

Publiacqua

PROGETTO ESECUTIVO

Comune di SCARPERIA

Titolo progetto:

Nuova centrale di potabilizzazione "Autodromo", serbatoio di accumulo, centrale di pompaggio, e collegamenti acquedotto e fognatura.

Titolo disegno:

Relazione idraulica impianto di potabilizzazione

 **INGEGNERIE TOSCANE**

Tavola

Scala

P.O.T
7148

PROGETTO N° / ODI
XXX/XXX

e.A.18

DATA
Luglio 2011

ARCHIVIO INFORMATICO
|_|_|_|_|/|_|_|

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IN PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Mario RUTA

PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI
GRANDI PROGETTI
IL RESPONSABILE:
Dott. Ing. Alessandro FRITTELLI

PROGETTISTI:
PROGETTISTA OPERE IDRAULICHE, ELETTRICHE
E STRUTTURALI
Dott. Ing. Giovanni SIMONELLI

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE:
Opere Idrauliche:
Dott. Ing. Alessio CRIACHI
Dott. Ing. Manuela BONSIGNORI
Dott. Ing. Beatrice SALANI
Dott. Ing. Simone TARABELLA
Opere Geotecniche e Strutture:
Dott. Ing. Nicola MAINARDI
Dott. Geol. Carlo FERRI
Opere Elettriche e automazione
Per. Ind. Paolo BASTIANONI

C.S.P.:
Dott. Ing. Manuela BONSIGNORI

INGEGNERIE TOSCANE s.r.l.

Sede Firenze
Via Da noli 4-50132-FIRENZE
Cod.Fisc. e P.I.V.A. 06111950488
Progettazione e Lavori Grandi Progetti



ISO 9002 Cert. n° 3232/0



Rev.	Data	Descrizione/Motivo della revisione	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
02	20/07/11	ADEGUAMENTO REVISIONE DEL 20/07/2011	B.SALANI M.BONSIGNORI	A.MASSINI,V.LAPUCCI,A.FRITTELLI	G.SIMONELLI
01	30/06/11	PRIMA STESURA PROGETTO ESECUTIVO	B.SALANI M.BONSIGNORI	A.MASSINI,V.LAPUCCI,A.FRITTELLI	G.SIMONELLI

IMPORTANTE : Proprietà riservata di Publiacqua ; Vietata la Riproduzione e la Diffusione.

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3.	FINALITÀ DELLA PROGETTAZIONE.....	4
4.	CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA DI PROGETTO	8
4.1	STOCCAGGIO ACQUA GREZZA E SOLLEVAMENTO INIZIALE.....	9
4.1.1	<i>Dimensionamento collettori approvvigionamento idrico</i>	<i>9</i>
4.1.2	<i>Dimensionamento stazione di sollevamento</i>	<i>10</i>
4.1.3	<i>Verifica del volume del pozzetto acqua grezza</i>	<i>16</i>
4.2	DOSAGGI CHIMICI - PRETRATTAMENTI	18
4.2.1	<i>Correzione del pH.....</i>	<i>18</i>
4.2.2	<i>Preossidazione</i>	<i>18</i>
4.2.3	<i>Predisposizione per eventuale futura Flottazione ad aria disciolta DAF.....</i>	<i>18</i>
4.2.4	<i>Coagulazione.....</i>	<i>18</i>
4.3	FILTRAZIONE SU SABBIA E ANTRACITE	19
4.3.1	<i>Dimensionamento controlavaggio filtri a sabbia.....</i>	<i>19</i>
4.4	FILTRAZIONE SU CARBONE GRANULARE GAC	21
4.4.1	<i>Dimensionamento controlavaggio filtri a carbone</i>	<i>21</i>
4.5	DISINFEZIONE FINALE.....	22
4.6	SERBATOIO DI ACCUMULO ACQUA TRATTATA.....	23
4.6.1	<i>Dimensionamento dello sfioro di troppo pieno e scarico di fondo.....</i>	<i>24</i>
4.6.2	<i>Dimensionamento del collettore di scarico che convoglia il troppo pieno/scarico di fondo alla vasca di raccolta acque di controlavaggio e del troppo pieno del pozzetto scarichi alla rete di smaltimento acqua meteoriche.</i>	<i>25</i>
4.7	STAZIONI DI SOLLEVAMENTO FINALE – CALCOLO E VERIFICA SOVRAPPRESSIONE DA COLPO D’ARIE.....	26
4.8	POZZETTO RACCOLTA ACQUE DI LAVAGGIO, SCARICO E TROPPO PIENO	30
4.8.1	<i>Dimensionamento del collettore di scarico dei filtri.....</i>	<i>31</i>
4.8.2	<i>Dimensionamento stazione di sollevamento acque di lavaggio</i>	<i>32</i>
5.	PIPING	32
6.	VERIFICA IDRAULICA.....	32

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - schema funzionale impianto di potabilizzazione	8
Figura 2 –estratto pianta piano terra: collettore collegamento idraulico vasche accumulo	23
Figura 3 – rappresentazione della scala di deflusso per il caso (A) a sinistra e per il caso (B) a destra.....	25
Figura 4 – rappresentazione della scala di deflusso per il caso di tubazione nuova e con lievi incrostazioni	31

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - <i>Caratteristiche quantitative delle acque grezze considerate alla base del progetto</i>	5
Tabella 2 - <i>Requisiti di qualità per uso idropotabile</i>	6
Tabella 3 - calcolo dei Δp filtri puliti, $Q=30$ l/s.....	12
Tabella 4 - calcolo dei Δp filtri intasati, $Q=30$ l/s.....	12
Tabella 5 - calcolo dei Δp filtri puliti, $Q=40$ l/s.....	13
Tabella 6 - calcolo dei Δp filtri intasati, $Q=40$ l/s.....	13
Tabella 7 - calcolo dei Δp filtri puliti, $Q=80$ l/s.....	14
Tabella 8 - calcolo dei Δp filtri intasati, $Q=80$ l/s.....	14
Tabella 9 - calcolo dei Δp filtri puliti, $Q=120$ l/s.....	15
Tabella 10 - calcolo dei Δp filtri intasati, $Q=120$ l/s.....	15
Tabella 11- calcolo del Δp fase lavaggio filtri a sabbia.....	20
Tabella 12 - calcolo del Δp fase lavaggio filtri a sabbia.....	22

1. PREMESSA

Gli interventi necessari alla realizzazione della nuova centrale di potabilizzazione saranno dettagliati nella presente relazione per quanto concerne gli aspetti più strettamente legati al processo di trattamento delle acque, dal pozzetto di sollevamento iniziale dell'acqua grezza a quello finale per la spinta in rete.

Il ciclo di potabilizzazione è costituito dalle seguenti fasi:

- Sollevamento iniziale
- Correzione del pH (dosaggio anidride carbonica), preossidazione (dosaggio ipoclorito di sodio), coagulazione (dosaggio policloruro di alluminio),
- Filtrazione in pressione su letto di sabbia
- Adsorbimento su carbone attivo granulare in pressione
- Disinfezione finale mediante ipoclorito di sodio
- Stoccaggio acque trattate
- Controlavaggio dei filtri
- Accumulo acque di controlavaggio e sollevamento alla fognatura
- Spinta in rete dell'acqua trattata

2. Normativa di riferimento

- R. Decreto 11/12/1933, n. 1775: Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici.
- Legge 5/1/1994, n. 36 (Galli): Disposizioni in materia di risorse idriche
- Norma UNI EN 805: La norma UNI EN 805 del Giugno 2002 "Approvvigionamento di Acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" indica le linee guida per la progettazione delle reti idriche e, tra l'altro, stabilisce una nuova terminologia per classificare le pressioni delle condotte.
- Norma UNI EN 545: Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Requisiti e metodi di prova ;
- D.M. LL.PP 12.12.1985: Normativa sul collaudo delle reti idriche.
- D.Lgs 12/04/2006 n°163 aggiornato dal DLgs n°113 del 2007: Legge quadro sui LL.PP.
- D.P.R. n° 207/2010: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

- D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni
- D.Lgs 9/04/2008 n° 81: Testo unico sulla tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs 02/02/2001, n. 31: Qualità delle acque destinate al consumo umano.
- D.M. Salute 6/4/2004 n. 174 : Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate ad uso umano.
- D.Lgs 152/2006 aggiornato dal DLgs 16/01/2008 n°4 per quanto riguarda le norme in materia ambientale: Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento.
- Deliberazione 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

3. Finalità della progettazione

La progettazione in essere concerne la realizzazione della nuova centrale di potabilizzazione dell'Autodromo situata nel comune di Scarperia in provincia di Firenze.

L'impianto, dimensionato per trattare una portata massima di 120 l/s è alimentato dalla portata drenata dalla galleria Firenzuola – Imbocco Sud.

Le due finalità principali del presente progetto sono le seguenti:

- miglior sfruttamento della risorsa;
- adeguamento alle prescrizioni del D.Lgs. 31/2001 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

In Tab. 1 si riportano le caratteristiche quali-quantitative delle acque grezze considerate alla base del progetto, così come desunte dalle analisi eseguite durante l'anno 2006.

In Tab. 2 vengono riportati i più significativi requisiti minimi di qualità dell'Allegato I del decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 (di attuazione della direttiva 98/83/CE - qualità delle acque destinate al consumo umano), così come modificato ed integrato dal decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 27. I dati sono stati utilizzati per orientare le principali scelte di processo.

