazio, si sarebbe creata una “ragnatela” di tubazioni di scarico al piano interrato. Questa opzione si sarebbe potuta attuare in quanto gli spazi non sono al momento utilizzati, ma si è preferito seguire uno schema orizzontale-verticale con colonne montanti adiacenti alle pareti e collettori di scarico a livello pavimento, in modo da lasciare gli spazi agibili anche in vista di necessità future.

A livello informativo gli scarichi delle acque nere presentano il seguente abaco.

<Abaco tubazioni e componenti scarichi acque nere>				
A	B	C	D	E
Family	Type	Rete	Materiale	Count
M_Bend - PVC - S	Standard	Scarichi acque nere	PVC	140
M_Elbow - Welded	Standard	Scarichi acque nere	PVC	1
M_Plug - PVC - Sc	Standard	Scarichi acque nere	PVC	16
M_Reducer - PVC	Standard	Scarichi acque nere	PVC	61
M_Tee - Welded -	Standard	Scarichi acque nere	PVC	1
M_Tee Sanitary - P	Standard	Scarichi acque nere	PVC	61
M_Transition - Wel	Standard	Scarichi acque nere	PVC	1
M_Wye 45 Deg Do	Standard	Scarichi acque nere	PVC	2
Pipe Types	PVC - DWV	Scarichi acque nere	PVC	237
Pipe Types	PVC - Scarichi	Scarichi acque nere	PVC	39
Pipe Types	Standard	Scarichi acque nere	PVC	1
Pozzeto di scarico	Filtro 125 mm x	Scarichi acque nere		7
Pozzo acque nere	Pozzo acque nere	Scarichi acque nere		1

3.15- ABACO DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI SCARICO DELLE ACQUE NERE

E gli impianti di scarico delle acque grigie il seguente.

Abaco tubazioni e componenti scarichi acque grigie				
A	B	C	D	E
Family	Type	Rete	Materiale	Count
M_Bend - PVC - S	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	118
M_Elbow - Welded	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	1
M_Plug - PVC - Sc	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	12
M_Reducer - PVC	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	74
M_Tee - Welded -	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	1
M_Tee Sanitary - P	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	64
M_Transition - Wel	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	1
Pipe Types	PVC - DWV	Scarichi acque grigie	PVC	248
Pipe Types	Standard	Scarichi acque grigie	PVC	4
Pozzeto di scarico	Filtro 125 mm x	Scarichi acque grigie		31

3.16- ABACO DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI SCARICO DELLE ACQUE GRIGIE

### 3.5 Le piscine.

L'edificio è dotato di due piscine, destinate rispettivamente all'utilizzo da parte degli adulti e dei bambini, con relativi impianti di ricircolo e filtrazione.

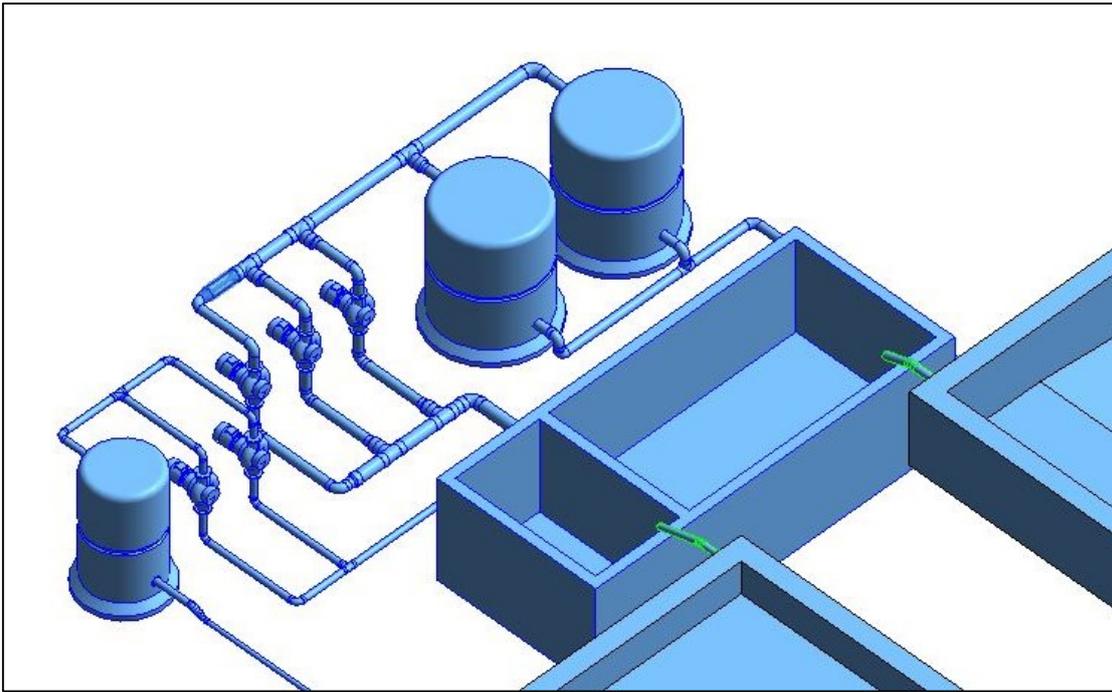
La piscina per adulti è di tipologia A1 secondo la classificazione della normativa 10637, ovvero una piscina pubblica. È una vasca semi-olimpionica di dimensioni 25x12 m, di profondità variabile da 1,20 m a 2,50 m e di volume pari a 693 m<sup>3</sup>.

La piscina per bambini è anch'essa di tipologia A1, ha dimensioni di 12x8m con una profondità di 70 cm con un volume complessivo di 67.2 m<sup>3</sup>.

### L'impianto di ricircolo

#### Requisiti dell'impianto

Le piscine devono garantire il servizio durante tutto il periodo di apertura, e devono soddisfare i requisiti chimico/fisici dell'acqua in ogni momento e in ogni punto delle vasche. A questi scopi devono poter essere riempite in tempi accettabili e devono essere dotate di un impianto di ricircolo e filtrazione delle acque dimensionato secondo le direttive della norma 10637.



3.17- SCHEMA COMPLESSIVO DELL'IMPIANTO DI RICIRCOLO

L'impianto di ricircolo è composto da un sistema di ripresa delle acque, da una vasca di compenso, dalle unità di filtrazione, dalle unità di pompaggio e dalle bocchette di immissione in piscina.

L'obiettivo di questo impianto è quello di mantenere le acque sempre depurate, e soprattutto farlo in ogni punto della vasca, quindi fare sì che non vi siano zone morte all'interno della vasca ma che tutta l'acqua venga messa in circolo.

Questo si ottiene distribuendo le bocchette di immissione in modo omogeneo su tutta la superficie della piscina.

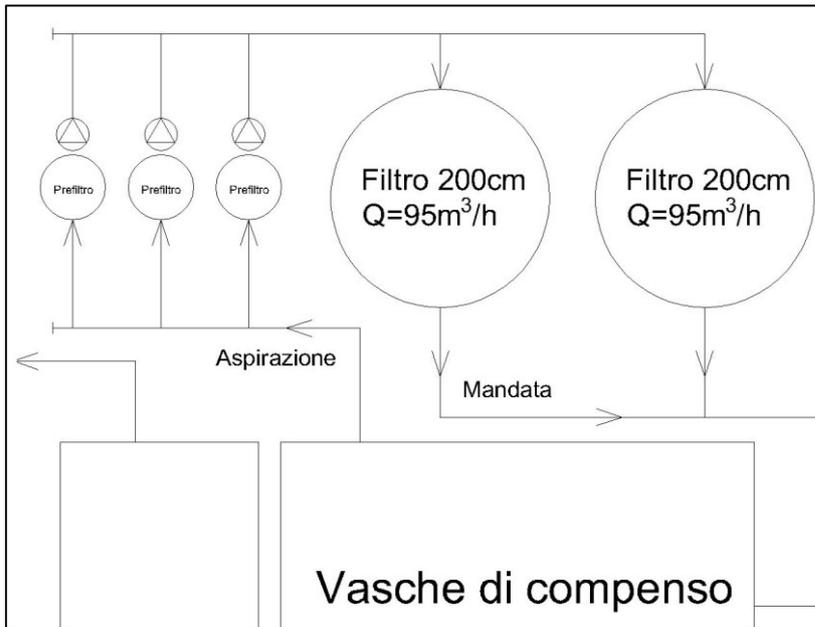
#### Lo schema di distribuzione dell'impianto di ricircolo

Nel caso in cui vi sia un numero minimo di 2 filtri come nel caso dell'impianto della piscina per adulti, sono possibili due schemi di distribuzione:

- L'impianto in parallelo, che prevede una linea per ogni filtro secondo lo schema aspirazione-pompa-filtro-mandata
- L'impianto a collettore che prevede un collegamento delle pompe a un collettore di distribuzione ai filtri.

Quest'ultimo garantisce una miglior distribuzione e permette di inserire agevolmente la pompa di riserva, per questo è stata l'opzione scelta in questo progetto.

Nel caso invece sia necessario solamente un filtro il problema non si pone e si utilizza uno schema in un'unica linea.



3.18- SCHEMA DELL'IMPIANTO DI RICIRCOLO DELLA VASCA DEGLI ADULTI

### Le tubazioni

L'impianto di ricircolo muove una portata d'acqua molto importante se paragonata alle portate tipiche degli impianti negli edifici. Per garantire quindi delle velocità accettabili, è necessario utilizzare delle tubazioni con diametri anche dell'ordine di 10 volte più grandi di quelli normalmente utilizzati. Non è quindi semplice trovare sul mercato tubazioni in multistrato di queste dimensioni, e utilizzare tubazioni in rame o in acciaio inox sarebbe estremamente costoso con questi diametri.

Il materiale che risolve questi problemi è il PVC, le tubazioni sono state quindi progettate in questo materiale.

A livello informativo seguono i dati relativi all'impianto di ricircolo delle piscine

Abaco delle tubazioni e delle componenti dell'impianto di ricircolo delle piscine				
A	B	C	D	E
Family	Type	Rete	Materiale	Count
Filtro a sabbia diam	Filtro a sabbia diam	Ricircolo piscina		1
Filtro a sabbia diam	Filtro a sabbia diam	Ricircolo piscina		2
M_Bend - PVC - S	Standard	Ricircolo piscina	PVC	38
M_Elbow - Welded	Standard	Ricircolo piscina	PVC	8
M_Plug - PVC - Sc	Standard	Ricircolo piscina	PVC	2
M_Reducer - PVC	Standard	Ricircolo piscina	PVC	12
M_Tee - Welded -	Standard	Ricircolo piscina	PVC	2
M_Tee Sanitary - P	Standard	Ricircolo piscina	PVC	59
M_Transition - Wel	Standard	Ricircolo piscina	PVC	40
Pipe Types	Standard	Ricircolo piscina	PVC	176
Piscina adulti	Piscina adulti	Ricircolo piscina		1
Piscina bambini	Piscina bambini	Ricircolo piscina		1
Pompa centrifuga	Pompa piscina DN	Ricircolo piscina		2
Pompa centrifuga	Pompa piscine DN1	Ricircolo piscina		3
Vasche compenso	Vasche compenso	Ricircolo piscina		1

3.19- ABACO DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI RICIRCOLO DELLE PISCINE

## 4. Il dimensionamento

### 4.1 Acqua fredda e calda sanitaria

Per il dimensionamento si procede con l'utilizzo del metodo dettagliato (Appendice I della norma UNI 9182) che prevede il calcolo idraulico della rete.

Si sono innanzitutto numerati i locali e in seguito numerati i rami e i nodi appartenenti ad ognuno di essi. La logica è stata quella di utilizzare la lettera "P" per i locali al piano primo, la lettera "T" per i locali al piano degli spogliatoi e la lettera "I" per i locali al piano interrato. I rami di ciascun locale sono stati numerati in ordine numerico e i collettori contraddistinti dalla lettera "C".

Con questa indispensabile operazione è stato possibile organizzare il calcolo.

#### Le unità di carico

Le unità di carico sono delle unità indicatrici della portata nominale di ciascun apparecchio, che tengono conto anche della contemporaneità. Dall'Appendice D, prospetto D2, della norma UNI 9182:2014 si sono ricavate, per ogni utenza, le unità di carico (UC). Le utenze connesse all'impianto di acqua fredda e calda sanitaria sono:

Doccia: 3UC; Lavabo: 1.5UC; Bidet: 1.5UC; Lavabiancheria: 2UC

#### Calcolo del diametro interno minimo

Si ricava dall'Appendice D, prospetto D3, il valore della portata di progetto relativa a ogni ramo  $Q$  (l/s). Funzione delle UC e della tipologia di apparecchio.

Si assegna una velocità massima  $V_{max} = 2$  m/s e con l'utilizzo della formula

$$Q = \Omega \cdot v$$

si ricava il diametro  $d_{min}$ . Il diametro ricavato difficilmente si trova in commercio, per tal motivo si arrotonda il valore per eccesso così da ricavare un diametro esistente  $d_{eff}$  che garantisce una velocità pari o inferiore a quella massima.

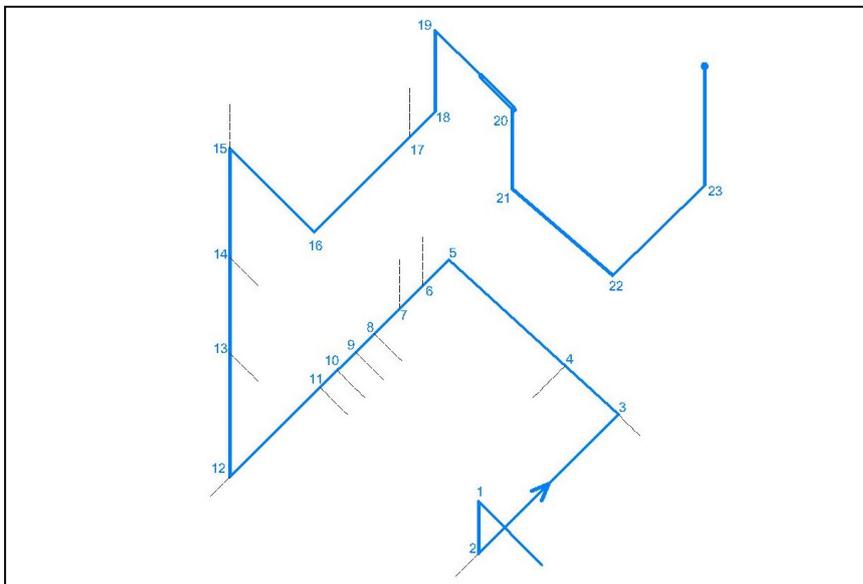
In questo elaborato viene inserito solamente uno stralcio del calcolo, la pagina completa è invece in allegato.