Tabella 1 - Caratteristiche quantitative delle acque grezze considerate alla base del progetto

PARAMETRI	U.D.M.	Valore
ANALISI DI BASE		
Odore	t. d.	1
Concentrazione di ioni idrogeno	Unità pH	8,2
Alcalinità	mg/l HCO ₃	347
Conducibilità elettrica	μS cm ⁻¹ a 20°C	517
Ammonio	mg/l NH ₄	0,5
Durezza totale	°F	11
Torbidità valore sul campo	FTU	20
Torbidità	NTU	16,6
Carbonio organico totale (TOC)	mg/l C	1,18
ANIONI		
Bromuro	mg/l Br	< 0,05
Clorato	mg/l ClO ₃	< 0,10
Clorito	mg/l ClO ₂	< 0,100
Cloruro	mg/l Cl	12
Fluoruri	μg/l F	650
Nitrato	mg/l NO ₃	< 1
Nitrito	mg/l NO ₂	0,03
Solfato	mg/l SO ₄	32
METALLI		
Alluminio	mg/l Al	0,323
Antimonio	μg/l Sb	< 0,2
Argento	μg/l Ag	< 0,5
Arsenico	μg/l As	1
Bario	μg/l Ba	156,1
Berillio	μg/l Be	< 0,5
Boro	μg/l B	313
Calcio	mg/l Ca	27,4
Cadmio	μg/l Cd	< 0,2
Cobalto	μg/l Co	0,5
Cromo	μg/l Cr	1
Ferro	μg/l Fe	395
Litio	μg/l Li	50,5
Manganese	μg/l Mn	70
Mercurio	μg/l Hg	< 0,1
Magnesio	mg/l Mg	9,7
Nichel	μg/l Ni	1
Piombo	μg/l Pb	1
Potassio	mg/l K	2,5
Rame	μg/l Cu	3
Selenio	μg/l Se	< 1
Silice	mg/l SiO ₂	6,65
Sodio	mg/l Na	97
Vanadio	μg/l V	2
Zinco	μg/l Zn	4
THM	-	non rilevanti
VOC	-	non rilevanti
ANTIPARASSITARI	-	non rilevanti
ANALISI MICROBIOLOGICA		
Coliformi totali	MPN/100ml	248
Conteggio delle colonie a 22°C	UFC/ml	168
Clostridium perfringens	UFC/100 ml	0

Escherichia coli	MPN/100ml	1
Enterococchi	MPN/100ml	2
Protozoi P/A	P/A	a
Metazoi P/A	P/A	a
Unità algali	n/ml	0
O.M.		Presenza di batteri filamentosi

Tabella 2 - Requisiti di qualità per uso idropotabile

Parametri chimici obbligatori

Parametro	Valore di parametro	Unità di misura
Acrilammide	0,10	µg/l
Antimonio	5,0	µg/l
Arsenico	10	µg/l
Benzene	1,0	µg/l
Benzo(a)pirene	0,010	µg/l
Boro	1,0	µg/l
Bromato	10	µg/l
Cadmio	5,0	µg/l
Cromo	50	µg/l
Rame	1,0	mg/l
Cianuro	50	µg/l
1, 2 dicloroetano	3,0	µg/l
Epicloridrina	0,10	µg/l
Fluoruro	1,50	mg/l
Piombo	10	µg/l
Mercurio	1,0	µg/l
Nichel	20	µg/l
Nitrato (come NO ³)	50	mg/l
Nitrito (come NO ²)	0,50	mg/l
Antiparassitari	0,10	µg/l
Antiparassitari-Totale	0,50	µg/l
Idrocarburi policiclici	0,10	µg/l
Selenio	10	µg/l
Tetracloroetilene	10	µg/l
Triometani-Totale	30	µg/l
Cloruro di vinile	0,5	µg/l
Clorito	200	µg/l
Vanadio	50	µg/l

Parametri indicatori

Parametro	Valore di parametro	Unità di misura
Alluminio	200	µg/l
Ammonio	0,50	mg/l
Cloruro	250	mg/l
Clostridium perfringens	0	Numero/100 ml
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	
Conducibilità	2500	µScm ⁻¹ a 20° C
Concentrazione ioni	6,5 e 9,5	Unità pH
Ferro	200	µg/l
Manganese	50	µg/l
Odore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	
Ossidabilità	5,0	mg/l O ₂
Solfato	250	mg/l
Sodio	200	mg/l
Sapore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	
Conteggio delle colonie a	Senza variazioni anomale	
Batteri coliformi a 37°C	0	Numero/100 ml
Carbonio organico totale	Senza variazioni anomale	
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	
Durezza *	15-50° (valore consigliato)	°F
Residuo secco a 180°C **	1500 (valore massimo consigliato)	mg/L
Disinfettante residuo ***	0,2 (valore minimo consigliato)	mg/L

4. Configurazione impiantistica di progetto

Di seguito si descrivono in dettaglio le scelte progettuali inerenti l'intera filiera di trattamento

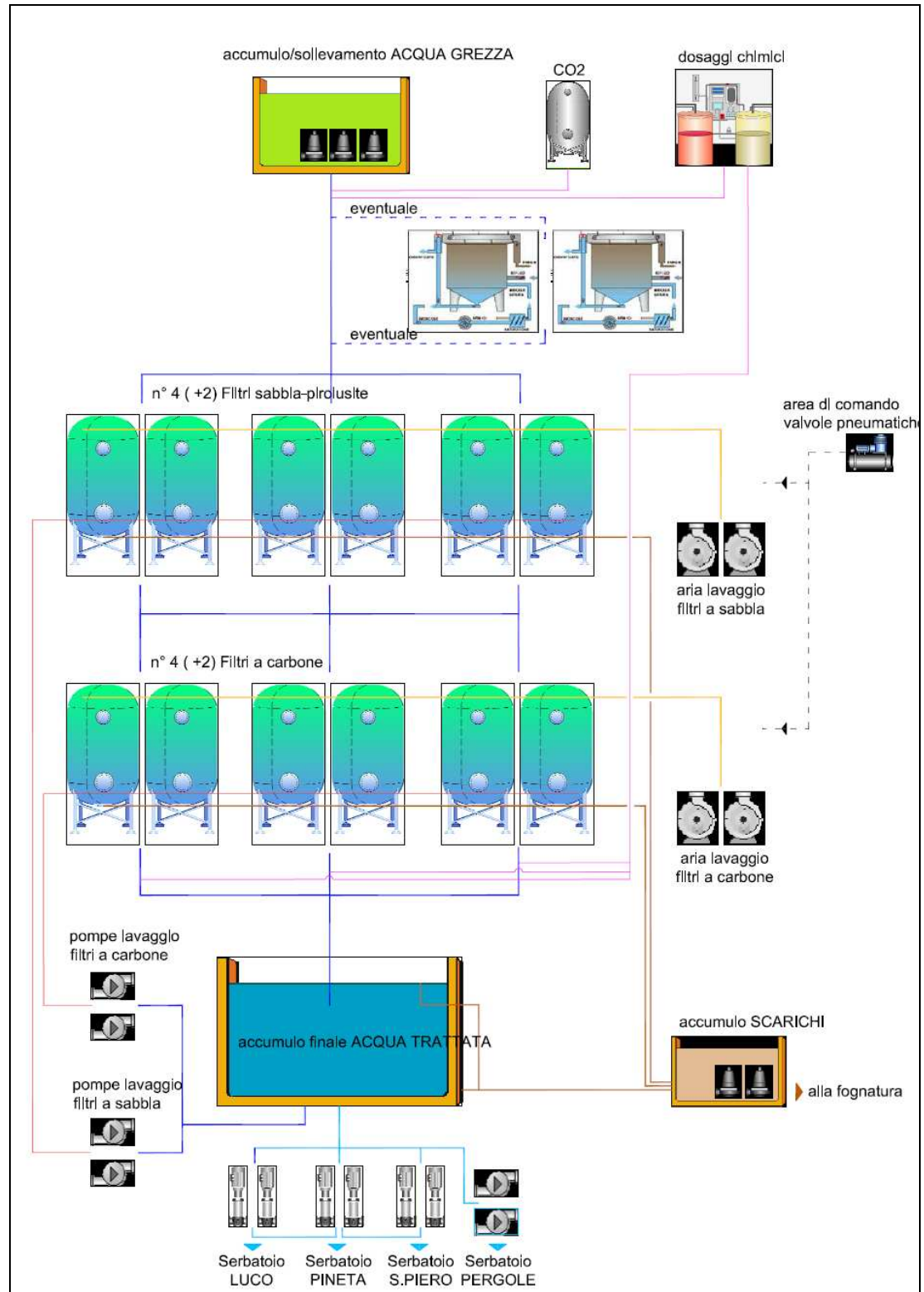


Figura 1 - schema funzionale impianto di potabilizzazione

4.1 Stoccaggio acqua grezza e sollevamento iniziale

Sulla base dell'andamento delle portate descritto nella relazione generale si impone una verifica delle condizioni di funzionamento dell'intero impianto di potabilizzazione partendo da una portata minima di 30 l/sec fino ad una portata massima di 120 l/sec.

L'alimentazione idrica all'impianto di potabilizzazione in progetto è garantita dall'eccesso delle acque di drenaggio della galleria TAV Fiorenzuola – imbocco Sud raccolte nel pozzetto interrato gestito dalla Regione Toscana per il rilancio del D.M.V. Il pozzetto della Regione Toscana è ubicato circa 10m a monte del pozzetto acqua grezza in progetto ed è collegato a quest'ultimo mediante due collettori in PVC De500 posti a quote diverse: il collettore a quota inferiore è destinato all'approvvigionamento delle portate invernali quando non è previsto il rilancio del D.V.M.; la tubazione a quota superiore è invece prevista per l'approvvigionamento delle portate estive, quando è necessario dare priorità al rilancio del D.M.V.

Poiché i due pozzetti, quello di alimentazione e quello di stoccaggio/sollevamento acqua grezza, risultano idraulicamente collegati, il pozzetto in progetto non sarà dotato di un proprio sfioratore di troppo pieno poiché sarà sufficiente lo sfioratore già presente nel pozzetto a monte.

Tale sfioratore determina il massimo livello idrico presente nel pozzetto e pari a circa 2,0m; il minimo livello idrico, per il quale si arrestano tutte le pompe di sollevamento, è invece dettato dalla minima sommergenza delle pompe stesse che consideriamo pari a 30cm dal piede della pompa. Poiché le pompe sono appoggiate su un basamento di 30cm il livello minimo al di sotto del quale si ha l'arresto delle pompe è pari a 60cm dal fondo del pozzetto in progetto.

Dal punto di vista dimensionale il pozzetto occupa un'area di 7m*3,7m, la superficie utile per lo stoccaggio dell'acqua grezza è di 13,2mq (3,1m*4,25m) con altezza liquida massima pari a 2,0m per un volume massimo di 26,4mc. Considerando però che al di sotto del livello minimo non si ha sollevamento di acqua verso l'impianto, il massimo volume utile è pari a 18,5mc.

4.1.1 Dimensionamento collettori approvvigionamento idrico

Il collettore per l'approvvigionamento delle portate invernali è posto con fondo tubo a +30cm dalla soletta di fondo del pozzetto della Regione toscana, fondo tubo a +233,25 m s.l.m., ed ha pendenza pari al 2,5%. La quota del fondo tubo in ingresso al pozzetto delle acque grezze dell'impianto è posta a +233,00m s.l.m.

Il collettore per l'approvvigionamento delle portate estive è posto con estradosso subito sotto alla quota di fondo tubo di alimentazione della acque al pozzetto della Regione Toscana, estradosso

collettore a +234,50 m s.l.m., ed ha pendenza pari al 2,5%. La quota di estradosso del medesimo collettore in ingresso al pozzetto delle acque grezze dell'impianto è posta a +234,25 m s.l.m.

Il deflusso attraverso i collettori potrà avvenire a pelo libero e in pressione a seconda della portata disponibile in arrivo dalla galleria drenante. Considerando un deflusso in pressione all'interno del collettore in PVC De 500 SN8 si ha che tali tubazioni sono in grado di far defluire la portata massima di progetto dell'impianto, $Q=120$ l/sec, con un carico disponibile di 5cm. Per il calcolo si è fatto riferimento alle formule descritte al paragrafo 5 e si sono considerate le perdite di carico distribuite, le perdite di carico concentrate (imbocco, sbocco e presenza di curve) ed una scabrezza di 0.02mm.

4.1.2 Dimensionamento stazione di sollevamento

Per la gestione della variabilità delle portate in progetto si prevede l'installazione n°2 pompe sommergibili +1 di riserva delle quali una sarà dotata di inverter e le altre due avranno avviamento con soft starter.

Per le minime portate, indicativamente variabili tra 30-40 l/sec, entrerà in funzione una singola linea di trattamento e sarà impegnata la pompa dotata di inverter.

Con l'aumentare della portata grezza disponibile, fino ad un massimo di 80l/sec entrerà in funzione anche la seconda linea di trattamento e saranno impiegate n°2 pompe: quella dotata di inverter e una delle altre due a rotazione.

Nel caso dell'ulteriore ampliamento dell'impianto, per il raggiungimento della potenzialità massima di 120 l/sec, saranno impiegate tutte e tre le pompe installate nel pozzetto di sollevamento acqua grezza.

L'avvio e l'arresto delle pompe sarà gestito mediante PLC con lo scopo di mantenere una portata costante data dalla somma delle portate impostate alle valvole modulanti all'ingresso di ogni linea di filtrazione. L'intervallo di lavoro delle pompe sarà impostato all'interno della soglia di minimo assoluto (+0,6m dal fondo pozzetto) e massimo assoluto (+2m dal fondo pozzetto) che ipotizziamo essere pari ad 1m (considerando un ulteriore franco di 20 cm rispetto alle soglie suddette), questo garantisce un volume utile effettivo di 13,2mc.

Sulla base delle perdite di carico di seguito illustrate si determina che la stazione di sollevamento dovrà lavorare nelle seguenti condizioni standard:

PORTATA [l/s]	PERDITE DI CARICO (filtri puliti) [m]	PERDITE DI CARICO (filtri sporchi) [m]
30	25	33
40	26	34
80	28	36
120	30	38

Poiché la tubazione di mandata delle singole pompe si unisce in unico collettore verso l'impianto, nel caso di funzionamento alla portata massima ogni pompa dovrà essere in grado di sollevare la portata di 40l/sec alla prevalenza complessiva di 30m.

Questo implica che nel caso di funzionamento a portate ridotte, essendo inferiori le perdite di carico all'interno dell'impianto, la singola pompa installata sarà in grado di sollevare una portata > 40l/sec; tale eccesso potrà essere gestito mediante la regolazione dell'inverter.

Per la scelta di ogni singola pompa sommersa da installarsi nel pozzetto in progetto si indicano quindi le caratteristiche: portata 45 l/sec alla prevalenza di 29m, Pn 22 KW.

Calcolo delle perdite di carico totali, al variare della portata in ingresso, stimate come indicato al paragrafo 5.

Dati generali:

NOTA: 0,00 (interno edificio) =	246,00 m s.l.m.
finito architettonico posa filtri (-1,7m)	244,30 m s.l.m.
Altezza massima filtro (+4,7m dalla quota di appoggio posta a -1,7m)	249,00 m s.l.m.
(A) Pozzetto Acque grezza	
quota fondo pozzetto	232,67 m s.l.m.
superficie utile	13,18 mq
quota fondo tubo portate invernali	233,00 m s.l.m.
quota fondo tubo portate estive	234,25 m s.l.m.
livello minimo	233,67 m s.l.m.
livello massimo	234,67 m s.l.m.
(B) Vasca di raccolta acqua trattata	
quota fondo vasca (-1,6)	244,4 m s.l.m.
superficie utile totale	114 mq
livello minimo (battente minimo 0,9m al di sopra della presa delle pompe di lavaggio (sopra tubo a +0,5m dal fondo))	245,80 m s.l.m.
livello massimo (si lascia un franco di 50cm)	248,6 m s.l.m.
livello di innesco tubazione troppo pieno (si lascia un franco di 20cm)	249,1 m s.l.m.

Per la stima delle perdite concentrate sono stati introdotti i vari imbrocchi, sbocchi, valvole, raccordi e curve per ogni ramo di collettore analizzato.

1) PORTATA MINIMA 30 l/sec

Sulla base dei dati generali sopra riportati, dello sviluppo della carpenteria e del calcolo delle perdite di carico dei singoli tratti dettagliate nelle tabelle 1 e 2 si hanno le seguenti perdite di carico a valle della stazione di sollevamento:

Dislivello geodetico (Lmax(B)-Lmin(A))	14,9 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri puliti =	7,3 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri intasati =	15,3 m
carico residuo	3 m
CARICO IDRUALICO DELLE POMPE DI SOLLEVAMENTO (fase filtri puliti)	25 m
CARICO IDRUALICO DELLA POMPE DI SOLLEVAMENTO (filtri intasati)	33 m

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale	
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	15,0	0,8	6,1	0,01	0,02	0,0
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	30,0	0,4	0,7	0,17	6,06 *	6,2
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	15,0	0,4	0,8	0,01	0,02	0,0
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,06	0,18	0,2
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,08	0,1
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											0,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,10	0,1
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,04	0,09	0,1
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,08	0,1
	MASSA FILTRANTE											0,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,09	0,1
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,05	0,19	0,2
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	15,0	0,2	0,1	0,00	0,01	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **7,3**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 3 - calcolo dei Δp filtri puliti, Q=30 l/s

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale	
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	15,0	0,8	6,1	0,01	0,02	0,0
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	30,0	0,4	0,7	0,17	6,06	6,2
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	15,0	0,4	0,8	0,01	0,02	0,0
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,06	0,18	0,2
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,08	0,1
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											6,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,10	0,1
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,04	0,09	0,1
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,08	0,1
	MASSA FILTRANTE											2,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	15,0	0,7	3,2	0,01	0,09	0,1
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	30,0	0,8	3,0	0,05	0,19	0,2
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	15,0	0,2	0,1	0,00	0,01	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **15,3**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 4 - calcolo dei Δp filtri intasati, Q=30 l/s

2) PORTATA 40 l/sec (1 linea di filtrazione)

Sulla base dei dati generali sopra riportati, dello sviluppo della carpenteria e del calcolo delle perdite di carico dei singoli tratti dettagliate nelle tabelle 1 e 2 si hanno le seguenti perdite di carico a valle della stazione di sollevamento:

Dislivello geodetico (Lmax(B)-Lmin(A))	14,93 m
Dislivello geodetico (Lfiltri-Lcalp(C)) per linea lavaggi	3 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri puliti=	8,3 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri intasati=	16,3 m
carico residuo	3 m
CARICO IDRUALICO DELLE POMPE DI SOLLEVAMENTO (fase filtri puliti)	26 m
CARICO IDRUALICO DELLA POMPE DI SOLLEVAMENTO (filtri intasati)	34 m

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità		J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	20,0	1,1	10,7	0,02	0,03	0,1
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	40,0	0,6	1,2	0,29	6,11	6,4
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	20,0	0,6	1,4	0,01	0,04	0,0
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	20,0	0,3	0,2	0,00	0,01	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **8,3**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 5 - calcolo dei Δp filtri puliti, Q=40 l/s

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità		J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	20,0	1,1	10,7	0,02	0,03	0,1
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	40,0	0,6	1,2	0,29	6,11	6,4
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	20,0	0,6	1,4	0,01	0,04	0,0
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											6,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											2,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	20,0	0,3	0,2	0,00	0,01	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **16,3**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 6 - calcolo dei Δp filtri intasati, Q=40 l/s