	Ramo	UC	Q [l/s]	Q [m3/s]	Vmax [m/s]	Amin [m2]	Dmin [mm]	Deff	Materiale
P3-P4	1	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	2	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	3	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	4	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	5	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	Coll. C1	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	26	Ottone
	6	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	20	Multistrato
P5-P4	1	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	2	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	3	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	4	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	5	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	Coll. C2	13,5	0,66	0,00066	2	0,00033	20,50	26	Ottone
	6	13,5	0,66	0,00066	2	0,00033	20,50	26	Multistrato
	7	25,5	1,147	0,001147	2	0,0005735	27,03	32	Multistrato
P6-P7	1	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	2	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato
	Coll. C3	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Ottone
	3	3	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	Multistrato

4.1- STRALCIO DELLA TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI AFCS

### Le perdite di carico concentrate.

Si è individuato dapprima l'utenza più sfavorita, ovvero più lontana dall'allaccio acquedotto. Il percorso e i rami caratteristici sono illustrati nello schema in basso.



4.2- SCHEMA DEL PERCORSO SFAVOREVOLE DELL'IMPIANTO

In questo senso, non avendo un supporto 3D è stato necessario fare un rapido schema che rappresentasse il percorso sfavorevole e ne definisse in modo dettagliato le discontinuità.

Per il calcolo delle perdite di carico concentrate si valutano tutti i cambi di geometria presenti sulla rete e si calcolano nel seguente modo:

$$\Delta Hc = K \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v_{eff}^2 [Pa]$$

Dove,

K: coefficiente adimensionale determinato con l'utilizzo del prospetto I4 della norma UNI 9182. Il prospetto indica, in funzione della tipologia di raccordo e del diametro del tubo in materiale plastico il valore di k da adottare;

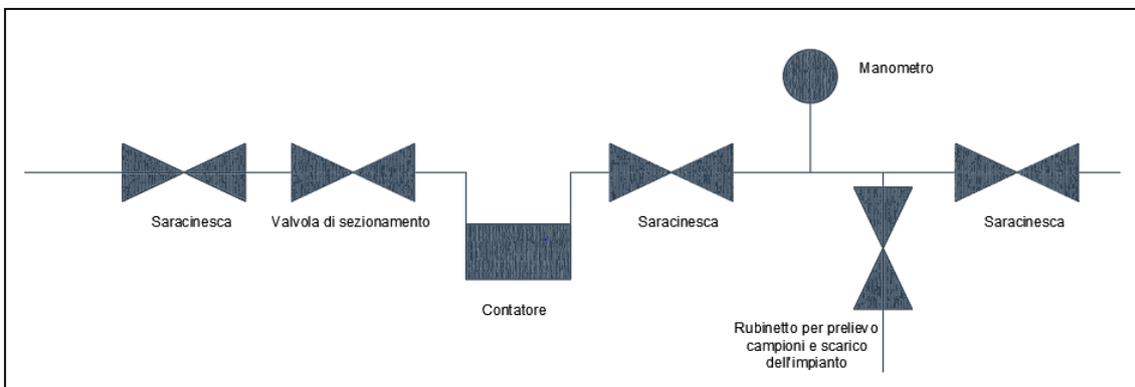
ρ: densità del fluido, in questo caso acqua e pari a 1000 [kg/m3];

v<sub>eff</sub>: velocità del fluido, ricalcolata tenendo conto del deff [m/s].

Ramo	UC	Q [l/s]	Q [m3/s]	Vmax [m/s]	Amin [m2]	Dmin [mm]	Deff	Aeff [m2]	Veff [m/s]	Tipo perdita	k	ρ [kg/m3]	ΔHc [Pa]
23	1	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	0,00020096	1,49 Gomito 90	4,35	1000	4847,11
22	1	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	0,00020096	1,49 Gomito 90	4,35	1000	4847,11
21	1	1,5	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	16	0,00020096	1,49 Gomito 90	4,35	1000	4847,11
20 Coll. CS		13,5	0,66	0,00066	2	0,00033	20,50	26	0,00053066	1,24 Collettore	1,73	1000	1338,05
19	7	13,5	0,66	0,00066	2	0,00033	20,50	26	0,00053066	1,24 Gomito 90	5,15	1000	3983,20
18	8	27	1,198	0,001198	2	0,000599	27,62	32	0,00080384	1,49 Gomito 90	2,6	1000	2887,47
17	8	27	1,198	0,001198	2	0,000599	27,62	32	0,00080384	1,49 T (passaggio)	0,85	1000	943,98
16	9	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	32	0,00080384	1,62 T (separatori)	2,65	1000	3465,48
15 Colonna N2	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	40	0,001256	1,04 T (separatori)	2,1	1000	1124,86	
14 Colonna N2	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	40	0,001256	1,04 T (passaggio)	0,5	1000	267,82	
13 Colonna N2	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	40	0,001256	1,04 T (passaggio)	0,5	1000	267,82	
12 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (separatori)	2,65	1000	3410,75	
11 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
10 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
9 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
8 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
7 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
6 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	0,5	1000	643,54	
5 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 Gomito 90	2,35	1000	3024,63	
4 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (passaggio)	2,35	1000	3024,63	
3 Anello 1	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (separatori)	2,65	1000	3410,75	
2 Tubazione pi	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 T (Controflus	2,7	1000	3475,10	
1 Tubazione pi	347	7,0845	0,0070845	2	0,00354225	67,17	75	0,00441563	1,60 Gomito 90	2,35	1000	3024,63	
<b>TOTALE</b>													<b>52051,72</b>

4.3- TABELLA DELLE PERDITE DI CARICO CONCENTRATE DELL'IMPIANTO DI AFCS

Si calcolano anche le perdite di carico dovute alle valvole utilizzate per l'allacciamento dell'acquedotto secondo lo schema seguente.



4.4- SCHEMA DI COLLEGAMENTO ALL'ACQUEDOTTO



$$J = \lambda \frac{v^2}{2gD}$$

$\lambda$ : coefficiente di resistenza;

$v$ : velocità media nel ramo;

$g$ : accelerazione di gravità;

$D$ : diametro tubazione;

Per la determinazione di  $\lambda$ , si calcola dapprima il numero di Reynolds come:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\gamma}$$

$v$ : velocità media nel ramo;

$D$ : diametro tubazione;

$\gamma$ : viscosità cinematica acqua;

Il numero di Reynolds ( $Re$ ) è sempre  $>2000/2500$ , si deduce come il regime di moto sia moto turbolento e non laminare. Si ipotizza  $\lambda$  di moto turbolento completamente sviluppato e lo si calcola come:

$$\lambda_{\infty} = \frac{1}{4[\log(3,71 \frac{D}{\epsilon})]^2}$$

Dal calcolo di  $Re^*$ , tramite:

$$Re^* = Re \frac{\epsilon}{D} \sqrt{\frac{\lambda}{8}}$$

Essendo  $Re^* < 5$  in tutti i rami, i tubi possano considerarsi lisci,  $\lambda$  è quindi valutabile mediante formula di Blasius:

$$\lambda = 0.316 Re^{-0.25}$$

Da cui si ricava  $J$  e quindi la rispettiva perdita distribuita. Nel seguito si riporta la tabella Excel con i risultati relativi ai rami del percorso più sfavorito.

Ramo	D effettivo		V effettiva		Rugosità		Scabr. Relati		viscosità cinematica		$\lambda$ inf	Re*	$\lambda$ blasius	J [-]	J [Pa/m]	l [m]	Perdite [Pa]
	Deff [mm]	Veff	e [mm]	e [-]	v [m2/s]	Re [-]											
1	16	1,49	0,02	0,00125	1,0E-06	23840	0,02073311	1,51706272	0,02543083	0,1798515	1763,62384	8,95	15784				
7	26	1,49	0,02	0,00076923	1,0E-06	38740	0,0184273	1,43021769	0,02252409	0,09802737	961,25642	0,73	702				
8	32	1,24	0,02	0,000625	1,0E-06	39680	0,0175571	1,16180446	0,02238949	0,05483256	537,688124	9,25	4974				
9	32	1,62	0,02	0,000625	1,0E-06	51840	0,0175571	1,51784131	0,02094213	0,08753906	858,408029	2,05	1760				
Colonna N2	40	1,04	0,02	0,0005	1,0E-06	41600	0,01668889	0,95001849	0,02212655	0,03049449	299,02901	7,45	2228				
Anello 1	75	1,6	0,02	0,00026667	1,0E-06	120000	0,01456214	1,36526697	0,0169782	0,02953735	289,643215	110,15	31904				
Ramo princ.	75	1,6	0,02	0,00026667	1,0E-06	120000	0,01456214	1,36526697	0,0169782	0,02953735	289,643215	11,3	3273				
TOTALE																60624	

4.6- TABELLA DELLE PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE DELL'IMPIANTO DI AFCS

Pressione richiesta per il corretto funzionamento dell'impianto

Infine sono state calcolate le perdite di carico geodetiche. Moltiplicando il dislivello di 7.57 m (misurato su Autocad) tra apparecchio più sfavorito e acquedotto per il peso specifico dell'acqua (pari a 9806 N/m<sup>3</sup>) è risultato come perdita di carico geodetica il valore di 74231 Pa.

Si è considerata infine una pressione dinamica all'apparecchio più sfavorito pari a 100000 Pa.

Tali valori, sommati alle perdite di carico concentrate totali e alle perdite di carico distribuite totali, hanno permesso di ottenere la pressione richiesta dall'acquedotto.

Pressione richiesta all'acquedotto	
$\Delta H_c$	108552
$\Delta H_d$	60624
Perdite di carico geodetiche	74231
Pressione dinamica apparecchio più sfavorito	100000
<b>TOTALE</b>	<b>343408</b>

4.7- TABELLA DELLA PRESSIONE MINIMA RICHIESTA DALL'IMPIANTO

La pressione dell'acquedotto

Dai dati forniti dalla SMAT, la pressione dell'acquedotto risulta di 69 metri di colonna d'acqua. Con un semplice calcolo (moltiplicando per il peso specifico) si ricava il valore della pressione.

Pressione acquedotto	
h [m]	P [Pa]
69	676614
$P_{\text{acquedotto}} > P_{\text{richiesta}}$	VERIFICATO

4.8- TABELLA DI CONFRONTO TRA PRESSIONE RICHIESTA E PRESSIONE ACQUEDOTTISTICA

Se il valore della pressione è superiore a quella richiesta, non vi è la necessità di un impianto di sopraelevazione delle pressioni.

### Dimensionamento dell'impianto di acqua calda

L'impianto di acqua calda non è stato ricalcolato perché è sostanzialmente identico all'impianto dell'acqua fredda: stessi apparecchi implicano le stesse unità di carico, gli stessi diametri dei tubi e le stesse perdite di carico. È invece necessario dimensionare la caldaia e lo si fa attraverso la stima del massimo consumo orario contemporaneo.

Dal prospetto F1 della norma 9182 si ricava la durata del periodo di punta  $dp$ , in questo caso pari a 1.

Si determina il massimo consumo orario attraverso la formula:

$$qm = \left( \frac{q1 \times N1}{d1} + \frac{q2 \times N2}{d2} + \dots + \frac{qn \times Nn}{dn} \right) \times f1 \times f2 \times f3$$

$qm$ : massimo consumo orario [l];

$qn$ : consumo di ogni unità di riferimento;

$Nn$ : numero di unità;

$dn$ : durata corrispondente al consumo [h];

$f1, f2, f3$ : fattori che tengono conto delle dimensioni e della tipologia delle destinazioni d'uso e del tenore di vita degli utenti (ricavabili dai prospetti F2-F3-F4 della norma 9182).

Successivamente si calcolano il volume e la potenza del preparatore di acqua calda ad accumulo tramite le seguenti formule:

$$Vc = \frac{qm \times dp (Tm - Tf)}{dp + Pr} \times \frac{Pr}{Tc - Tf}$$

$Vc$ : volume del preparatore [l];

$qm$ : massimo consumo orario [l];

$dp$ : periodo di punta [h]

$Tm$ : temperatura acqua calda [C];

$Tf$ : temperatura dell'acqua in ingresso [C];

$Tc$ : temperatura dell'acqua di accumulo [C];

$Pr$ : durata periodo di preriscaldamento [h]

La potenza  $W$  viene invece calcolata con la formula:

$$W = \frac{qm \times dp(Tm - Tf)}{dp + Pr} \times 1.163$$

In questo caso le docce sono in totale 41 e i lavabi sono 21. Non si considerano le utenze con il preparatore indipendente come la casa del custode e i due bagni "isolati".

È stato considerato un utilizzo delle docce da 5 minuti per ciclo, e in totale tre cicli ogni ora, coerentemente con un utilizzo tipico di una piscina. Il consumo ogni ora è, in definitiva, 90 litri. I lavabi invece in cicli brevi di 60 secondi, anch'essi tre cicli ogni ora. Il totale in questo caso è di 9 litri.

Con questi dati si è calcolato un massimo consumo orario di 13608 litri, un volume di accumulo di 4700 litri circa e una potenza del serpentino di circa 177 kW che, considerando un rendimento dell'85%, avrà una potenza elettrica di 220kW.

Un risultato tipico è quello di un volume di 5000 litri per impianti sportivi con un numero di sanitari fino a 52 coppie docce/rubinetti<sup>3</sup>, il dimensionamento rientra quindi in un ordine di grandezza accettabile.

#### Dimensionamento dell'impianto di ricircolo

Non essendo in questo caso possibile utilizzare la procedura semplificata, procede con il calcolo esteso dell'impianto.