3) PORTATA 80 l/sec

Sulla base dei dati generali sopra riportati, dello sviluppo della carpenteria e del calcolo delle perdite di carico dei singoli tratti dettagliate nelle tabelle 1 e 2 si hanno le seguenti perdite di carico a valle della stazione di sollevamento:

Dislivello geodetico (Lmax(B)-Lmin(A))	14,93 m
Dislivello geodetico (Lfiltri-Lcalp(C)) per linea lavaggi	3 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri puliti=	9,7 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri intasati=	17,7 m
carico residuo	3 m
CARICO IDRUALICO DELLE POMPE DI SOLLEVAMENTO (fase filtri puliti)	28 m
CARICO IDRUALICO DELLA POMPE DI SOLLEVAMENTO (filtri intasati)	36 m

descrizione tratti tubazione		materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale
			m	mm	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	40,0	2,3	41,8	0,08	0,12	0,2
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	80,0	1,1	4,5	1,12	6,44	7,6
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,03	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	40,0	0,5	0,7	0,01	0,04	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **9,7**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 7 - calcolo dei Δp filtri puliti, Q=80 l/s

descrizione tratti tubazione		materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale
			m	mm	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m
COLLETTORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	40,0	2,3	41,8	0,08	0,12	0,2
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	80,0	1,1	4,5	1,12	6,44	7,6
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,03	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											6,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETTORE LINEA FILTRI A SABBIA--> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											2,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETTORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETTORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	40,0	0,5	0,7	0,01	0,04	0,0

totale perdite di carico a filtri puliti **17,7**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 8 - calcolo dei Δp filtri intasati, Q=80 l/s

4) PORTATA MASSIMA 120 l/sec

Sulla base dei dati generali sopra riportati, dello sviluppo della carpenteria e del calcolo delle perdite di carico dei singoli tratti dettagliate nelle tabelle 1 e 2 si hanno le seguenti perdite di carico a valle della stazione di sollevamento:

Dislivello geodetico (Lmax(B)-Lmin(A))	14,93 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri puliti =	12,2 m
ΔP linea acque (fase filtrazione) filtri intasati =	20,2 m
carico residuo	3 m
CARICO IDRUALICO DELLE POMPA DI SOLLEVAMENTO (fase filtri puliti)	30 m
CARICO IDRUALICO DELLA POMPA DI SOLLEVAMENTO (filtri intasati)	38 m

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale	
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	60,0	3,4	93,3	0,19	0,26	0,5
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	120,0	1,7	9,9	2,48	6,98	9,5
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	60,0	1,7	11,1	0,07	0,36	0,4
COLLETORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											0,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETORE LINEA FILTRI A SABBIA-> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											0,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	60,0	0,8	1,5	0,02	0,08	0,1

totale perdite di carico a filtri puliti **12,2**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 9 - calcolo dei Δp filtri puliti, Q=120 l/s

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale	
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
COLLETORE GREZZA da stazione sollevamento fino all'ingresso in centrale	collettore spinta pompa	ghisa	2	150	0,3	150,00	60,0	3,4	93,3	0,19	0,26	0,5
	collettore grezza esterno alla centrale	ghisa	250	300	0,3	300,00	120,0	1,7	9,9	2,48	6,98	9,5
	collettore grezza interno alla centrale	acciaio inox	6	200	0,05	213,10	60,0	1,7	11,1	0,07	0,36	0,4
COLLETORE LINEA FILTRI A SABBIA	collettore grezza fino al fronte filtro	acciaio inox	20	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,10	0,32	0,4
FRONTE FILTRO A SABBIA	collettore grezza fronte filtro sabbia	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,14	0,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											6,0
	filtrata sabbia fino ingresso filtri a carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,17	0,2
COLLETORE LINEA FILTRI A SABBIA-> FILTRI A CARBONE	collettore filtrata sabbia	acciaio inox	12	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,06	0,17	0,2
FRONTE FILTRO A CARBONE	fronte filtro acqua filtrata sabbia	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,01	0,14	0,1
	MASSA FILTRANTE											2,0
	acqua filtrata carbone	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	20,0	1,0	5,5	0,02	0,16	0,2
COLLETORE LINEA USCITA FILTRI A CARBONE	collettore filtrata carbone	acciaio inox	15	200	0,05	213,10	40,0	1,1	5,2	0,08	0,34	0,4
COLLETORE TRATTATA FINO IN VASCA	trattata	acciaio inox	15	300	0,05	317,90	60,0	0,8	1,5	0,02	0,08	0,1

totale perdite di carico a filtri puliti **20,2**

* sono state prese in considerazione le perdite di carico concentrate dovute alla presenza dei miscelatori statici

Tabella 10 - calcolo dei Δp filtri intasati, Q=120 l/s

4.1.3 Verifica del volume del pozzetto acqua grezza

Le dimensioni della vasca di accumulo devono essere tali da tenere conto del corretto funzionamento delle pompe.

In particolare, le apparecchiature elettromeccaniche delle pompe sono sottoposte a surriscaldamento durante la fase di avvio e necessitano quindi di un intervallo, tra due avviamenti successivi, tale che il calore prodotto venga dissipato nell'ambiente in cui le pompe sono immerse.

Il valore di tale tempo, ciclo della pompa, somma dell'intervallo di funzionamento e di riposo, non dovrà essere inferiore di un valore limite prefissato, dipendente dalle caratteristiche della pompa. Il valore minimo di un ciclo tende ad aumentare all'aumentare della potenza della pompa.

Per pompe fino a 50 kW il numero di attacchi orari raccomandato deve essere inferiore a 12. Assumendo 10 attacchi orari otteniamo un tempo T_p di intervallo fra due attacchi successivi pari a $3600/10 = 360$ s.

Considerando la condizione di massimo afflusso in base al principio di continuità, abbiamo che il volume affluito nella vasca di aspirazione della pompa durante il periodo T_p di deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nell'intervallo di tempo di funzionamento della stessa. Dunque abbiamo:

$$q_a \cdot T_p = q_p \cdot \Delta t_v = q_p \cdot (T_p - \Delta t_r)$$

dove:

q_a = portata di afflusso (m^3/s)

q_p = portata di pompaggio (m^3/s)

Δt_r = intervallo di riempimento della vasca, ossia di pausa della pompa (s)

Δt_v = intervallo di vuotatura della vasca, ossia di attività della pompa (s)

$T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi

Indicando con I l'invaso della vasca di aspirazione esso coincide con il prodotto della portata di afflusso per l'intervallo di riempimento:

$$I = q_a \cdot \Delta t_r$$

Esplicitando le due equazioni rispetto a Δt_r ed uguagliando le due espressioni di Δt_r si ottiene:

$$I = T_p \cdot q_a \cdot \left(1 - \frac{q_a}{q_p}\right)$$

La condizione di volume massimo si ottiene quando la portata di afflusso è pari alla metà della portata di pompaggio.

In tal caso si ha:

$$I = \frac{T_p}{4} \cdot q_p$$

Nel nostro caso risulta, assumendo come 50 l/s il valore massimo pompato da una singola pompa,

$$I = (360 \text{ s} / 4) \times 50 \text{ l/s} = 4,5 \text{ mc}$$

Come già indicato al paragrafo 3.1.2. si considera un'altezza utile di 100 cm, ovvero un volume utile pari a 13.20 mc ed una superficie utile di 13,2mq.

Risulta pertanto un'altezza utile per ogni singola pompa (caso peggiore: senza rotazione ciclica e senza inverter) pari a

$$H_{\text{utile}} = 4,5 \text{ m}^3 / 13,20 \text{ m}^2 = 0,34 \text{ m} = 35 \text{ cm}$$

Per il progetto delle volumetrie utili andremo a considerare, a favore di sicurezza, il funzionamento con le tre pompe senza inverter e senza rotazione ciclica.

Ponendoci a favore di sicurezza otteniamo

$$I_{\text{tot}} = I + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

in cui I è il volume utile richiesto per una pompa fornito dall'espressione precedente, n il numero di pompe, S la superficie della vasca e ΔH il valore costante che differenzia i livelli di avvio e di arresto di tutte le pompe. ΔH deve essere sufficientemente elevato da garantire l'impossibilità di avvii accidentali dovuti a turbolenze o imprecisione dei sensori di livello usati.

Avendo assunto $\Delta H = 0,20 \text{ m}$, $n=3$ e $S=13,2 \text{ m}^2$, si ottiene un volume utile minimo necessario pari a

$$I_{\text{TOT}} = 4,50 + 2 \times 0,2 \times 13,2 = 4,50 + 5,28 = 9,78 \text{ mc}$$

che risulta inferiore al volume disponibile, pertanto la geometria prevista risulta idonea al corretto funzionamento dell'impianto di sollevamento.

Adottiamo una altezza di funzionamento per la singola pompa pari a 50 cm, considerata come differenza di quota tra i livelli di attacco e stacco della stessa, superiore a quella richiesta come minima pari a 35 cm.

4.2 Dosaggi chimici - pretrattamenti

4.2.1 Correzione del pH

Le acque grezze saranno soggette a correzione del pH per acidificazione mediante dosaggio di anidride carbonica su miscelatore statico ad asse orizzontale alloggiato in pozzetto realizzato in opera dim. utile 3,0x1,0 mt, altezza 1,15 mt; la correzione del pH ha lo scopo di massimizzare la precipitazione dei coaguli di Al o Fe e quindi anche di limitare la presenza di Al o Fe disciolto nelle acque trattate. E' prevista l'installazione di un pHmetro che misura il valore del pH dell'acqua prelevata a valle del dosaggio, così da consentire la regolazione manuale della quantità di CO₂ da dosare.

4.2.2 Preossidazione

La pre – ossidazione avverrà con ipoclorito di sodio, e se necessario con biossido di cloro, dosato su miscelatore statico ad asse orizzontale alloggiato in pozzetto realizzato in opera dim. utile 3,0x1,0 mt, altezza 1,15 mt; la pre – ossidazione ha lo scopo di ossidare le sostanze organiche presenti nell'influyente e garantire una copertura minima di agente disinfettante tale da scongiurare indesiderate crescite batteriche e algali all'interno dell'impianto.

Il dosaggio sarà di 2 ppm, diluito al 14%.

Il dosaggio è regolato automaticamente sulla base della portata misurata in ingresso all'impianto e integrato sulla base della misurazione del cloro residuo eseguita a valle del dosaggio.

4.2.3 Predisposizione per eventuale futura Flottazione ad aria disciolta DAF

Si prevede la posa di organi di manovra alloggiati all'interno di un pozzetto realizzato in opera dim. utile 3,2x2,45 mt, altezza 1,60 mt.

4.2.4 Coagulazione

La coagulazione mediante dosaggio di policloruro di alluminio su miscelatore statico ad asse orizzontale alloggiato nel pozzetto realizzato in opera immediatamente prima dell'ingresso all'impianto, dim. utile 9,0x2,0 mt, altezza 1,60 mt. Il dosaggio sarà di 25 – 30 ppm (contenuto di sostanza attiva minimo 9% in peso di Al₂O₃).

Il dosaggio è regolato automaticamente sulla base della misurazione della torbidità eseguita a monte del dosaggio.

Sempre sulla base della misurazione della torbidità eseguita a valle di ogni linea di filtrazione è disposta un'automazione al fine di escludere la linea di filtrazione interessata.

Si prevede di stoccare i serbatoi dei reagenti, della capacità di 5000 l, all'interno dell'edificio per problemi climatici ambientali, prevedendo in vicinanza locali per i produttori e un laboratorio chimico per analisi in loco. Considerando dosaggi sulla massima portata, i volumi di stoccaggio sono stati stabiliti in modo da avere un'autonomia di almeno 30 giorni.

Per motivi di sicurezza i serbatoi saranno a doppia parete e sistema di controllo perdite, in polietilene ad alta densità.

4.3 Filtrazione su sabbia e antracite

DATI GENERALI DI PROGETTO	portata totale impianto	120	l/sec
		432	m ³ /h
	numero unità filtranti	6	
	portata unitaria	20	l/sec ∇ filtro

DATI DI PROGETTO FILTRI	diametro esterno filtro	3,2	m
	altezza corpo cilindrico	2,5	m
	altezza letto filtrante	1,4	m
	spessore fasciame	8	mm
	spessore fondo	10	mm
	altezza riempimento quarzite	1	m
	altezza riempimento antracite	0,25	m
supporto drenante	0,15	m	

RISULTATI IDRAULICI	diametro interno filtro	3,184	m
	superficie filtro	7,96	m²
	volume letto filtrante	11,1	m³
	velocità apparente di filtrazione	9,0	m/h
	tempo di contatto	9,3	min
CONTROLLO ESPANSIONE	altezza disponibile per espansione in controlavaggio	1,1	m

Nella prima fase di realizzazione dell'impianto si prevedono n°2 linee di filtrazione da 145 mc/h ognuna costituita da n°2 filtri di diametro esterno 3,2m e altezza fasciame 2,5m riempiti a sabbia per un'altezza di 1,15 m e antracite per un'altezza di 0,25m.

4.3.1 Dimensionamento controlavaggio filtri a sabbia

DATI GENERALI DI PROGETTO	portata totale impianto	120	l/sec
		432	m ³ /h
	numero soffianti	1	
DATI DI PROGETTO SOFFIANTI E POMPE	superficie ciascun filtro	7,96	m ²
	velocità in controlavaggio ARIA	50	Nm/h
	velocità in controlavaggio ARIA/ACQUA	25	m/h
	velocità in controlavaggio solo ACQUA	25	m/h

	durata controlavaggio solo ARIA	5	min
	durata controlavaggio ARIA/ACQUA	10	min
	durata controlavaggio solo ACQUA	5	min

RISULTATI SOFFIANTE	numero soffianti	1	(+ 1 di riserva)
	portata aria (soffiante)	400	mc/h

RISULTATI POMPE	numero pompe	1	(+ 1 di riserva)
	portata acqua di lavaggio	55	l/sec
	consumo acqua \forall filtro lavato	50	m ³ per filtro

Considerando le quote di progetto e le perdite di carico totali sulla linea di controlavaggio si ottengono i seguenti valori per la stima della prevalenza:

NOTA: 0,00 (interno edificio) =	246,00 m s.l.m.
Altezza massima filtro (+4,7m dalla quota di appoggio posta a -1,7m)	249,00 m s.l.m.
(C) locale pompe	
quota basamenti pompe (+0,00)	246,00 m s.l.m.

Dislivello geodetico (Lfiltri-Lcalp(C)) per linea lavaggi	3 m
ΔP linea filtri sabbia (fase lavaggio)=	9 m
carico residuo	3 m
PORTATA CIASCUNA POMPA LAVAGGIO SABBIA	55 l/sec
CARICO IDRUALICO DELLA POMPA DI LAVAGGIO FILTRI A SABBIA	15 m

Per il lavaggio si prevede quindi di installare n°1+riserva pompa centrifuga monogirante ad asse orizzontale da 55 l/sec (200mc/h) con 15 m di prevalenza e n°1+riserva soffiante volumetrico con rotore a tre lobi da 400Nmc/h con 500mbar con silenziatore.

descrizione tratti tubazione	materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale	
		m		mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m	
ACQUA CONTROLAVAGGIO FILTRI A SABBIA	collettore alimentazione acqua controlavaggio	acciaio inox	50	200	0,05	213,10	55,0	1,5	9,4	0,47	0,68	1,2
	collettore acqua controlavaggio fronte filtro	acciaio inox	4	150	0,05	162,30	55,0	2,7	37,0	0,15	1,17	1,3
	M ASSA FILTRANTE - FILTRO A SABBIA											6,0

totale perdite di carico **8,5**

Tabella 11- calcolo del Δp fase lavaggio filtri a sabbia

4.4 Filtrazione su carbone granulare GAC

DATI GENERALI DI PROGETTO	portata totale impianto	120	l/sec
		432	m ³ /h
	numero unità filtranti	6	
	portata unitaria	20	l/sec ∇ filtro
	portata unitaria	72	l/sec ∇ filtro

DATI DI PROGETTO FILTRI	diametro esterno filtro	3	m
	altezza corpo cilindrico	2,5	m
	altezza letto filtrante (carbone)	1,8	m
	spessore fasciame	8	mm
	spessore fondo	10	mm

RISULTATI IDRAULICI	diametro interno filtro	2,984	m
	superficie filtro	6,99	m²
	volume letto filtrante	12,6	m³
	velocità apparente di filtrazione	10,3	m/h
	tempo di contatto	10,5	min
CONTROLLO ESPANSIONE	altezza disponibile per espansione in controlavaggio	0,7	m

Nella prima fase di realizzazione dell'impianto si prevedono n°2 linee da 145 mc/h ognuna costituita da n°2 filtri di diametro esterno 3mt, altezza fasciame 2,5m, riempiti fino a 1,8 m di carbone attivo vergine granulare.

4.4.1 Dimensionamento controlavaggio filtri a carbone

DATI GENERALI DI PROGETTO	portata totale impianto	120	l/sec
		432	m ³ /h
	numero soffianti	1	

DATI DI PROGETTO SOFFIANTI E POMPE	superficie ciascun filtro	6,99	m ²
	velocità in controlavaggio ARIA	20	Nm/h
	velocità in controlavaggio ARIA/ACQUA	25	m/h
	velocità in controlavaggio solo ACQUA	25	m/h
	durata controlavaggio solo ARIA	5	min
	durata controlavaggio ARIA/ACQUA	10	min
	durata controlavaggio solo ACQUA	5	min

RISULTATI SOFFIANTE	numero soffianti	1	(+ 1 di riserva)
	portata aria (soffiante)	140	mc/h

RISULTATI POMPE	numero pompe	1	(+ 1 di riserva)
	portata acqua (da accumulo "acqua trattata")	49	l/sec
	consumo acqua ∇ filtro lavato	44	m ³ per filtro

Considerando le quote di progetto e le perdite di carico totali sulla linea di controlavaggio si ottengono i seguenti valori per la stima della prevalenza:

NOTA: 0,00 (interno edificio) =	246,00 m s.l.m.
Altezza massima filtro (+4,7m dalla quota di appoggio posta a -1,7m)	249,00 m s.l.m.
(C) locale pompe	
quota basamenti pompe (+0,00)	246,00 m s.l.m.

Dislivello geodetico (Lfiltri-Lcalp(C)) per linea lavaggi	3 m
ΔP linea filtri carbone (fase lavaggio)=	5 m
carico residuo	3 m
PORTATA CIASCUNA POMPA LAVAGGIO CARBONE	50 l/sec
CARICO IDRUALICO DELLA POMPA DI LAVAGGIO FILTRI A CARBONE	11 m

Per il lavaggio si prevede di installa n°1+riserva pompa centrifuga monogirante ad asse orizzontale da 190mc/h con 13mt di prevalenza e n°1+riserva soffiante volumetrico con rotore a tre lobi da 180Nmc/h e 500mbar con silenziatore;

descrizione tratti tubazione		materiale	L	DN	scabr	Dint	Q	velocità	J lungo condotta	distribuite	concentrate	totale
			m	mm	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m	m	m
ACQUA CONTROLAVAGGIO FILTRI A CARBONE	collettore alimentazione acqua controlavaggio	acciaio inox	50	200	0,05	213,10	50,0	1,4	7,9	0,39	0,57	1,0
	collettore acqua controlavaggio fronte filtro	acciaio inox	2	150	0,05	162,30	50,0	2,4	30,8	0,06	1,15	1,2
	MASSA FILTRANTE - FILTRO A CARBONE											2,0

totale perdite di carico **4,2**

Tabella 12 - calcolo del Δp fase lavaggio filtri a sabbia

4.5 Disinfezione finale

La disinfezione finale ha lo scopo di garantire una copertura minima di agente disinfettante tale da scongiurare indesiderate crescite batteriche nella rete di adduzione e distribuzione delle acque trattate. Il dosaggio previsto è di 1 ppm. L'agente disinfettante verrà dosato direttamente sul collettore in uscita dai filtri a carbone, prima dell'ingresso in vasca.