Il calcolo inizia con la determinazione delle portate necessarie a sopperire alle dispersioni termiche.

Per farlo si utilizza la formula:

$$\dot{V}_p = \frac{l_{w,k} \cdot q_{w,k} + l_{w,s} \cdot q_{w,s}}{\rho \cdot c \cdot \Delta T_w}$$

$\dot{V}_p$ : portata [l/h];

$l_{w,k}$ : lunghezza delle tubazioni presenti in centrale termica [m];

$l_{w,s}$ : lunghezza delle tubazioni presenti in cavedio [m];

$q_{w,k}$ : dispersioni termiche specifiche delle tubazioni in centrale termica [W/m];

$q_{w,s}$ : dispersioni termiche specifiche delle tubazioni in centrale termica [W/m];

$\rho$ : densità dell'acqua [kg/l];

$c$ : calore specifico dell'acqua [Wh/kgK];

$\Delta T_w$ : differenza di temperatura tra il punto più caldo e più freddo della rete di ricircolo [K] assunto per convenzione con il valore di 2K;

<sup>3</sup> Quaderno Caleffi, idraulica n°16

Con i dati inseriti si è trovata una portata di 283.1 l/h.

Si è suddiviso poi l'impianto nei vari tratti, innanzitutto l'impianto si è separato in due parti, una a destra e una a sinistra dell'innesto, ciascuna delle quali caratterizzata da una portata pari a  $V_p/2$ .

In seguito si è proceduto a suddividere lo schema nel modo suggerito dalla normativa, con un indice a per il tratto di derivazione e con un indice d per il tratto in uscita lungo la direzione principale. In questo modo si possono calcolare le portate proporzionalmente alle dispersioni termiche con le seguenti formule:

$$\dot{V}_a = V' \cdot \frac{\dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d}$$

$$\dot{V}_d = V' - \dot{V}_a$$

$\dot{V}_a, \dot{Q}_a$ : portata nei rami di derivazione;

$\dot{V}_d, \dot{Q}_d$ : portata nei rami in uscita;

Trovata quindi la portata si impone una velocità massima di 0,5 m/s e si ricavano di conseguenza i diametri.

	[l/h]	[m3/s]	vmax [m/s]	A [m2]	dmin [mm]	d <sub>eff</sub> [mm]
Vd1	141,55	0,00003932	0,5	0,00007864	10,01	15
Va1	56,22	0,00001562	0,5	0,00003124	6,31	15
vd2	85,33	0,00002370	0,5	0,00004740	7,77	15
Va2	56,22	0,00001562	0,5	0,00003124	6,31	15
Vd3	141,55	0,00003932	0,5	0,00007864	10,01	15
Va3	56,03	0,00001556	0,5	0,00003113	6,30	15
Vd4	85,52	0,00002375	0,5	0,00004751	7,78	15
Va4	56,03	0,00001556	0,5	0,00003113	6,30	15

4.9- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DEI DIAMETRI DELL'IMPIANTO DI RICIRCOLO

La normativa suggerisce una velocità compresa tra i 0,2 m/s e i 0,5 m/s, per questo motivo si sono scelte tubazioni di 15 mm di diametro leggermente sovradimensionate per velocità di 0,5 m/s.

## 4.2 Acque grigie

Per progettare l'impianto delle acque grigie si è innanzi tutto valutato l'effettivo quantitativo di acque reflue riutilizzabili derivanti dai sanitari, dopodiché si è valutata l'effettiva possibilità di riutilizzare le stesse negli apparecchi dell'edificio, dal momento che, nel rispetto del D.M. 2 maggio 2006, è possibile il loro utilizzo solo per uso irriguo, pulizia di ambienti e per uso civile in caso non vi sia contatto con le persone.

Le utenze che rispondono a questi requisiti sono le cassette dei WC e i rubinetti per le pulizie interni e esterni.

Con questi dati alla mano è stato eseguito il dimensionamento della vasca di raccolta delle acque grigie, entrando nel problema de "Il dimensionamento di un serbatoio di accumulo" e utilizzando come unità di tempo per il dimensionamento una giornata.

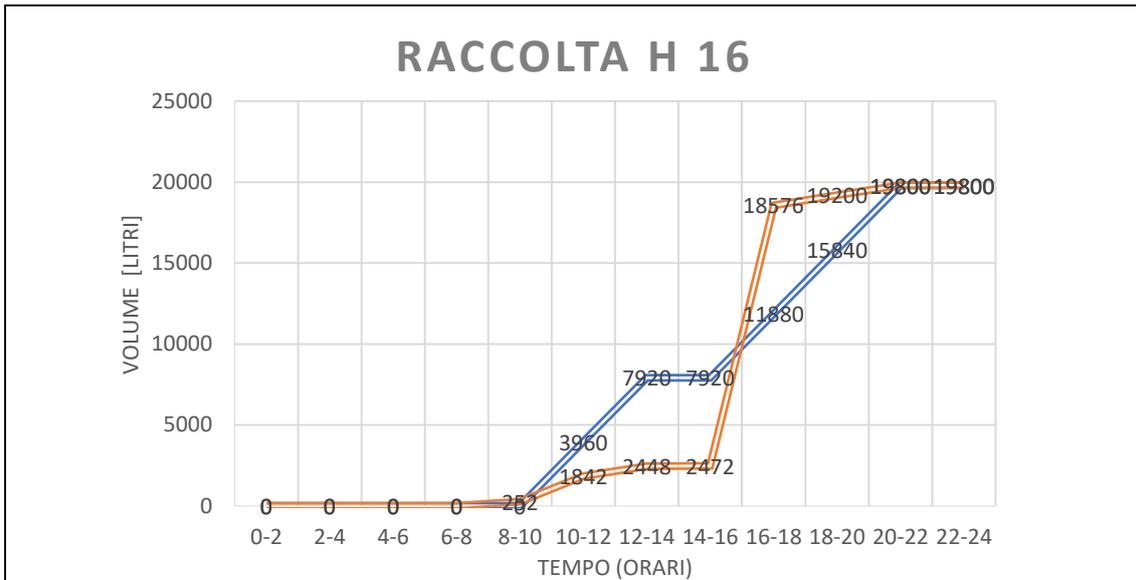
Per valutare il volume d'acqua generato è stato ipotizzato un utilizzo-tipo delle strutture tracciando un orario verosimile basato su turni di due ore.

È stato poi ipotizzato un utilizzo di tutte le docce ad ogni cambio turno, con una durata media di 5 minuti con un consumo di 120 litri d'acqua, è stato considerato invece trascurabile l'apporto d'acqua dovuto ai lavabi (18 litri a ciclo) rispetto al costo dell'impianto.

In questo modo, l'acqua raccolta, affluente nella vasca di accumulo, corrisponde alla quantità di 19800 litri al giorno, durante le ore di apertura.

Con lo stesso criterio si è valutato l'utilizzo dei terminali che ricevono le acque grigie, e ogni giorno vengono utilizzati solamente 4300 litri circa. Si è deciso di destinare il grande disavanzo d'acqua di 15300 litri per l'irrigazione di 15 ettari di suolo comunale secondo la proporzione 100 litri ogni 1000 mq di suolo.

Come si evince dal grafico, per una proporzione ottimale tra acque raccolte e acque prelevate dalla vasca, l'orario ideale di raccolta è alle ore 16 di ogni giorno.



4.10- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DEI DIAMETRI DELL'IMPIANTO DI RICIRCOLO

La differenza minima tra acque affluenti e defluenti è di 6112 litri, mentre la differenza massima è di 6192 litri. La capacità di compenso della vasca è quindi di 12304 litri. È stata progettata di un volume quindi leggermente superiore (13 m3) considerando un volume morto di circa 700 litri.

Per la filtrazione delle acque grigie è stato scelto un sistema capace di filtrare questo quantitativo d'acqua giornaliero. È stato ubicato, insieme alle vasche, nell'edificio in un locale già esistente posto al piano interrato, locale sufficientemente capiente per lo scopo e in una posizione dell'edificio adiacente alle colonne di scarico in modo da ottimizzare i percorsi di raccolta.

#### Il dimensionamento delle tubazioni.

Per dimensionare le tubazioni si è agito in modo analogo al dimensionamento del circuito di acqua fredda e calda sanitaria, secondo le direttive della norma 9182.

I risultati ottenuti sono in seguito riportati.

	Ramo	UC	Q [l/s]	Q [m3/s]	Vmax [m/s]	Amin [m2]	Dmin [mm]	Deff	Materiale
P8-P9-P10-P:	1	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	2	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	3	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	20	Acciaio zincato
	4	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	5	18	0,85	0,00085	2	0,000425	23,27	26	Acciaio zincato
P6-P7	1	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	6	24	1,09	0,00109	2	0,000545	26,35	32	Acciaio zincato
P3-P4	1	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	2	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	3	9	0,45	0,00045	2	0,000225	16,93	20	Acciaio zincato
	4	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	7	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	32	Acciaio zincato
	8	39	1,588	0,001588	2	0,000794	31,80	32	Acciaio zincato
P13-Custode	1	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	2	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	3	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	4	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	20	Acciaio zincato
Colonne	1	51	1,93	0,00193	2	0,000965	35,06	40	Acciaio zincato
	2	42	1,676	0,001676	2	0,000838	32,67	40	Acciaio zincato
T1-T5	1	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	2	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	3	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	20	Acciaio zincato
T4-T6-T7	1	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	2	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	3	9	0,45	0,00045	2	0,000225	16,93	20	Acciaio zincato
	4	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	5	15	0,73	0,00073	2	0,000365	21,56	26	Acciaio zincato
	6	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	7	18	0,85	0,00085	2	0,000425	23,27	26	Acciaio zincato
	8	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	9	24	1,09	0,00109	2	0,000545	26,35	32	Acciaio zincato
	10	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	11	30	1,3	0,0013	2	0,00065	28,78	32	Acciaio zincato
Colonne	1	51	1,93	0,00193	2	0,000965	35,0613657	40	Acciaio zincato
	2	42	1,676	0,001676	2	0,000838	32,6728622	40	Acciaio zincato
I1-I2-I3-I4	1	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	2	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	3	6	0,3	0,0003	2	0,00015	13,82	15	Acciaio zincato
	4	12	0,6	0,0006	2	0,0003	19,55	20	Acciaio zincato
I7	1	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
	2	3	0,15	0,00015	2	0,000075	9,77	15	Acciaio zincato
Ramo princ.	1	69	2,38	0,00238	2	0,00119	38,93	40	Acciaio zincato

4.11- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DEI DIAMETRI DELL'IMPIANTO DI ACQUE GRIGIE

### Il dimensionamento della pompa.

Per dimensionare la pompa è stato definito il percorso sfavorevole per raggiungere l'apparecchio più distante e sono state calcolate le relative perdite di carico concentrate e distribuite. A queste sono state sommate le perdite di carico geodetiche e la pressione richiesta dall'apparecchio.

Calcolo pompa	
$\Delta H_c$	35504
$\Delta H_d$	178015
Perdite di carico geodetiche	74231
Pressione dinamica apparecchio più sfavorito	100000
<b>TOTALE [Pa]</b>	<b>387750</b>
Prevalenza pompa [m]	39,54

4.12- TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PERDITE DI CARICO CUI DEVE FAR FRONTE LA POMPA

La prevalenza della pompa risulta essere di 39 metri. Per calcolarne la potenza elettrica si utilizza la formula.

$$W = \frac{\Delta H \cdot \gamma \cdot Q}{\eta}$$

$\Delta H$ : prevalenza [m]

$\gamma$ : peso specifico [N/m<sup>3</sup>]

Q: portata [m<sup>3</sup>/s]

$\eta$ : rendimento [-] considerato pari all' 80%

La potenza elettrica necessaria al corretto funzionamento dell'impianto è di circa 1,1 kW. Viene scelta una pompa di 1,3 kW.

## 4.3 Gli scarichi

Per procedere con il dimensionamento si sono innanzitutto numerati i rami, i nodi appartenenti ad ognuno di essi e gli apparecchi. In questo modo è stato possibile organizzare il calcolo.

### 4.3.1 Scarichi delle acque grigie

#### Individuazione delle portate di progetto

Per il dimensionamento degli impianti di scarico è stato utilizzato il metodo di calcolo del libro "Fognature" di Da Deppo, Datei.

Le portate di progetto sono date dalla seguente formula:

$$Q_p = K_r \cdot \sqrt{Q_{tot}} \text{ [l/s]}$$

$Q_p$  = portata di progetto [l/s];

$Q_{tot}$  = portata totale [l/s];

$K_r$  = coefficiente di contemporaneità dipendente dalla destinazione d'uso del manufatto. Nel caso in questione, trattandosi di impianto sportivo, si è supposto  $K_r = 1$  come specificato dal prospetto 3 della normativa 12056.

#### Dimensionamento delle colonne di scarico

Trattandosi di una sezione totalmente riempita di fluido e supponendo l'acqua di scarico incomprimibile, ne risulta che si possa utilizzare la formula.

$$Q_p = v A \text{ [l/s]}$$

Usando una legge empirica, la velocità risulta esprimibile in funzione del diametro della condotta circolare.

$$v = (0,47 + 0,6 D) \text{ [m/s]}$$

Essendo:

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \text{ [m}^2\text{]}$$

Noto il valore di portata di progetto, è possibile valutare il valore di D delle colonne di scarico.

Le colonne di ventilazione, invece, sono state dimensionate considerando la convenzione  $\Phi_{\text{ventilazione}} = 2/3 \Phi_{\text{scarico}}$ .

Il risultato è quanto segue.