Il dosaggio è regolato automaticamente sulla base della portata misurata in ingresso all'impianto e integrato sulla base della misurazione del cloro residuo eseguita sul collettore di uscita dalle vasche.

4.6 Serbatoio di accumulo acqua trattata

Lo stoccaggio dell'acqua trattata risulta complessivamente di volume pari a 480mc. Tale volume è garantito da due camere di superficie cadauna 57mq; la quota di fondo è posta a -1,6m dal piano architettonico finito interno al locale e l'altezza liquida utile è pari a 4,2m (50cm di franco dalla soletta di copertura). Grazie alla presenza del setto centrale in ogni vasca, fino al raggiungimento dell'altezza utile massima (4,2m) si instaura un percorso idraulico forzato tra l'ingresso in vasca dell'acqua proveniente dai filtri e la presa delle pompe di sollevamento in modo che non si generino zone di ristagno.

Entrambe le camere sono dotate di scarichi di fondo e troppo pieno ubicati sulla parete verticale rivolta sul lato del locale filtri; questi verranno invitati al pozzetto di raccolta di tutte le acque di lavaggio. Sulla parete verticale opposta, quella verso il locale pompe, sono ubicate le prese per la stazioni di sollevamento finale, le prese per le pompe di controlavaggio e lo scarico delle valvole anticipatrici di colpo d'ariete (questa tubazione di scarico è unica ed ubicata solo sulla parete della vasca di accumulo in prossimità delle valvole stesse).

Le vasche di accumulo sono collegate idraulicamente mediante una tubazione in acciaio inox AISI 304 DN 300, dotata di n°2 valvole di intercettazione tipo LUG, ubicata sul fondo delle vasche all'interno di una canala che attraversa i locali adibiti alle soffianti di lavaggio.

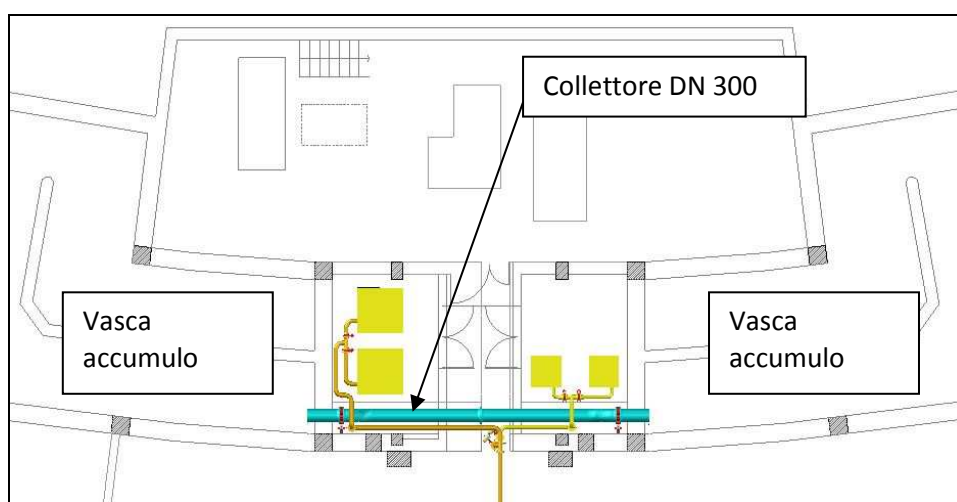


Figura 2 –estratto pianta piano terra: collettore collegamento idraulico vasche accumulo

Il livello del serbatoio di accumulo è controllato mediante sonde che, a differenti livelli, gestiscono l'attacco/stacco delle stazioni di sollevamento e delle pompe di controlavaggio.

Il livello minimo delle sonde che arresta l'avvio delle pompe di sollevamento verso i serbatoi di accumulo di destinazione è tale da garantire la presenza in vasca di un volume residuo pari complessivamente a 100mc da destinarsi al lavaggio filtri (si ricorda che per il lavaggio di un filtro a

sabbia sono necessari 50mc e per il lavaggio di un filtro a carbone sono necessari 44mc); in base alla quota della presa delle pompe di lavaggio e al battente idrico che è necessario garantire, la soglia di minimo delle sonde per l'attacco/stacco delle pompe di sollevamento è pari a +1.4m rispetto al fondo della vasca di stoccaggio.

4.6.1 Dimensionamento dello sfioro di troppo pieno e scarico di fondo

Poiché il serbatoio di accumulo è diviso in due distinte vasche ognuna di queste è dotata del proprio sfioratore che pertanto, in caso di blocco totale del sollevamento finale diretto ai vari serbatoi, deve essere in grado di smaltire una portata di alimentazione dall'impianto di

$$Q_{sf} = 120/2 \text{ [l/sec]} = 60 \text{ [l/sec]}$$

Lo sfioro di troppo pieno consiste in una soglia circolare creata mediante l'inserimento di una curva a 90° che si raccorda alla tubazione verticale di scarico. La quota superiore della soglia è posta ad una distanza di 20cm dall'intradosso della soletta di copertura della vasca (+4,5m dal fondo vasca).

La curva ed il primo tratto di tubazione che scende in verticale sono costituite collettore in acciaio inox AISI 304 DN 300; tale tubazione, appena fuoriuscita dalla parete in C.A. della vasca di accumulo si immette in un collettore DN 400 in PVC che recapita le acque di scarico alla vasca interrata, ubicata fuori dall'impianto, per l'accumulo delle acque di controlavaggio dei filtri.

La lunghezza della soglia, pari al perimetro della curva DN 300, $D_{sf} = 300 \text{ mm}$, risulta essere in grado di assicurare lo smaltimento della massima portata di alimentazione della singola vasca di accumulo:

$$q = \mu * L * z * \sqrt{2 * g * z} \text{ [m}^3\text{/sec]} = 0,07 > Q_{sf}$$

dove

$Q_{sf} \text{ [m}^3\text{/sec]} = \text{portata massima da sfiorare} = 0,06 \text{ m}^3\text{/sec}$

$L \text{ [m]} = \text{lunghezza soglia pari a } \pi * D_{sf} = 0,942 \text{ m}$

$\mu = \text{coefficiente di efflusso prudenzialmente pari a } 0,3$

$z \text{ [m]} = \text{carico sulla soglia sfiorante assunto pari a } 0,15\text{m (circa } 1/20 \text{ della massima escursione nel serbatoio)}$

Il tratto verticale di collettore che convoglia le acque di sfioro è scelto dello stesso diametro DN 300 necessario per l'elemento di sfioro.

Lo scarico di fondo per la pulizia dei serbatoi di accumulo dell'acqua trattata è realizzato mediante tubazione in Acciaio Inox AISI 304 Dn 200 che si innesta nel collettore in PVC De 400, adibito a recapitare anche le acque di sfioro. Sullo scarico di fondo è presente una valvola lug manuale.

4.6.2 Dimensionamento del collettore di scarico che convoglia il troppo pieno/scarico di fondo alla vasca di raccolta acque di controlavaggio e del troppo pieno del pozzetto scarichi alla rete di smaltimento acqua meteoriche.

Tale collettore è costituito da una tubazione in PVC appoggiata sulla platea del locale filtri in modo da avere una pendenza dello 0,5% fino ad immettersi nel pozzetto interrato che raccoglie anche la acque di controlavaggio dei filtri.

Per la verifica della portata defluente si utilizzano le formule relative al deflusso a pelo libero in sezione circolare e si ipotizzano pertanto le seguenti caratteristiche:

Caso (A) tubazione nuova	Caso (B) tubazione con lievi incrostazioni
De = diametro esterno = 400mm	De = diametro esterno = 400mm
Di = diametro interno di calcolo = 376mm	Di = diametro interno di calcolo = 376mm
K = coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler = 120	K = coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler = 80
i = pendenza di fondo = 0,5%	i = pendenza di fondo = 0,5%
Qprog = portata massima da smaltire = 120 l/sec	Qprog = portata massima da smaltire = 120 l/sec

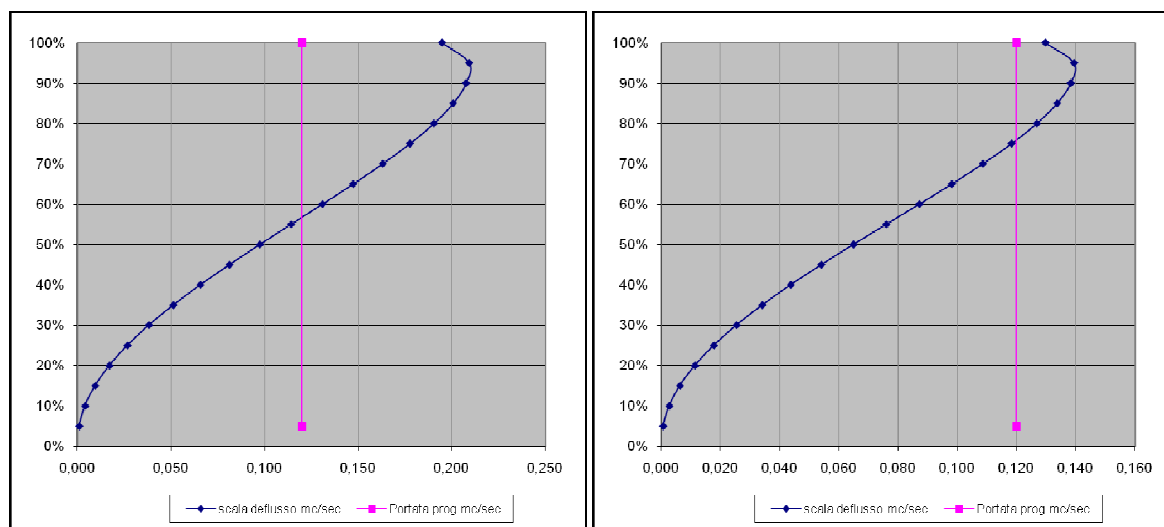


Figura 3 – rappresentazione della scala di deflusso per il caso (A) a sinistra e per il caso (B) a destra.