Colonna	piano 1 + terre US		$k_r$ (conemp)	Q.progetto [	$Q_p$ [m <sup>3</sup> /s]	$v_{max}$ [m/s]	A [m <sup>2</sup> ]	Dp [mm]	D reale [mm]	Colonna di ventilazione	D [mm]
G1 (totale)	G1 (1) + G1 (Te)	4,2	1	2,04939015	0,00204939	0,658	0,00311457	63	75	VG1	50
G2 (totale)	G2 (1) + G2 (Te)	3,8	1	1,94935887	0,00194936	0,658	0,00296255	61	75	VG2	50
G3 (totale)	G3 (1) + G3 (Te)	2,5	1	1,58113883	0,00158114	0,658	0,00240295	55	75	VG3	50
G4 (totale)	G4 (1) + G4 (Te)	2,5	1	1,58113883	0,00158114	0,658	0,00240295	55	75	VG4	50
G5 (totale)	G5 (1) + G5 (Te)	3,4	1	1,84390889	0,00184391	0,658	0,00280229	60	75	VG5	50
G6 (totale)	G6 (1) + G6 (Te)	2,8	1	1,67332005	0,00167332	0,658	0,00254304	57	75		

4.13- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DEI DIAMETRI DELLE COLONNE DELL'IMPIANTO DI SCRICO DELLE ACQUE GRIGIE

Tutte le colonne sono di 75 mm e tutte quelle di ventilazione di 50 mm.

#### 4.Dimensionamento dei collettori

In questo caso, si tratta di correnti a pelo libero, in moto uniforme. Ne deriva che:

$$Q_p = A C \sqrt{R i} \text{ [l/s]}$$

Essendo:

$Q_p$  = portata di progetto [l/s];

$A$  = sezione trasversale occupata dalla corrente [m<sup>2</sup>];

$C$  = coefficiente di Chezy =  $k_s R^{1/6}$ ;

$k_s$  = coefficiente funzione della scabrezza dell'alveo cilindrico [m<sup>1/3</sup>/s];

$R$  = raggio idraulico della condotta [m];

$i$  = pendenza [-].

Con i seguenti dati:  $i=2\%$ , grado di riempimento  $h/D=50\%$  e con i valori di portata si sono ricavati i diametri utilizzando la tabella 10.9<sup>4</sup>, verificando, con la stessa che le tensioni tangenziali fossero  $\tau > 2Pa$ .

I collettori hanno diametri gradualmente maggiori seguendo il percorso delle acque, dovendo a poco a poco convogliare una quantità di acque reflue maggiore. L'ultimo tratto di collettore ha diametro di 160 mm.

#### 4.3.2 Scarichi delle acque nere

Per quel che riguarda gli scarichi delle acque nere, il procedimento per il dimensionamento è stato del tutto analogo a quello delle acque grigie. L'unica differenza sta nel fatto che, da normativa, la sezione minima delle tubazioni dove sia presente un WC deve essere di 110 mm.

I risultati del dimensionamento delle colonne sono i seguenti.

Colonna	piano 1 + ter	US	kr (conemp)	Q progetto [l/s]	$Q_p$ [m <sup>3</sup> /s]	$v_{max}$ [m/s]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$D_p$ [mm]	$D$ reale [mm]
N1 (totale)	N1 (1) + N1 (ter)	6,7	1	2,58843582	0,00258844	0,47	0,00550731	83,76	110
N2 (totale)	N2 (1)	2	1	1,41421356	0,00141421	0,47	0,00300897	61,91	110
N3 (totale)	N3 (1)	4	1	2	0,002	0,47	0,00425532	73,63	110
N4 (totale)	N4 (1)	2	1	1,41421356	0,00141421	0,47	0,00300897	61,91	110
N5 (totale)	N5 (Ter)	4	1	2	0,002	0,47	0,00425532	73,63	110
N6 (totale)	N6 (1) + N6 (ter)	4,7	1	2,16794834	0,00216795	0,47	0,00461266	76,66	110
N7 (totale)	N7 (1)	4,6	1	2,14476106	0,00214476	0,47	0,00456332	76,24	110
N8 (totale)	N8 (1)	2	1	1,41421356	0,00141421	0,47	0,00300897	61,91	110
N9 (totale)	N9 (1)	2	1	1,41421356	0,00141421	0,47	0,00300897	61,91	110
N10 (totale)	N10 (ter)	2,7	1	1,64316767	0,00164317	0,47	0,0034961	66,74	110
N11 (totale)	N11 (ter)	6,9	1	2,62678511	0,00262679	0,47	0,0055889	84,38	110
N12 (totale)	N12 (1)	2,7	1	1,64316767	0,00164317	0,47	0,0034961	66,74	110
N13 (totale)	N13 (int)	5,1	1	2,25831796	0,00225832	0,47	0,00480493	78,24	110
N14 (totale)	N14 (int)	4	1	2	0,002	0,47	0,00425532	73,63	75
N15 (totale)	N15 (int)	4,3	1	2,07364414	0,00207364	0,47	0,00441201	74,97	110

4.14- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DEI DIAMETRI DELLE COLONNE DELL'IMPIANTO DI SCRICO DELLE ACQUE NERE

Anche in questo caso sono stati dimensionati i collettori, i quali hanno diametri crescenti. Il tratto finale ha diametro di 300 mm.

<sup>4</sup> Da Deppo, Datei, "Fognature".

### Vasca di raccolta

Essendo la quota degli scarichi inferiore a quella della rete fognaria, è necessario inserire una vasca di raccolta delle acque reflue e un impianto di sollevamento delle stesse.

La vasca è composta da tre volumi: il volume utile, il volume di riserva e il volume morto.

Il volume utile si calcola attraverso il valore della portata da sollevare per 60 s di esercizio, il volume di riserva è di norma calcolato come il doppio del volume utile, il volume morto tiene conto del fatto che la pompa ad immersione non solleva dalla quota esatta del fondo, ma a partire da 15 cm da questa.

La portata da sollevare è data dalla relazione

$$Q_s = 1.70u^{0.235}$$

In questo caso è pari a 6.55 l/s, si utilizzerà quindi questo valore.

Il volume utile è quindi di 300 l, il volume di riserva, che deve essere doppio sarà di 600 l e il volume morto viene fissato a 100 l. Il volume totale della vasca sarà quindi di 1 m<sup>3</sup>.

### La pompa di sollevamento

I collettori di scarico giungono ad una quota di circa -8 m al di sotto della linea di terra, il fondo della vasca sarà quindi a -9 m da essa.

Per raggiungere la quota di -4 m servono 5 m di pressione, ai quali ne viene aggiunto uno che tiene conto del tratto verticale di innesto e di un certo margine.

Avendo calcolato la portata e la prevalenza necessarie, e supponendo un rendimento dell'80%, la pompa si può dimensionare.

La potenza elettrica calcolata è di 482W, ne viene quindi scelta una da 500W.

## 4.4 Le piscine

### 4.4.1 L'impianto della vasca per adulti

#### I tempi di riempimento

Sono state valutate le portate necessarie a garantire dei tempi di riempimento delle vasche accettabili, parametro fissato come inferiore alle 48 ore.

Sono state fatte delle ipotesi di portata ed è stato calcolato che la minima portata che garantisce un tempo di riempimento accettabile è di 4 l/s.

	[m3]	[l]		Piscina adulti			
Volume	643	643000					
Portata [l/s]	0,6	1	2	4	6	8	10
T riempim [s]	1071666,67	643000	321500	160750	107166,667	80375	64300
T riempim [h]	297,69	178,61	89,31	44,65	29,77	22,33	17,86
				< 48 ore			

4.15- TABELLA DELLO STUDIO DELLA PORTATA DEL RUBINETTO DI RIEMPIMENTO DELLA PISCINA

### L'impatto sulla rete idrica

Una portata molto elevata può avere un impatto sulla rete idrica capace di rendere inefficiente il servizio alle utenze allacciate alla stessa rete, per questo motivo è stata scelta la minima che garantisca delle tempistiche accettabili.

L'impatto, inteso come perdite di carico aggiuntive, si ricava dal seguente ragionamento:

$$H_f - H'_f = H_0 - \frac{\lambda Q^2}{2gDA} L - H_0 - \frac{\lambda(Q^2 + 4 \text{ l/s})}{2gDA} L = \frac{\lambda \cdot 0.004^2}{2gDA} L$$

da cui si ricava la seguente relazione:

$$\frac{\Delta H}{L} = \frac{\lambda \cdot 0.004^2}{2gDA}$$

$\frac{\Delta H}{L}$ : perdite di carico per unità di lunghezza

$\lambda$ : coefficiente d'attrito

Q: portata [m<sup>3</sup>/s]

g: accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

D: diametro della tubazione [m]

A: sezione della tubazione [m<sup>2</sup>]

In questo caso l'impatto sulla rete di una portata di 4 l/s è di 3 mm al metro. Considerando che l'edificio ha una portata complessiva superiore (di circa 7 l/s) si è dedotto che questo valore rientra tra quelli accettabili, considerando anche che normalmente, quando le vasche vengono riempite, l'edificio non è aperto al pubblico, quindi la portata non va a sommarsi a quelle già esistenti.

### Il tempo di ricircolo

Da prospetto 3 della norma 10637 si evince che per le piscine pubbliche (A1) con una profondità superiore a 1,2 m il tempo massimo di ricircolo deve essere di 4 ore.

### Determinazione della portata

Per una prima approssimazione della portata, si ipotizza una vasca di compenso di volume pari al 5% di quello della vasca di balneazione, cioè di 32 m<sup>3</sup>. Conoscendo il tempo di ricircolo (4h) e conoscendo il volume totale dell'acqua pari alla somma del volume di vasca e di compenso (675 m<sup>3</sup>), si può calcolare la portata che è  $Q_f = 168,8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### I filtri

Nella normativa è specificato che i due filtri devono essere uguali affinché la filtrazione possa avvenire in modo corretto. Come si evince dal catalogo, la prima misura adatta alla portata trovata è di 95 m<sup>3</sup>/h.

Codice	Ø	Attacchi	MC/H	KG Sabbia	H Fasciame
01408	1250	DN / 80	34	2200	1500
01410	1400	DN / 100	47	2300	1500
01412	1600	DN / 125	60	2400	1500
01414	1800	DN / 125	76	2540	1500
01416	2000	DN / 150	95	2650	1500
01418	2200	DN / 150	114	2700	1500
01420	2400	DN / 150	135	2750	1500

4.16- DATI TECNICI DEL FILTRO SCELTO

La normativa 10637 specifica anche, nel prospetto 6, che la velocità di filtrazione, deve essere al di sotto del valore di 35 m/h.

La velocità di filtrazione si trova con la semplice relazione

$$v_f = \frac{Q_f}{A}$$

Risulta  $v_f = 26.8 \text{ m/h} < 35 \text{ m/h}$  la relazione è verificata.

### Il volume della vasca di compenso

Avendo un valore di portata si può dimensionare la vasca di compenso. Questa deve tener conto del volume spostato dai bagnanti, il volume necessario al controlavaggio dei filtri e un volume di riserva.

Il volume spostato dai bagnanti si calcola ipotizzando un numero di 2 bagnanti per m<sup>2</sup> e un volume spostato da ciascuno di essi di 0.7 m<sup>3</sup>.

Il volume di controlavaggio dei filtri si calcola ipotizzando la portata di filtrazione per un tempo di 15 minuti (900 sec).

Il volume di riserva è stato ipotizzato pari a 1 m<sup>3</sup>

Ne risulta una vasca di compenso di 47 m<sup>3</sup>.

Reiterando questo valore due volte i risultati convergono ai seguenti valori:

$$V_{\text{vasca di compenso}} = 46 \text{ m}^3$$

$$Q_f = 172.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Le tubazioni

La velocità massima ammissibile, secondo la norma 10637, è di 1,7 m/s nelle tubazioni in aspirazione e di 2,5 m/s nelle tubazioni in mandata. Conoscendo la portata dell'impianto è immediato dimensionare i diametri.

Ramo	Q[m3/s]	Funzione	v max [m/s]	Sez tubi [mm]	Dmin [mm]	D reale [mm]
1	0,0096	Mandata	2,5	3827,78	69,83	75
2	0,0096	Mandata	2,5	3827,78	69,83	75
3	0,0096	Mandata	2,5	3827,78	69,83	75
4	0,0096	Mandata	2,5	3827,78	69,83	75
5	0,0096	Mandata	2,5	3827,78	69,83	75
6	0,0478	Mandata	2,5	19138,89	156,14	175
7	0,0239	Mandata	2,5	9569,44	110,41	110
8	0,0239	Mandata	2,5	9569,44	110,41	110
9	0,0478	Mandata	2,5	19138,89	156,14	175
10-M	0,0239	Mandata	2,5	9569,44	110,41	110
11-M	0,0239	Mandata	2,5	9569,44	110,41	110
12-M	0,0239	Mandata	2,5	9569,44	110,41	110
10-A	0,0239	Aspirazione	1,7	14072,71	133,89	150
11-A	0,0239	Aspirazione	1,7	14072,71	133,89	150
12-A	0,0239	Aspirazione	1,7	14072,71	133,89	150
13	0,0478	Aspirazione	1,7	28145,42	189,35	200
ASP1	0,0078	Aspirazione	1,7	4575,16	76,34	90
ASP2	0,0078	Aspirazione	1,7	4575,16	76,34	90
ASP3	0,0156	Aspirazione	1,7	9150,33	107,97	110

4.17- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RICIRCOLO DELLA PISCINA ADULTI

Si può notare come i diametri siano di dimensioni inusuali rispetto a quelli tipici delle tubazioni a pressione.

#### Le bocchette di mandata/aspirazione

Anche il numero delle bocchette necessarie è un calcolo che si esegue in base alla portata, infatti, imponendo una portata unitaria di 5 m<sup>3</sup>/h, se ne trova immediatamente il numero minimo, pari a 35 in questo caso.

Nel progetto, per avere una migliore distribuzione, ne sono state inserite 38 sul fondo vasca.

#### La pompa

Per dimensionare la pompa si è proceduto valutando le perdite di carico concentrate, considerando sia i raccordi negli impianti sia le componenti, come ad esempio i filtri e le perdite di carico distribuite, procedendo in modo analogo all'impianto di adduzione delle acque grigie.

Sono risultate delle perdite di carico totali di 22,9 m.

La pompa avrà quindi questa prevalenza; con la portata di 172.25 m<sup>3</sup>/h (47.84 l/s) e ipotizzando un rendimento dell'80%, la pompa dovrà avere una potenza elettrica di 13,4 kW.

### 4.4.2 L'impianto della vasca per i bambini

Anche la piscina per i bambini è una piscina di tipologia A1 secondo la classificazione della normativa 10637, ovvero una piscina pubblica. È una vasca di dimensioni 12x8 m, di profondità di 0,7 m e di volume pari a 67.2 m<sup>3</sup>.

#### I tempi di riempimento

Anche in questo caso sono state fatte delle ipotesi di portate e sono stati valutati i tempi conseguenti, si è potuto evincere che una portata non straordinaria di 0,6 m<sup>3</sup> riesce a riempire la vasca in tempi più che accettabili.

	[m <sup>3</sup> ]	[l]	Piscina bambini				
Volume	67,2	67200					
Portata [l/s]	0,6	1	2	4	6	8	10
T riempim [s]	112000	67200	33600	16800	11200	8400	6720
T riempim [h]	31,11	18,67	9,33	4,67	3,11	2,33	1,87
	< 48 ore						

4.18- TABELLA DELLO STUDIO DELLA PORTATA DEL RUBINETTO DI RIEMPIMENTO DELLA PISCINA DEI BAMBINI

### L'impatto sulla rete idrica

In questo caso la portata è decisamente inferiore a quella della vasca degli adulti, si può quindi dedurre che l'impatto sulla rete idrica sarà del tutto trascurabile.

### Il dimensionamento

Per quel che riguarda il dimensionamento il procedimento è analogo a quello della vasca degli adulti.

### La portata e i filtri

Dal prospetto 3 della normativa 10637, nel caso di una piscina pubblica per bambini, di profondità compresa tra 0.6 m e 1.2 m, il tempo di ricircolo è di 2 ore. Con la portata trovata si può inserire nel progetto un solo filtro con velocità di filtrazione di 47 m/h.

Codice	Ø	Attacchi	MC/H	KG Sabbia	H Fasciame
01408	1250	DN / 80	34	2200	1500
01410	1400	DN / 100	47	2300	1500
01412	1600	DN / 125	60	2400	1500
01414	1800	DN / 125	76	2540	1500
01416	2000	DN / 150	95	2650	1500
01418	2200	DN / 150	114	2700	1500
01420	2400	DN / 150	135	2750	1500

4.19- DATI TECNICI DEL FILTRO SCELTO

### Il volume della vasca di compenso

Iterando i calcoli la vasca di compenso avrà volume di 12 m<sup>2</sup> e la portata sarà di 39.6 m<sup>3</sup>.

### Le tubazioni

Le tubazioni hanno i seguenti diametri.

Ramo	Q[m3/s]	Funzione	v max [m/s]	Sez tubi [mm]	Dmin [mm]	D reale [mm]
1	0,003666667	Mandata	2,5	1467	43,22	50
2	0,003666667	Mandata	2,5	1467	43,22	50
3	0,003666667	Mandata	2,5	1467	43,22	50
4	0,011	Mandata	2,5	4400	74,87	75
5	0,011	Mandata	2,5	4400	74,87	75
6-M	0,011	Mandata	2,5	4400	74,87	75
7-M	0,011	Mandata	2,5	4400	74,87	75
6-A	0,011	Aspirazione	1,7	6471	90,79	100
7-A	0,011	Aspirazione	1,7	6471	90,79	100
8	0,011	Aspirazione	1,7	6471	90,79	100
ASP1	0,011	Aspirazione	1,7	6471	90,79	100
ASP2	0,011	Aspirazione	1,7	6471	90,79	100

4.17- TABELLA DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RICIRCOLO DELLA PISCINA DEI BAMBINI

### Le bocchette di mandata/aspirazione

Il numero di bocchette da 5 m3/h è 18, distribuite su tre linee.

### La pompa

Dalle perdite di carico concentrate e distribuite e dalla portata di progetto, ipotizzando un rendimento dell'80%, si è calcolato che la potenza elettrica minima della pompa deve essere di 2 kW.

## 5. Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

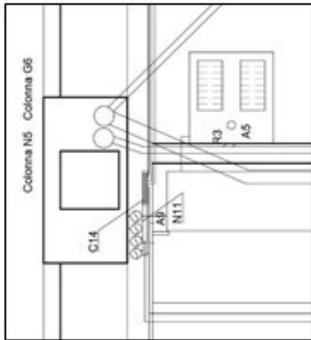
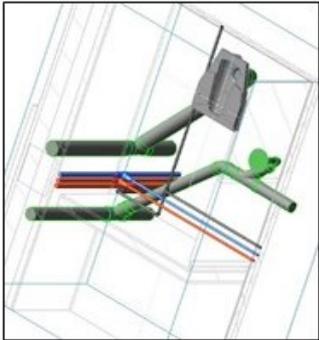
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Tracciamento impianto</p> 	<p>Il tracciamento dell'impianto è la prima fase della progettazione. La normativa di riferimento fornisce le regole da seguire affinché questa fase sia svolta in maniera corretta.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È molto rapida.</li> <li>- Offre una buona approssimazione di quelle che sono le possibili interferenze.</li> <li>- Può essere modificata facilmente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La possibilità di prevedere le interferenze può indurre all'errore (in caso di poca esperienza)</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È molto rapida in caso di impianti con componenti incluse nelle «routing options».</li> <li>- Si può essere molto precisi nel valutare le possibili interferenze.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nel caso di impianti con componenti non di default, il tracciamento comporta l'inserimento di famiglie, aumentando di molto le tempistiche.</li> <li>- La modellazione senza già un chiaro andamento dell'impianto può comportare molti tentativi e conseguenti tempistiche notevoli.</li> </ul>
<p>Dettaglio della progettazione</p> 	<p>Il livello di dettaglio aumenta durante l'andamento del progetto secondo uno schema iterativo: dato un primo tracciamento si ricavano i diametri che portano ad un secondo tracciamento più dettagliato. Questo comporta eventuali modifiche all'impianto e modifiche al calcolo fino a convergere ad un risultato definitivo.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida esecuzione il primo tracciamento.</li> <li>- Il calcolo può essere modificato con facilità.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comporta molto lavoro tracciare gli impianti dando loro volume.</li> <li>- Comporta molto lavoro modificare un impianto con i diametri definiti.</li> <li>- L'analisi delle interferenze è approssimativa o comporta molto lavoro</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il livello di dettaglio è molto elevato già dal primo tracciamento</li> <li>- L'analisi delle interferenze può essere controllata durante il tracciamento e le modifiche</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Senza un'idea già chiara del percorso delle tubazioni si può incorrere a errori e a tempistiche notevoli.</li> <li>- Il dimensionamento automatico può creare elementi che interferiscono con l'impianto.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

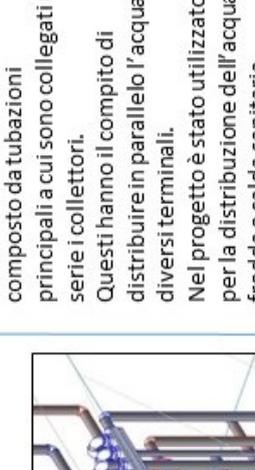
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Impianto a derivazione</p> 	<p>L'impianto a derivazione è composto da tubazioni principali a cui sono collegate in serie tutte le derivazioni attraverso raccordi a Tee. Nel progetto è stato utilizzato per la distribuzione delle acque grigie.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Può essere modificato facilmente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce informazioni di alcun tipo sulle caratteristiche idrauliche delle tubazioni.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Può essere modellato con estrema facilità</li> <li>- Può essere modificato facilmente.</li> <li>- Non presenta componenti intermedie che possono complicare la struttura dell'impianto.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <p>L'utilizzo di un impianto a derivazione non ha controindicazioni nella progettazione BIM È un impianto che invece, a seconda dei casi, può essere inferiore all'impianto a collettori.</p>
<p>Impianto a collettori</p> 	<p>L'impianto a collettori è composto da tubazioni principali a cui sono collegati in serie i collettori. Questi hanno il compito di distribuire in parallelo l'acqua ai diversi terminali. Nel progetto è stato utilizzato per la distribuzione dell'acqua fredda e calda sanitaria.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- È facilmente modificabile</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce alcuna informazione oltre al semplice posizionamento.</li> <li>- Per avere informazioni accurate sul posizionamento e distribuzione richiede tempo per lavorare sulle 3 PO</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle caratteristiche idrauliche delle componenti.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La modellazione è molto laboriosa e richiede tempo</li> <li>- Gli strumenti di modellazione a disposizione difficilmente possono generare un modello fedele alla realtà.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

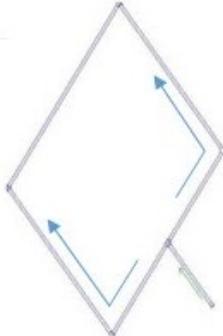
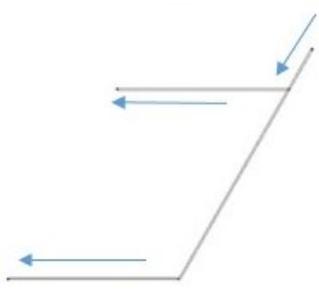
OGGETTO	DESCRIZIONE	SISTEMA TRADIZIONALE	SISTEMA BIM
<p>Sistema ad anello/gabbia</p> 	<p>È un sistema di distribuzione dell'acqua ad uso sanitario caratterizzato da un anello alla base che congiunge tutti i montanti. Lo scopo è quello poter far raggiungere i piani superiori dall'acqua passando da entrambe le direzioni.</p> <p>In questo modo il sistema ha una migliore omogeneità di distribuzione e, in caso di guasto, il servizio può non essere interrotto.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- È possibile calcolarne il diametro</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In fase di progetto possono non essere del tutto chiare le possibili interferenze con l'architettoneico e con gli altri impianti.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono facilmente identificabili le interferenze con gli altri impianti e con l'architettoneico.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il software sembrerebbe impossibilitato a riconoscere un valore di flusso in questo tipo di sistema.</li> </ul>
<p>Sistema a ramificazione</p> 	<p>È un sistema di distribuzione dell'acqua ad uso sanitario caratterizzato da un unica linea di distribuzione dalla quale si ramificano i diversi montanti di distribuzione.</p> <p>È il sistema più economico, ha però due inconvenienti: la distribuzione dell'acqua è meno uniforme rispetto ad altri schemi e in caso di guasto è inevitabile l'interruzione del servizio.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- È facilmente modificabile</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In fase di progetto possono non essere del tutto chiare le possibili interferenze con l'architettoneico e con gli altri impianti.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono facilmente identificabili le interferenze con gli altri impianti e con l'architettoneico</li> <li>- È possibile il dimensionamento.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <p>Non vi sono particolari controindicazioni nella progettazione BIM di questo schema impiantistico.</p>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

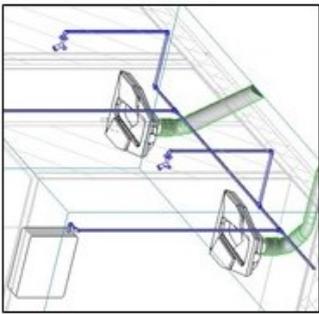
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Impianto a tubi flessibili</p> 	<p>L'impianto a tubi flessibili è composto da tubazioni multistrato interconnesse da raccordi in materiale plastico o da collettori in ottone. La caratteristica principale di questo impianto è il comportamento fisico delle tubazioni che ne permette una grande flessibilità. È stato utilizzato per la distribuzione di acque fredde e acqua calda sanitaria.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Non è necessario creare una rappresentazione delle tubazioni fedele alla realtà</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce informazioni di alcun tipo né sui percorsi delle tubazioni né sulle loro caratteristiche idrauliche.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sulle caratteristiche idrauliche delle tubazioni.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La rappresentazione delle tubazioni deve obbligatoriamente essere approssimata</li> <li>- Laddove vi siano situazioni più complesse, i limiti della modellazione obbligano a creare soluzioni non realistiche come in figura.</li> </ul>
<p>Impianto a tubi rigidi</p> 	<p>L'impianto a tubi rigidi è composto da tubazioni in acciaio zincato interconnesse da raccordi dello stesso materiale. La sua caratteristica principale è la rigidità delle tubazioni, che devono essere raccordate in qualunque cambio di direzione. È stato utilizzato per la distribuzione delle acque grigie.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- È facilmente modificabile</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce alcuna informazione oltre al semplice posizionamento.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sul posizionamento che sulle caratteristiche idrauliche.</li> <li>- È modellabile in modo molto fedele alla realtà</li> <li>- L'inserimento automatico di raccordi e risolve nell'immediato eventuali problemi di interferenze.</li> <li>- Gli angoli retti rendono semplici le modifiche.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'utilizzo di tubazioni rigide non ha controindicazioni nella progettazione BIM. È un impianto che invece, a seconda dei casi, può essere inferiore all'impianto a tubi flessibili.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

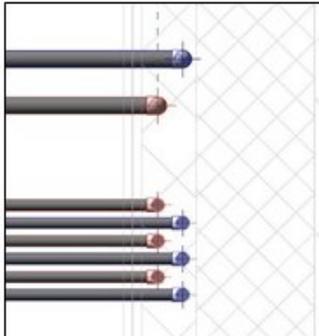
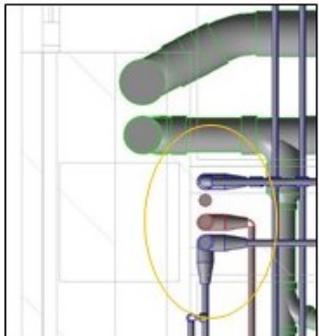
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Tubazioni</p> 	<p>Le tubazioni orizzontali sono normalmente inserite nei solai. In questo progetto sono a vista al piano interrato, in cui la loro presenza a vista non ha nessun tipo di controindicazione, e sono inserite nel massetto nei piani superiori come illustrato in figura.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Possono essere modificate facilmente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce informazioni di alcun tipo sulle caratteristiche idrauliche delle tubazioni.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È immediato e molto semplice controllare le interferenze con gli altri elementi del progetto.</li> <li>- Le opzioni di routing avviano in tempo reale se si sta svolgendo qualche operazione errata.</li> <li>- Ne vengono definite le caratteristiche idrauliche in dettaglio</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vanno tracciate ipotizzando un diametro poi modificato in un secondo momento. Questo comporta un doppio lavoro e può condurre a situazioni irrisolvibili a meno di correzioni che portano a definire situazioni poco realistiche.</li> </ul>
<p>Montanti</p> 	<p>I montanti sono le componenti verticali dell'impianto, che hanno il compito di trasportare il fluido verso l'alto. In questo progetto sono a vista nei locali tecnici e nel piano interrato, e sono murati nei piani superiori. I montanti appartenenti all'impianto delle acque grigie sono in acciaio zincato, quelli dell'impianto di acqua sanitaria sono in multistrato.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono di semplice e rapida rappresentazione anche in fase di primo tracciamento.</li> <li>- Possono essere modificati facilmente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce informazioni di alcun tipo sulle caratteristiche idrauliche delle tubazioni.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È immediato e molto semplice controllare le interferenze con gli altri elementi del progetto.</li> <li>- Ne vengono definite le caratteristiche idrauliche in dettaglio</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La loro posizione è fondamentale per definire i successivi raccordi e le eventuali interferenze. Per questo modello la sua presenza è ben chiara e l'andamento dell'impianto può comportare diversi tentativi e delle tempistiche notevoli.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