La portata di progetto defluisce con i seguenti risultati:

caso	% riempimento	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
(A) Tubazione nuova	51	0.10	0.12	0.20	1.85
(B) Tubazione con lievi incrostazioni	76	0.11	0.12	0.28	1.33

La portata defluente a sezione piena nel caso di tubazione incrostata risulta $Q_{100\%}=140$ l/sec.

4.7 Stazioni di sollevamento finale – Calcolo e Verifica sovrappressione da colpo d'ariete

Riassumendo si prevede di realizzare i seguenti sollevamenti:

- **Collegamento Autodromo – Serbatoio La Pineta**

In base alla quota del pelo libero del serbatoio ed al livello nella vasca di accumulo della centrale di potabilizzazione si deduce un dislivello geodetico pari a 123 m (268 m–245 m).

Trascurando le perdite di carico concentrate si calcolano le perdite di carico distribuite come descritto al paragrafo 5 tramite i seguenti dati:

- lunghezza complessiva della condotta pari a circa 3300 m di cui:
 - L1 = tratto in progetto = 300 m di ghisa sferoidale nuova (scabrezza 0,3mm)
 - L2 = tratto esistente = 3000 m di ghisa sferoidale in servizio (scabrezza 1mm)
- Diametro della condotta = 250 mm
- Portata richiesta = 20 l/sec

Le perdite di carico distribuite risultano equivalenti a 3 m di colonna d'acqua per cui si ha una prevalenza totale da superare di $\Delta H_{tot} = 126m$.

La stazione di sollevamento sarà costituita da n°1+riserva elettropompa multistadio ad asse verticale da 20 l/s con prevalenza 126 m con potenza installata pari a 45kW.

Ogni pompa sarà intercettata da saracinesca a monte ed a valle; subito a valle della pompa sarà inoltre prevista una valvola di non ritorno.

Per quanto riguarda il collettore di mandata verso il deposito La Pineta si è proceduto nel fare una verifica delle pressioni in condotta in modo tale da avere una stima della sovrappressione da colpo d'ariete a seguito dell'arresto improvviso della stazione di pompaggio.

Per una corretta stima del colpo d'ariete si procede alla valutazione della celerità media e della velocità media raggiungendo i seguenti risultati:

Densità acqua	Modulo comprimibilità cubica acqua	Diametro equivalente condotta	Modulo elastico condotta	Celerità equivalente	Velocità equivalente a regime in condotta	Sovrappres./Depres.
[kg/m ³]	E [N/m ²]	D [mm]	E [N/m ²]	a [m/s]	v ₀ [m/s]	Δh [m]
1000	2,03E+09	250	1.70E+11	1274,6	0,5	66

Nel punto più critico si avrà una pressione di esercizio comprensiva del colpo di ariete di circa :

Criticità	Pressione statica [bar]	Sovrappressione colpo d'ariete [bar]	Pressione esercizio [bar]
Collettore mandata fino all'ingresso del serbatoio la Pineta – L=3300 m	12	6	18

Il materiale scelto per le tubazioni è in grado di sopportare tale pressione.

Per preservare la condotta di spinta dalle sovrappressioni improvvise nel caso in cui la pompa si arresti bruscamente per interruzione della corrente, si prevede di installare valvola automatica anticipatrice del colpo d'ariete che scaricherà direttamente nel serbatoio di accumulo tramite tubazione in acciaio inox Dn 200.

- **Collegamento Autodromo – Serbatoio Luco e Serbatoio Il Salto**

In base alla quota del punto più alto del tracciato della tubazione esistente in direzione del serbatoio Il Salto, in loc. Selva, ed al livello nella vasca di accumulo della centrale di potabilizzazione si deduce un dislivello geodetico pari a 127 m (372 m–245 m).

Trascurando le perdite di carico concentrate si calcolano le perdite di carico distribuite come descritto al paragrafo 5 tramite i seguenti dati:

- lunghezza complessiva della condotta pari a circa 5000 m di cui:
 - L1 = tratto in progetto = 1000 m di ghisa sferoidale nuova (scabrezza 0,3mm)
 - L2 = tratto esistente = 4000 m di ghisa sferoidale in servizio (scabrezza 1mm)
- Diametro della condotta = 200 mm
- Portata richiesta = 20 l/sec

Le perdite di carico distribuite risultano equivalenti a 15 m di colonna d'acqua per cui si ha una prevalenza totale da superare di $\Delta H_{tot} = 142$ m.

La stazione di sollevamento sarà costituita da n°1+riserva elettropompa multistadio ad asse verticale da 20 l/s con prevalenza 142 m con potenza installata pari a 37 kW.

Ogni pompa sarà intercettata da saracinesca a monte ed a valle; subito a valle della pompa sarà inoltre prevista una valvola di non ritorno.

Per quanto riguarda il collettore di mandata verso il deposito Luco/Il Salto si è proceduto nel fare una verifica delle pressioni in condotta in modo tale da avere una stima della sovrappressione da colpo d'ariete a seguito dell'arresto improvviso della stazione di pompaggio.

Per una corretta stima del colpo d'ariete si procede alla valutazione della celerità media e della velocità media raggiungendo i seguenti risultati:

Densità acqua	Modulo comprimibilità cubica acqua	Diametro equivalente condotta	Modulo elastico condotta	Celerità equivalente	Velocità equivalente a regime in condotta	Sovrappres./Depres.
[kg/m ³]	E [N/m ²]	D [mm]	E [N/m ²]	a [m/s]	v ₀ [m/s]	Δh [m]
1000	2,03E+09	200	1.70E+11	1291,2	0,64	83

Nel punto più critico si avrà una pressione di esercizio comprensiva del colpo di ariete di circa :

Criticità	Pressione statica [bar]	Sovrappressione colpo d'ariete [bar]	Pressione esercizio [bar]
Collettore mandata fino a loc. Selva, L=5000 m	14	8	22

Il materiale scelto per le tubazioni è in grado di sopportare tale pressione.

Per preservare la condotta di spinta dalle sovrappressioni improvvise nel caso in cui la pompa si arresti bruscamente per interruzione della corrente, si prevede di installare valvola automatica anticipatrice del colpo d'ariete che scaricherà direttamente nel serbatoio di accumulo tramite tubazione in acciaio inox Dn 200.

- **Collegamento Autodromo – Serbatoio Pergole**

In base alla quota del punto più alto del tracciato della tubazione verso il serbatoio (punto in cui il collettore si immette nella strada provinciale) e al livello nella vasca di accumulo della centrale di potabilizzazione si deduce un dislivello geodetico pari a 17 m (262 m-245 m).

Trascurando le perdite di carico concentrate si calcolano le perdite di carico distribuite come descritto al paragrafo 5 tramite i seguenti dati:

- lunghezza complessiva della condotta pari a circa 300 m:
L1 = tratto in progetto = 300 m di ghisa sferoidale nuova (scabrezza 0,3mm)
- Diametro della condotta = 200mm
- Portata richiesta = 25 l/sec

Le perdite di carico distribuite risultano equivalenti a 2 m di colonna d'acqua per cui si ha una prevalenza totale da superare di $\Delta H_{tot} = 19$.

La stazione di sollevamento sarà costituita da con n°1+riserva elettropompa monogirante ad asse orizzontale da 25 l/s con prevalenza 19 m con potenza installata 7,5kW.

Ogni pompa sarà intercettata da saracinesca a monte ed a valle; subito a valle della pompa sarà inoltre prevista una valvola di non ritorno.

Per quanto riguarda il collettore di mandata verso il deposito Pergole si è proceduto nel fare una verifica delle pressioni in condotta in modo tale da avere una stima della sovrappressione da colpo d'ariete a seguito dell'arresto improvviso della stazione di pompaggio.

Per una corretta stima del colpo d'ariete si procede alla valutazione della celerità media e della velocità media raggiungendo i seguenti risultati:

Densità acqua	Modulo comprimibilità cubica acqua	Diametro equivalente condotta	Modulo elastico condotta	Celerità equivalente	Velocità equivalente a regime in condotta	Sovrappres./Depres.
[kg/m ²]	E [N/m ²]	D [mm]	E [N/m ²]	a [m/s]	v ₀ [m/s]	Δh [m]
1000	2,03E+09	200	1.70E+11	1291,2	0,64	14

Nel punto più critico si avrà una pressione di esercizio comprensiva del colpo di ariete di circa :

Criticità	Pressione statica [bar]	Sovrappressione colpo d'ariete [bar]	Pressione esercizio [bar]
Collettore mandata fino all'immissione su S.P. 42 – L=300 m	2	1.5	3.5

Il materiale scelto per le tubazioni è in grado di sopportare tale pressione.

Per preservare la condotta di spinta dalle sovrappressioni improvvise nel caso in cui la pompa si arresti bruscamente per interruzione della corrente, si prevede di installare valvola automatica anticipatrice del colpo d'ariete che scaricherà direttamente nel serbatoio di accumulo tramite tubazione in acciaio inox Dn 200.