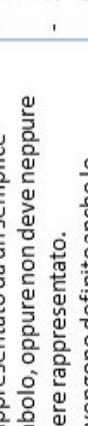
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Raccordi</p> 	<p>I raccordi sono le componenti che permettono di unire due o più tubazioni. Possono essere semplici curve (Elbow), raccordi di derivazione (Tee) oppure raccordi nelle 4 direzioni (Cross). Sono utilizzati in ogni impianto di adduzione.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È rappresentato da un semplice simbolo, oppure non deve neppure essere rappresentato.</li> <li>- Ne vengono definite anche le caratteristiche idrauliche</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si lascia la gestione del problema dell'ingombro a una fase successiva.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È modellato in automatico secondo i parametri di instradamento impostati.</li> <li>- Si può passare da un tipo a un altro con un semplice click</li> <li>- Si modificano in automatico insieme alle tubazioni.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se i parametri sono stati impostati male, questo può comportare un'erronea definizione di questi oggetti.</li> </ul>
<p>Componenti</p> 	<p>Le componenti dell'impianto idrico sono manufatti posti all'interno del circuito con una funzione specifica. Le componenti presenti nell'impianto sono le valvole di intercettazione, le valvole di ritegno, gli ammortizzatori di colpo d'ariete (in figura).</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione, con un simbolo.</li> <li>- È facilmente modificabile</li> <li>- Ne vengono definite anche le caratteristiche idrauliche.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non se ne conosce l'ingombro esatto, si fa fede all'esperienza per prevenire eventuali imprevisti.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle sue caratteristiche idrauliche.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellare in 3D o uniformare al progetto le famiglie scaricate richiede tempo.</li> <li>- Non si modificano automaticamente con le tubazioni, ma devono essere modificate manualmente.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

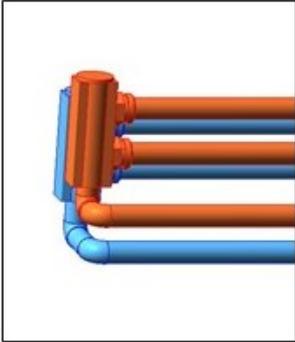
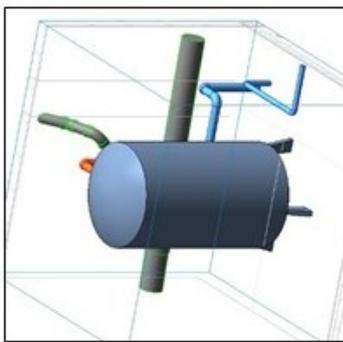
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Collettori</p> 	<p>I collettori sono snodi importanti nell'impianto in quanto hanno la funzione di ricevere un flusso e distribuirlo alle diverse tubazioni. Nel progetto oggetto di questo elaborato sono presenti collettori che vanno da 2 fino a 6 ramificazioni. Hanno un ruolo fondamentale nell'impianto.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice rappresentazione</li> <li>- È possibile modificarne la posizione in modo semplice</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La definizione degli ingombri e dei percorsi delle tubazioni è molto sommaria oppure comporta tempistiche importanti.</li> <li>- Spesso non si definisce con molto livello di dettaglio lasciando il problema a fasi successive.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle sue caratteristiche idrauliche.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impongono una modellazione molto complicata con tempistiche lunghe.</li> <li>- Sono componenti cruciali, con diversi allacciamenti, per questo creano un'iperstaticità del modello diventando quasi impossibili da modificare.</li> </ul>
<p>Caldaie/serbatoi di accumulo.</p> 	<p>La caldaia con serbatoio ad accumulo è una componente fondamentale dell'impianto idrico sanitario. È un oggetto definito da un ingombro, da diametri specifici e da una potenza.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione, con un simbolo.</li> <li>- È facilmente modificabile</li> <li>- Ne vengono definite anche le caratteristiche idrauliche.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non se ne conosce l'ingombro esatto, si fa fede all'esperienza per prevenire eventuali imprevisti e interferenze nei locali tecnici.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle sue caratteristiche idrauliche.</li> <li>- Si conosce esattamente il suo ingombro, si può quindi inserire con tranquillità in ambienti con dimensioni limite.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una volta allacciato, in caso si debba spostare nel modello, può comportare un grosso lavoro.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

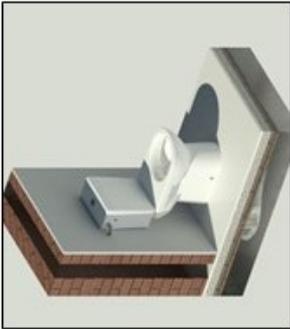
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Pompe</p> 	<p>Sono componenti idrauliche che si differenziano per avere anche un comportamento meccanico. Le pompe sono definite attraverso un ingombro, un diametro di riferimento e un valore di «flusso aggiunto». Le caldaie sono invece definite semplicemente da un ingombro e dai diametri delle tubazioni di acqua fredda e calda.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione, attraverso un semplice simbolo.</li> <li>- Fornisce anche informazioni sul comportamento idraulico</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non vi sono particolari criticità nella progettazione tradizionale delle pompe.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle caratteristiche idrauliche del manufatto.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellare in 3D o uniformare al progetto le famiglie scaricate richiede tempo.</li> <li>- Se viene modellata si perde l'informazione riguardo al reale ingombro.</li> <li>- Se i diametri delle tubazioni vengono modificati spesso bisogna utilizzare un'altra famiglia.</li> <li>- Non possono essere dimensionate automaticamente</li> </ul>
<p>Sanitari</p> 	<p>Sono terminali idraulici contraddistinti da tubazioni in mandata (acqua fredda e acqua calda sanitaria oppure acque grigie) e una tubazione di scarico. Nel CAD sono simboli grafici più o meno fedeli alla realtà, rappresentativi più che altro degli ingombri. Nel BIM, oltre all'ingombro, sono veri e propri sistemi idraulici caratterizzati da connettori intelligenti e da parametri di progettazione.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Non avendo vincoli con l'intorno è facilmente traslabile e modificabile</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È necessaria la sua rappresentazione in ogni vista diversa.</li> <li>- Non fornisce informazioni oltre al mero ingombro.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornisce informazioni dettagliate sia sull'ingombro che sulle caratteristiche idrauliche del manufatto.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellare in 3D o uniformare al progetto le famiglie scaricate richiede tempo.</li> <li>- Può necessitare l'unione di più famiglie.</li> <li>- Una volta allacciato alle tubazioni diventa impossibile ogni spostamento.</li> <li>- Gli scarichi sono molto ingombranti e spesso non permettono alcuna flessibilità.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

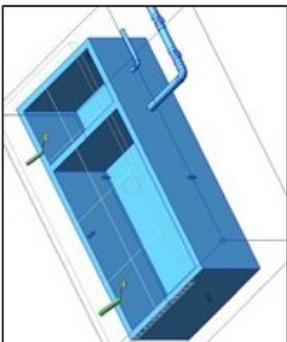
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Vasche di recupero acque grigie</p> 	<p>Sono oggetti definiti attraverso il loro ingombro, gli ingressi delle acque reflue e la tubazione di aspirazione diretta ai filtri. Ai fine della progettazione è importante conoscerne il volume. In questo progetto ve ne sono due. È stata qui rappresentata «scoperta» per mostrarne meglio la geometria.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il calcolo manuale dei dati necessaria progettare il «serbatoio di accumulo» ha delle tempistiche importanti.</li> <li>- Ha un livello di dettaglio che si limita alla mera geometria.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Per dimensionarla è necessario conteggiare i sanitari dell'edificio, definirne le US ecc... A questo scopo gli abachi fanno risparmiare molto tempo.</li> <li>- Ne vengono definiti i parametri in dettaglio.</li> <li>- È di rapida modellazione</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non vi sono particolari inconvenienti nella progettazione della vasca di recupero delle acque grigie.</li> </ul>
<p>Vasche di compenso</p> 	<p>Sono oggetti definiti attraverso il loro ingombro, la tubazione in aspirazione e al loro volume. La normativa impone che le acque in entrata siano attraverso tubazioni a stramazzo.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione.</li> <li>- Si può modificare rapidamente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non fornisce informazioni oltre al mero ingombro.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne vengono definiti i parametri in dettaglio.</li> <li>- È di rapida modellazione</li> <li>- Si può modificare rapidamente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La normativa obbliga che le acque entrino in vasca a stramazzo, per questo motivo il software legge questi punti come disconnessioni. In caso si inserisca un tappo, il software non è più in grado di comprendere la direzione del flusso.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

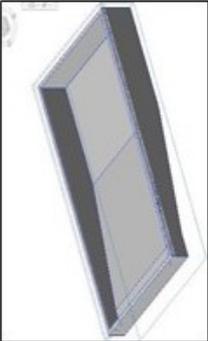
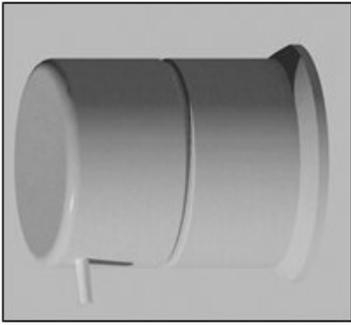
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Vasche di balneazione</p> 	<p>Le vasche sono oggetti caratterizzati da un ingombro e da connettori di adduzione e di scarico in numero variabile. Sono connesse alla rete di ricircolo.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possono essere rappresentate e connesse all'impianto in modo molto semplice.</li> <li>- Possono essere modificate in modo semplice.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non ne vengono definiti i parametri idraulici.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Può essere modellato con facilità</li> <li>- Ne vengono definiti i parametri idraulici oltre all'ingombro.</li> <li>- L'ingombro di oggetti così voluminosi può essere valutato durante la progettazione per evitare interferenze</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oggetti così grande possono rallentare il software in uno stadio avanzato di progettazione.</li> <li>- Sono componenti sia architettoniche che impiantistiche, nel modello federato si possono creare interferenze visive che possono confondere durante la progettazione.</li> </ul>
<p>Filtri</p> 	<p>In questo progetto sono presenti sia i filtri dell'impianto della piscina, sia quelli utilizzati per la depurazione delle acque grigie. Entrambe le tipologie sono caratterizzate da un connettore in entrata, uno in uscita e da una perdita di carico caratteristica.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È rappresentato da un semplice simbolo.</li> <li>- Può essere modificato in modo semplice.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non ne vengono definiti i parametri idraulici.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne vengono definiti i parametri idraulici oltre all'ingombro.</li> <li>- In caso i diametri dell'impianto siano diversi da quelli della casa costruttrice, il software lo rileva automaticamente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellare in 3D o uniformare al progetto le famiglie scaricate richiede tempo.</li> <li>- Se viene modellata si perde l'informazione riguardo al reale ingombro.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

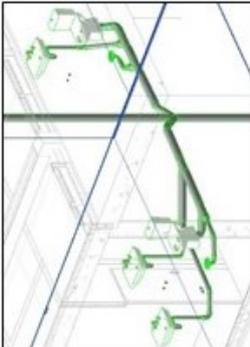
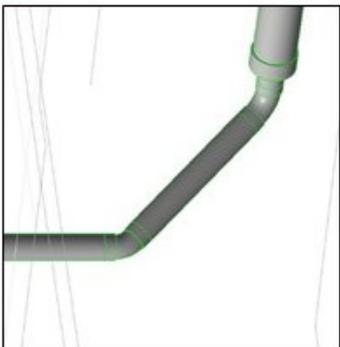
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Impianto di scarico</p> 	<p>L'impianto di scarico viene tracciato e dimensionato con l'obiettivo di scaricare in modo efficace il materiale senza che si formino pressioni che renderebbero inutili i tappi idraulici. Questi due obiettivi si centrano grazie a adeguate pendenze, grazie a una costante ventilazione e ad altri accorgimenti.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Può essere modificato più volte senza un grosso dispendio di tempo.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Per gestire le pendenze e la loro interferenza con i solai è necessario fare costantemente calcoli e lavorare su più PO</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Può essere modellato con facilità se si conosce già a priori il suo andamento.</li> <li>- Le pendenze in automatico rendono semplice un'operazione altrimenti complicata.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non è possibile dimensionarlo</li> <li>- Modellare senza avere già chiare le distanze e il tipo di impianto può richiedere molte correzioni che nella modellazione richiedono molto tempo.</li> </ul>
<p>Zone d'urto</p> 	<p>Le zone d'urto sono le zone in cui le colonne di scarico convogliano al collettore principale alla base dell'edificio. Onde evitare delle sovrappressioni dovute all'urto, si utilizza una doppia curva a 45° intervallata da un tratto di lunghezza &gt;2D.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È di semplice e rapida rappresentazione</li> <li>- Può essere modificato facilmente.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non essendo definito in modo preciso, si lascia la gestione del problema dell'ingombro a una fase successiva.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si può gestire in modo molto semplice il suo ingombro e la sua interazione con l'architettura.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essendovi una doppia curva nelle due direzioni, si crea un sistema iperstatico impossibile da modificare. È necessario infatti avere molto chiaro l'andamento prima della modellazione</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"<sup>29</sup>

OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Collettori di scarico</p> 	<p>I collettori di scarico sono le componenti orizzontali dell'impianto di scarico. Sono caratterizzate da un diametro e da una pendenza che garantisce lo scorrimento del materiale verso le colonne o la rete di scarico.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Può essere tracciato con semplicità</li> <li>- Può essere modificato con facilità</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Per gestire le pendenze e la loro interferenza con i solai è necessario fare calcoli e lavorare graficamente su più PO</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Può essere modellato con facilità</li> <li>- Può esserne modificata facilmente l'altezza e l'intersezione con il solaio.</li> <li>- Le pendenze vengono inserite automaticamente facendo risparmiare molto tempo.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I collettori al pian terreno creano con le colonne un sistema iperstatico che ne impossibilita qualunque semplice modifica.</li> <li>- Modellare senza avere già chiare le distanze e il tipo di impianto può richiedere molte correzioni evitabili nella progettazione tradizionale.</li> </ul>
<p>Colonne di scarico</p> 	<p>Le colonne di scarico sono le componenti verticali dell'impianto di scarico. Sono caratterizzate dal diametro e da un ingombro. Nella parte superiore devono essere aperte per permettere la ventilazione.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È rappresentato da un semplice simbolo o da una linea.</li> <li>- Può essere modificato con semplicità.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non se ne conosce l'esatta interazione con l'architettonico a meno di utilizzare scale molto dettagliate.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È modellato in automatico secondo i parametri di instradamento impostati.</li> <li>- Si può passare da un tipo a un altro con un semplice click</li> <li>- Si modificano in automatico insieme alle tubazioni.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se i parametri sono stati impostati male, questo può comportare un'erronea definizione di questi oggetti.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

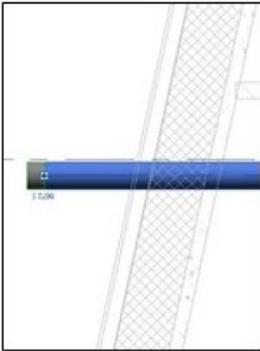
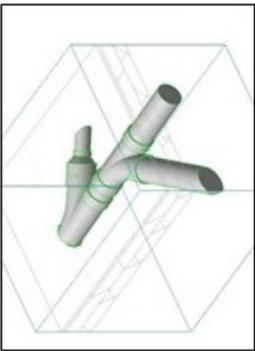
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Tappi/sfiati</p> 	<p>Nella parte superiore delle colonne è necessario uno sfiato che eviti che la tubazione vada in pressione. È quindi fondamentale che non venga otturato.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È un elemento che non necessita studio/tempo.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non presenta particolari controindicazioni.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non presenta particolari vantaggi.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il software comprende che il flusso degli scarichi va verso la direzione aperta, quindi, se si vuole indirizzarlo verso il basso è necessario otturare le colonne creando un errore concettuale.</li> </ul>
<p>Raccordi degli scarichi</p> 	<p>I raccordi sono le componenti che permettono di unire due o più tubazioni. Possono essere semplici curve (Elbow), raccordi di derivazione (Tee) oppure raccordi di derivazione parallela (Y). Sono utilizzati in ogni impianto di scarico.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È rappresentato da un semplice simbolo, oppure non deve neppure essere rappresentato.</li> <li>- Ne vengono definite anche le caratteristiche idrauliche</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si lascia la gestione del problema dell'ingombro a una fase successiva.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È modellato in automatico secondo i parametri di instradamento impostati.</li> <li>- Si può passare da un tipo a un altro con un semplice click</li> <li>- Si modificano in automatico insieme alle tubazioni.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se i parametri sono stati impostati male, questo può comportare un'erronea definizione di questi oggetti.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

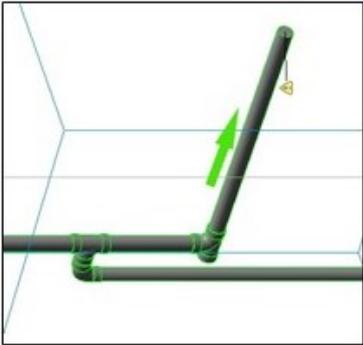
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Pozzo di raccolta delle acque nere</p> 	<p>Il pozzo di raccolta è l'ultimo elemento dell'impianto di smaltimento delle acque reflue prima di giungere in fognatura. È uno snodo importante in cui convergono tutti i collettori di scarico da diverse direzioni. Da questo parte una colonna con sifone diretta alla rete fognaria. Necessita anche di una colonna di ventilazione.</p>	<p><b>PRO</b> Non vi sono particolari vantaggi nella progettazione tradizionale.</p> <p><b>CONTRO</b> - In caso si voglia progettare con dettaglio comporta dei tempi notevoli. - Si lascia spesso la soluzione di questo problema a fasi di costruzione.</p>	<p><b>PRO</b> - È un problema che può essere risolto in dettaglio con semplicità.</p> <p><b>CONTRO</b> - Essendo uno snodo così complesso, in caso di modifiche richiede una completa ripetizione del lavoro.</p>
<p>Allacciamento alla rete</p> 	<p>L'allacciamento alla rete di scarico prevede diversi elementi, quali un sifone e una colonna di ventilazione. Il tratto finale convoglia le acque reflue al punto di allacciamento alla rete fognaria.</p>	<p><b>PRO</b> - Può essere tracciato con facilità. - Può essere modificato con semplicità.</p> <p><b>CONTRO</b> Non vi sono particolari controindicazioni nella progettazione tradizionale di questo elemento.</p>	<p><b>PRO</b> - Può essere modellato con facilità. - Può essere modificato con semplicità.</p> <p><b>CONTRO</b> - In un modello con tutti i parametri definiti, dal momento che non è modellata la rete fognaria, è obbligatorio lasciare disconnesso l'ultimo tratto.</p>

Tabella “Progettazione tradizionale vs BIM”

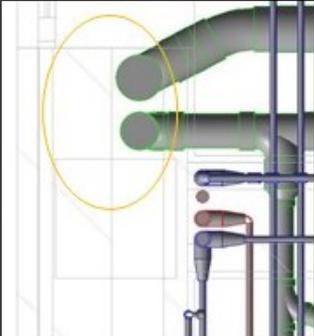
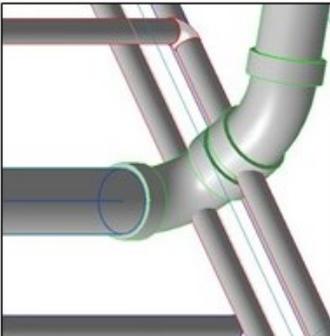
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Clash tubazioni/architettura</p> 	<p>Il clash impianti/architettura è un'operazione che, una volta sviluppato il progetto, esegue un controllo e allerta sulle interferenze tra questi due sistemi.</p>	<p><b>PRO</b> La progettazione tradizionale non offre reali vantaggi nella verifica delle interferenze tra impianti e architettonico.</p> <p><b>CONTRO</b> - Non è un'operazione accurata - Spesso affinché sia possibile servono disegni a scale molto dettagliate che richiedono molto tempo.</p>	<p><b>PRO</b> - È un'operazione molto rapida - È un'operazione molto precisa - Laddove le interferenze siano inevitabili, è possibile controllare visivamente in tempo reale se queste sono accettabili o meno.</p> <p><b>CONTRO</b> - Essendo inevitabili e normali le interferenze tra impianti idrici e architettura, questo tipo di verifica perde di significato. Infatti le intercapedini vengono considerate dei «pieni» facendo parte di un elemento solido.</p>
<p>Clash tra tubazioni</p> 	<p>Il clash impianti/impianti è un'operazione che, una volta sviluppato il progetto, esegue un controllo e allerta sulle interferenze tra questi due sistemi.</p>	<p><b>PRO</b> La progettazione tradizionale non offre reali vantaggi nella verifica delle interferenze tra impianti e architettonico.</p> <p><b>CONTRO</b> - Non è un'operazione accurata - Spesso affinché sia possibile servono disegni a scale molto dettagliate che richiedono molto tempo. - Questo tipo di operazioni vengono trascurate lasciando la soluzione del problema in cantiere.</p>	<p><b>PRO</b> - È un'operazione molto rapida - È un'operazione molto precisa - È molto utile per evitare errori umani e per risolvere delle criticità già in fase di progettazione.</p> <p><b>CONTRO</b> Questo tipo di analisi non presenta alcun tipo di criticità.</p>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

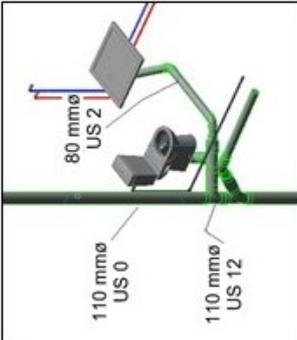
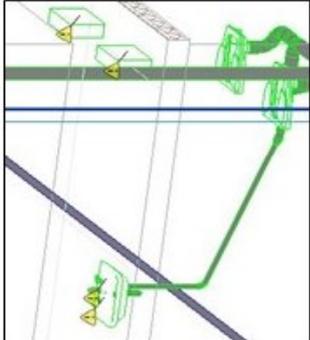
OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>I parametri e le etichette</p> 	<p>Una parte fondamentale della progettazione è numerare gli elementi e definirne le caratteristiche tecniche. In questo caso possono definite come semplice testo o come dati numerici utilizzabili per il calcolo. Anche in questo progetto è stato necessario definire i rami, le colonne, i nodi e tutte le caratteristiche necessarie ai dimensionamenti.</p>	<p><b>PRO</b> Non vi sono particolari vantaggi nella progettazione tradizionale.</p> <p><b>CONTRO</b> - La numerazione è manuale e conseguentemente dispendiosa in termini di tempo. - Le etichette utilizzate nel disegno devono essere riportate manualmente nelle tabelle di calcolo o negli altri strumenti utilizzati.</p>	<p><b>PRO</b> - Questo procedimento avviene in automatico. - In teoria possono essere inseriti infiniti parametri - I parametri sono utilizzabili in tutti i processi del software e esportabili.</p> <p><b>CONTRO</b> - Esistono molti livelli e tipologie di parametri, la loro modifica non è standard e a volte può essere difficoltosa.</p>
<p>Disconnessioni</p> 	<p>Le disconnessioni sono di fatto connettori isolati e non connessi a nessun altro elemento. Nel disegno tradizionale sono situazioni che passano inosservate e potrebbero essere rappresentate da due linee segmenti disconnessi. Nel software sono rappresentate da un triangolo giallo.</p>	<p><b>PRO</b> Non essendo le disconnessioni, e più in generale gli errori umani, segnalati durante la progettazione tradizionale, non vi sono vantaggi sotto questo aspetto.</p> <p><b>CONTRO</b> - Esiste la possibilità di errori umani che possono comportare perdite di tempo.</p>	<p><b>PRO</b> - Durante lo sviluppo della modellazione si può essere tenuti al corrente di queste situazioni. - In questo modo è impossibile cadere in dimenticanze durante la progettazione.</p> <p><b>CONTRO</b> Non vi sono particolari controindicazioni nel ricevere avvisi di questo tipo.</p>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

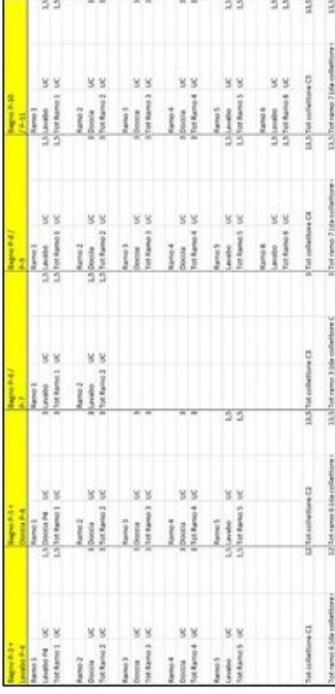
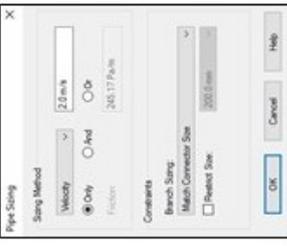
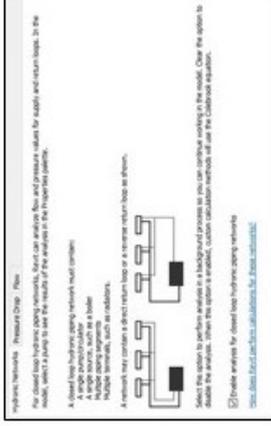
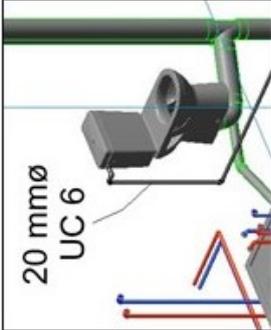
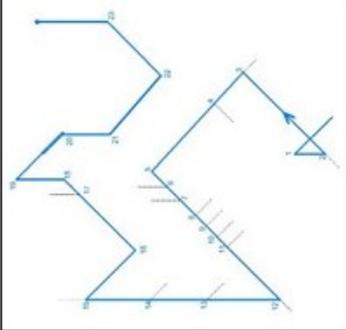
OGGETTO E DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p><b>Dimensionamento</b></p>  <p><b>Immagine 5.1</b></p> <p>Il dimensionamento è un aspetto fondamentale della progettazione degli impianti idrici. Si basa su procedimenti normativi standard con l'obiettivo di calcolare i diametri delle tubazioni e gli eventuali altri aspetti progettuali.</p>  <p><b>Immagine 5.2</b></p>  <p><b>Immagine 5.3</b></p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È ripetitivo e replicabile nei passaggi.</li> <li>- È costruito passo passo dal progettista, quindi vi è una costante consapevolezza e controllo su ciò che avviene.</li> <li>- È piuttosto semplice intervenire in caso di errori.</li> <li>- È possibile dimensionare ogni tipologia di impianto in ogni sua parte</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In un edificio mediamente complesso e eterogeneo come la piscina Cecchi, impostare il calcolo è molto laborioso.</li> <li>- Numerare i rami e gli apparecchi è anch'esso un lavoro dispendioso.</li> </ul> <p><b>Immagine 5.1</b> Stralcio dell'impostazione di calcolo dell'impianto di acqua fredda e calda sanitaria a piano primo.</p> <p><b>Immagine 5.2</b> Schermata di dimensionamento delle tubazioni di Revit che permette di impostare la velocità massima ammissibile nelle tubazioni</p> <p><b>Immagine 5.3</b> Impostazioni di Revit in cui esplicita l'impossibilità del software di calcolare circuiti chiusi con più di una pompa o con più di una "sorgente".</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il software, quando cambia i diametri in modo automatico, può generare raccordi intermedi, in questo modo tiene conto delle possibili interferenze di questi nuovi ingombri.</li> <li>- Il dimensionamento è immediato.</li> <li>- L'impostazione del calcolo è intrinseca nella modellazione.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essendo un procedimento automatico, in caso di dimensionamenti sproporzionati o errori, spesso non si conosce la causa e può essere molto complicato trovarla.</li> <li>- Il cambio di diametri automatico può generare raccordi intermedi che creano interferenze non permettendo più il calcolo stesso.</li> <li>- Può dimensionare solamente impianti a pressione, non è quindi possibile dimensionare gli scarichi.</li> <li>- Può dimensionare solamente i diametri delle tubazioni, nessun altro aspetto progettuale (numero di bocchette, potenza elettrica ecc...)</li> <li>- In un circuito in cui vi sia più di una pompa non può svolgere il calcolo.</li> <li>- Utilizza una normativa straniera.</li> </ul>

Tabella "Progettazione tradizionale vs BIM"

OGGETTO	DESCRIZIONE	PROGETT. TRADIZIONALE	PROGETTAZIONE BIM
<p>Unità di carico</p>  <p>20 mm UC 6</p>	<p>Le unità di carico sono un indicatore della portata che tiene conto anche della probabile contemporaneità delle portate stesse. Sono parametri tabellari fondamentali per il dimensionamento delle reti idrauliche. Nella progettazione tradizionale si utilizzano le unità della normativa italiana, nel BIM invece quelle della normativa americana IPC.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanno dei valori univoci</li> <li>- Sono coerenti con la normativa locale</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <p>Non vi sono particolari controindicazioni nell'utilizzo delle UC nella progettazione tradizionale.</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sono dati che vengono registrati dal software e possono essere utilizzati in ogni processo.</li> <li>- Vi è la possibilità di specificare le due unità e dare a ognuna il significato e l'uso necessario.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esiste un conflitto tra le unità appartenenti al modello informativo e quelle utilizzate dal software per il calcolo.</li> <li>- Le unità portano a risultati a volte erronei.</li> </ul>
<p>Perdite di carico</p> 	<p>Nel dimensionamento le perdite di carico concentrate e distribuite servono per valutare la pressione necessaria al corretto funzionamento dell'impianto. Vengono valutate sul percorso più sfavorevole (critical path).</p>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si ha padronanza sulle operazioni svolte.</li> <li>- Si ha la possibilità di intervenire con facilità in caso di errori.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È necessaria una serie di operazioni manuali con tempistiche importanti.</li> </ul>	<p><b>PRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- È un'operazione automatica e immediata</li> <li>- È un'operazione intrinseca alla modellazione degli impianti.</li> </ul> <p><b>CONTRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essendo un procedimento automatico, in caso di numeri sproporzionati o errori, spesso non si conosce la causa e può essere molto complicato trovarla.</li> <li>- Si perde controllo sul problema.</li> </ul>

## 6. Conclusioni

In questo elaborato sono stati analizzate in modo dettagliato tutte le componenti dei vari impianti, valutando i pro e i contro della loro progettazione nei metodi tradizionale e BIM.

Da quest'analisi si possono estrapolare alcune riflessioni.

Non si può fare un ragionamento unico per tutti gli impianti analizzati, perché le caratteristiche di ognuno di essi interagiscono in modo differente con i due tipi di progettazione. Verranno per questo divisi per tipologia.

### Impianto di acque fredda e acqua calda sanitaria.

L'impianto di acqua fredda e acqua calda sanitaria è caratterizzato da uno schema "ad anello" con la possibilità di divenire "a gabbia", in esso vengono utilizzati dei tubi flessibili in multistrato e il sistema è a collettori con tubazioni secondarie in parallelo.

Per questo tipo di impianto nella progettazione BIM senza dubbio le criticità superano i vantaggi, perché, se da un lato si possono gestire facilmente le interferenze e si progetta con un elevato livello di dettaglio e di informazioni tecniche, dall'altro lato ci si trova di fronte a delle evidenti difficoltà di modellazione. Il software non ha la capacità di riprodurre in modo semplice il comportamento delle tubazioni flessibili e, per questo motivo, sono a volte necessarie delle approssimazioni e delle forzature che creano quasi inevitabilmente delle situazioni irrealistiche. Come conseguenza si ha che, oltre alla geometria, anche le successive analisi, i parametri, gli abachi e in generale molti dei dati appartenenti al modello informativo restino inevitabilmente viziati da queste forzature.

Inoltre, nonostante molti tentativi e uno studio approfondito dei tutorial, non è stato possibile far sì che il software potesse dimensionare automaticamente quest'impianto, questo non significa che sia impossibile, ma sottolinea la difficoltà oggettiva del suo utilizzo.

D'altra parte, nella progettazione tradizionale, i problemi di definizione degli ingombri di questo tipo non vengono affrontati con questo dettaglio, in fase di progetto si tiene conto di spazi sufficienti e la loro risoluzione viene normalmente lasciata alla fase di costruzione.

Si può dire che in un impianto a collettori con tubazioni flessibili il BIM non offre ancora degli strumenti sufficientemente efficienti da poter soppiantare il metodo tradizionale di progettazione.

## Impianto di acque grigie.

L'impianto delle acque grigie è stato invece progettato con uno schema a ramificazione, con tubi rigidi in acciaio zincato e con un sistema a derivazione con quindi le diramazioni poste in serie.

Questo ha cambiato radicalmente il problema, perchè in questo caso si può dire invece che la progettazione BIM è molto efficiente. Infatti, rispetto ad un software CAD, è altrettanto semplice nell'essere tracciato e modificato, con il vantaggio di modellare l'impianto con molta fedeltà in tempi simili e di conseguenza poter gestire gli ingombri e le interferenze in modo molto preciso.

Un'altro vantaggio è quello di numerare e catalogare automaticamente le componenti nel loro comportamento idraulico, con un importante risparmio di tempo nella fase di preparazione al calcolo di dimensionamento e potendo anche evitare l'errore umano.

Proprio grazie agli abachi è stato possibile avere immediatamente accesso a informazioni utili al dimensionamento della vasca di raccolta delle acque grigie che, necessitava altrimenti molti conteggi manuali.

L'unico punto a sfavore risulta essere l'inserimento dei terminali nel progetto, infatti, essendo componenti 3D, richiedono una modellazione dispendiosa in termini di tempo, oppure, in caso vengano forniti dai siti internet delle aziende, queste famiglie richiedono comunque un lavoro non trascurabile volto a renderle uniformi al resto del progetto. Superata questa fase, però si ha poi la possibilità di svolgere le altre operazioni in modo molto più efficiente.

Per quel che riguarda il calcolo, il software riesce a riconoscere con semplicità le portate in ogni punto dell'impianto e a dimensionarlo in modo automatico. Gli inconvenienti sono due: il primo è che nel dimensionamento la normativa di riferimento è quella americana: "2012 IPC" che utilizza unità di carico differenti. Il secondo è che l'inserimento automatico di riduttori di diametro, che con il loro ingombro imprevisto possono creare errori che annullano il comando. In questo caso, operando "tratto per tratto" si ovvia al problema, aumentando però considerevolmente i tempi. Il dimensionamento tradizionale in questo caso, resta comunque un processo dai tempi più brevi.

Infine, riguardo le perdite di carico, il software le calcola tutte "tratto per tratto" e automaticamente, i valori delle portate a volte non rispecchiano gli ordini di grandezza per errori di impostazione, in questo caso, essendo il calcolo del tutto automatico, può non esservi una padronanza totale e trovare gli errori può risultare molto dispendioso.

Si può dire quindi che in questo caso la progettazione BIM è molto efficace ed offre un ottimo supporto al successivo dimensionamento; dimensionamento per cui invece il BIM si è rivelato ancora insufficiente.

### Impianto di scarico.

L'impianto di scarico segue logiche completamente diverse rispetto agli impianti a pressione, ha infatti dei vincoli progettuali piuttosto rigidi, oltre ad avere degli ingombri più voluminosi.

I vantaggi sono sostanzialmente 3: poter usufruire di un software che crea automaticamente le pendenze fa risparmiare tempo senza rinunciare ad un'estrema precisione nel valutare gli ingombri nei solai; è estremamente efficiente nella creazione automatica dei raccordi e, essendo l'impianto più ingombrante, poter valutare in tempo reale la sua interazione con le altre componenti può evitare errori, soprattutto laddove convergano molti collettori di dimensioni notevoli e vi possano essere facilmente interferenze.

Gli svantaggi invece riguardano il fatto che l'impianto, una volta modellato, è molto difficile da modificare in quanto le pendenze e i raccordi tra rami non ortogonali creano iperstaticità, per questo tracciarlo senza avere già un'idea chiara del suo sviluppo può comportare diversi tentativi con conseguenti tempistiche.

Inoltre, come succedeva per gli altri impianti, la numerazione automatica e la catalogazione dei nodi predispone molto bene il successivo calcolo manuale. Calcolo che in questo caso il software non può svolgere.

Queste ultime considerazioni fanno comprendere come, per questo impianto, i due metodi si complementano molto bene: in primo luogo un tracciamento in prima approssimazione con un calcolo dei diametri, e successivamente lo sviluppo dettagliato del modello con valutazione degli ingombri e delle interferenze con l'edificio rendono la progettazione molto efficiente.

### Impianto di ricircolo della piscina

L'impianto di ricircolo della piscina, avendo una distribuzione a ramificazione e a tubi rigidi, si comporta in modo molto simile all'impianto delle acque grigie. Per questo motivo ne acquisisce gli stessi pro e contro.

C'è solo da aggiungere che le tubazioni di questo tipo di impianto hanno diametri dell'ordine dei 150-200mm, per questo motivo gli ingombri non possono essere paragonati a tubazioni 10 volte più piccole. Ne consegue che per gli ingombri, uno strumento come il BIM aiuta molto a valutare e evitare interferenze.

Ci tengo a precisare che, quando asserisco che il BIM valuta le interferenze, non significa che senza di esso vi siano sempre state problematiche. Esiste un'esperienza e una cultura del costruito che risolvono "a priori" molte situazioni. Laddove queste situazioni siano effettivamente ambigue e possano

poi comportare dei problemi in opera, la progettazione a scale di rappresentazione molto dettagliate può risolvere comunque i nodi meno semplici. Il BIM ha semplicemente, per un livello di dettaglio molto alto, dei tempi di modellazione molto inferiori, per questo rappresenta uno strumento molto valido per risolvere questo tipo di problema.

Dopo questa analisi si può concludere che il BIM è sicuramente uno strumento di progettazione ottimo nel caso in cui l'impianto utilizzi delle tecnologie semplici e delle configurazioni impiantistiche basilari. Nel momento in cui invece si debbano affrontare delle progettazioni più complesse, è uno strumento ancora troppo acerbo per una gestione efficace del lavoro.

## 7. Bibliografia

### Testi consultati

- Salvini S. Soma P. *“Impianti idrici negli edifici”*, Ulrico Hoepli Editore, 2013.
- Da Deppo L., Datei C. *“Fognature”*, Libreria internazionale Cortina Padova, 2003.
- Da Deppo L., Datei C. *“Acquedotti”*, Libreria internazionale Cortina Padova, 2005.
- Prola R., *“Piscine”*, Dario Flaccovio Editore, Palermo 2009.
- Del Giudice M. (a cura di), *“Il disegno e l'ingegnere. BIM - Handbook for building and civil engineering students”*, Levrotto & Bella Editore, 2019.
- Citrini D., Nosedà G. *“Idraulica”*, Casa Editrice Ambrosiana, 1987.
- Lanfaloni S. *“Dimensionamento di massima di un impianto idrico per un edificio ad uso abitativo”*, Tesi di laurea, Relatrice Butera I., Politecnico di Torino 2016.
- Di Vico G. *“BIM per AS-BUILT, caso studio della Torre Regione a Torino”*, Tesi di laurea, Relatrice Osello A., Politecnico di Torino, 2016.
- Rubattu C., *“BIM to BEM. Modellazione BIM e Interoperabilità per l'efficientamento energetico degli edifici pubblici”*, Tesi di laurea, Relatrice Osello A., Politecnico di Torino, 2019.
- Mineo S., Migliore M., *“Dimensionamento della rete di distribuzione e valutazione della necessità dell'introduzione del sistema di sopraelevazione delle pressioni”*, Esercitazione del corso di Idraulica Tecnica, 2018.
- Mineo S., Migliore M., *“Dimensionamento di tubi di scarico con annesse colonne montanti”*, Esercitazione del corso di Idraulica Tecnica, 2018.

### Normativa di riferimento

- UNI 11337-4:2017, *Edilizia e opere di ingegneria civile. Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Parte 4: Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti.*

- UNI-EN 806:2008, *Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano.*
- UNI 9182:2014, *Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo.*
- D.M. 2 maggio 2006, *Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.*
- UNI-EN 12056:2001, *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni.*
- UNI 10637:2016, *Piscine - Requisiti degli impianti di circolazione, filtrazione, disinfezione e trattamento chimico dell'acqua di piscina.*
- IPC:2018, *International Plumbing Code.* International Code Council.
- SMAT, *“Il regolamento del servizio idrico integrato”*, 2006

### Sitografia

- <https://knowledge.autodesk.com>
- <https://www.coordinate-gps.it/>
- <https://www.oppo.it/>
- <https://rossanaprola.it/>
- <http://www.valsir.it/>
- <https://www.lavorincasa.it/>
- <https://www.ivar-group.com/>
- <http://www.idro.it>
- <https://www.geberit.it/>