- **Collegamento Autodromo – Serbatoio San Piero**

In base alla quota del punto più alto del tracciato della tubazione verso il serbatoio (incrocio Via Buozzi con Viale Matteotti) ed al livello nella vasca di accumulo della centrale di potabilizzazione si deduce un dislivello geodetico pari a 51 m (296 m-245 m).

Trascurando le perdite di carico concentrate si calcolano le perdite di carico distribuite come descritto al paragrafo 5 tramite i seguenti dati:

- lunghezza complessiva della condotta pari a circa 1800 m di cui:
 - L1 = tratto in progetto = 300 m di ghisa sferoidale nuova (scabrezza 0,3mm)
 - L2 = tratto esistente = 1500 m di ghisa sferoidale in servizio (scabrezza 1mm)
- Diametro della condotta = 200mm
- Portata richiesta = 20 l/sec

Le perdite di carico distribuite risultano equivalenti a 6 m di colonna d'acqua per cui si ha una prevalenza totale da superare di $\Delta H_{tot} = 57$ m.

La stazione di sollevamento sarà costituita da con n°1+riserva elettropompa multistadio ad asse verticale da 20 l/s con prevalenza 57 mt con potenza installata 18,5kW.

Ogni pompa sarà intercettata da saracinesca a monte ed a valle; subito a valle della pompa sarà inoltre prevista una valvola di non ritorno.

Per quanto riguarda il collettore di mandata verso il deposito San Piero si è proceduto nel fare una verifica delle pressioni in condotta in modo tale da avere una stima della sovrappressione da colpo d'ariete a seguito dell'arresto improvviso della stazione di pompaggio.

Per una corretta stima del colpo d'ariete si procede alla valutazione della celerità media e della velocità media raggiungendo i seguenti risultati:

Densità acqua	Modulo comprimibilità cubica acqua	Diametro equivalente condotta	Modulo elastico condotta	Celerità equivalente	Velocità equivalente a regime in condotta	Sovrappres./Depres.
[kg/m ²]	E [N/m ²]	D [mm]	E [N/m ²]	a [m/s]	v ₀ [m/s]	Δh [m]
1000	2,03E+09	200	1.70E+11	1291,2	0,64	72

Nel punto più critico si avrà una pressione di esercizio comprensiva del colpo di ariete di circa :

Criticità	Pressione statica [bar]	Sovrappressione colpo d'ariete [bar]	Pressione esercizio [bar]
Collettore mandata fino incrocio Via Buozzi con Viale Matteotti – L=1800m	5	7	12

Il materiale scelto per le tubazioni è in grado di sopportare tale pressione.

Per preservare la condotta di spinta dalle sovrappressioni e depressioni improvvise nel caso in cui la pompa si arresti bruscamente per interruzione della corrente, si prevede di installare valvola automatica anticipatrice del colpo d'ariete che scaricherà direttamente nel serbatoio di accumulo tramite tubazione in acciaio inox Dn 200.

4.8 Pozzetto raccolta acque di lavaggio, scarico e troppo pieno

Per le acque di lavaggio dei filtri si prevede di non realizzare in loco un sistema di trattamento fanghi, che può considerarsi costoso e impegnativo dal punto di vista gestionale, ma di convogliare le acque alla fognatura più vicina posando una condotta in ghisa DN150 fino al ponte del Bagnone come descritto dalle tavole di progetto.

Oltre allo scarico dei filtri, il pozzetto in progetto raccoglierà le eventuali acque di sfioro e di scarico del serbatoio di accumulo finale, raccoglie infine il recapito della fossa biologica dedicata al locale bagno presente nell'impianto.

Nel caso di normale funzionamento, in cui l'acqua recapitata al pozzetto è costituita dallo scarico dei lavaggi, entrerà in funzione l'impianto di sollevamento verso la condotta fognaria; nel caso eccezionale in cui tutta la portata massima dell'impianto sia sfiorata dal serbatoio di accumulo entrerà in funzione lo sfioratore di troppo pieno, per la verifica della portata smaltita si rimanda al paragrafo 3.6.3.

Dal punto dimensionale la superficie utile del pozzetto di raccolta è pari a 36,5mq (9,6m*3,8m) con altezza utile di 3m per un volume stoccato complessivo di 110mc.

4.8.1 Dimensionamento del collettore di scarico dei filtri

Considerando che il lavaggio dei filtri avverrà sempre in sequenza la portata che il collettore in PVC De400 dovrà smaltire sarà al massimo pari al valore di 55l/sec (portata idrica di lavaggio per i filtri a carbone). Il collettore è posato sulla platea filtri mediante opportuni appoggi in modo da garantire una pendenza dello 0,5%.

Per la verifica della portata defluente si utilizzano le formule relative al deflusso a pelo libero in sezione circolare e si ipotizzano pertanto le seguenti caratteristiche:

Caso (A) tubazione nuova	Caso (B) tubazione con lievi incrostazioni
De = diametro esterno = 400mm	De = diametro esterno = 400mm
Di = diametro interno di calcolo = 376mm	Di = diametro interno di calcolo = 376mm
K = coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler = 120	K = coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler = 80
i = pendenza di fondo = 0,5%	i = pendenza di fondo = 0,5%
Qprog = portata massima da smaltire = 55 l/sec	Qprog = portata massima da smaltire = 55 l/sec

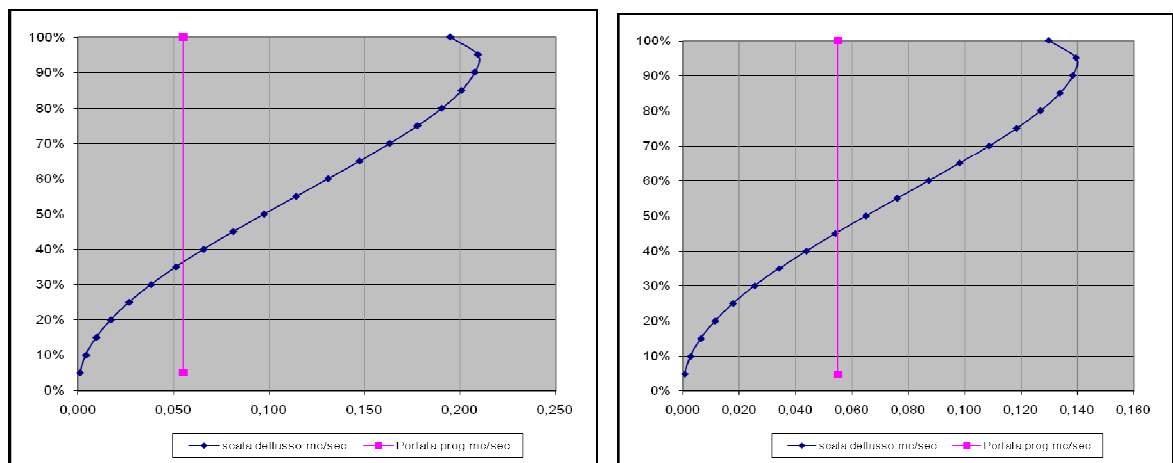


Figura 4 – rappresentazione della scala di deflusso per il caso di tubazione nuova e con lievi incrostazioni

La portata di scarico defluisce con i seguenti risultati:

caso	% riempimento	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
(A) Tubazione nuova	37	0.10	0.08	0.14	1.51
(B) Tubazione con lievi incrostazioni	46	0.11	0.09	0.17	1.12

4.8.2 Dimensionamento stazione di sollevamento acque di lavaggio

Per ogni filtro lavato sono convogliate al pozzetto di scarico circa 50mc, il pozzetto è quindi in grado di stoccare le acque di due lavaggi in sequenza.

Considerando un volume complessivo, legato alle operazioni di lavaggio di un filtro, di 70mc la portata della pompa di sollevamento si determina imponendo un tempo di svuotamento di circa 1h e risulta essere $Q_{fg}=19$ l/sec

Per il raggiungimento della quota di recapito del nuovo collettore fognario, tubazione in ghisa sferoidale DN 150 per una lunghezza di 940m, è necessario superare un dislivello geodetico di 11m.

Considerando quindi i seguenti dati e valutando le perdite di carico come da paragrafo 5, si ha:

Portata	19 l/sec
DN mandata pompa	80 mm
DN collettore ghisa sferoidale	150 mm
Scabrezza	0,3 mm
Perdite di carico compressive	22,5 m
Velocità in condotta	1,1 m/sec

si valuta di installare n°1+riserva pompe sommergibili con portata di 19 l/sec e prevalenza 22,5m

5. Piping

Il collettore di adduzione alla centrale sarà in ghisa sferoidale, il sistema di condotte all'interno della centrale sarà in acciaio inox AISI 304 sp. 3 mm, le tubazioni di scarico che afferiscono al pozzetto di raccolta delle acque di lavaggio saranno in PVC SN 8, le tubazioni di dosaggio in acciaio inox AISI 304 sp. 3 mm e AISI 316 sp. 3 mm. Per i dettagli sui diametri si rimanda agli elaborati grafici.

6. Verifica idraulica

Le *perdite di carico distribuite* lungo i collettori in progetto, sono state calcolate con la formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \lambda \times \frac{U^2}{2 \times g \times D}$$

J = Perdita di carico per unità di lunghezza;

λ = Coefficiente dimensionale d'attrito

Il valore di λ viene determinato mediante la formula di Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3,71} \right)$$

Re = Numero di Reynolds

ε = parametro di scabrezza

Le *perdite di carico concentrate* lungo gli stessi collettori sono state valutate con la formula:

$$\Delta h = \alpha * \frac{V^2}{2 * g}$$

avendo indicato con:

α coefficiente per le diverse configurazioni

V [m/s] velocità in condotta

Noto quindi il materiale e la scabrezza, nonché la lunghezza della tubazione e la disposizione di curve, raccordi, valvole, sbocchi etc... è stato possibile determinare le perdite di carico.