





2					
1					
0	28/02/2025	P.Malerba	L.Guarnieri	P.Malerba	Emissione Progetto definitivo
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)			WBS		CODICE CUP (CUP CODE)
H199H101			R.2160.11.04.00090 - T.2160.11.04.00025 - T.2160.11.04.00019		
			CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)
			H199H101HW51RD0001		12400705873 - 12000367716
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
					-
 <b>HERA S.p.A.</b> Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 <a href="http://www.gruppohera.it">www.gruppohera.it</a>			 <b>HERAtech s.r.l.</b> Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 <a href="http://www.heratech.it">www.heratech.it</a>		
			RELAZIONE IDRAULICA		
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
			--	1	60


 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	2	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## INDICE


<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....</b>	<b>6</b>
2.1	TUBAZIONI IN PRESSIONE .....	6
2.2	MOTO A PELO LIBERO .....	9
2.3	STRAMAZZI .....	11
2.3.1	STRAMAZZI RETTILINEI A PARETE SOTTILE .....	11
2.3.2	STRAMAZZI RETTILINEI A PARETE GROSSA .....	11
2.3.3	STRAMAZZI TRIANGOLARI .....	12
2.4	LUCI A BATTENTE .....	13
2.5	VERIFICA NPSH .....	14
<b>3</b>	<b>DATI DI PROGETTO .....</b>	<b>16</b>
3.1	DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO .....	16
3.2	QUADRO DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	19
3.3	CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI .....	21
<b>4</b>	<b>RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI NELLO SCENARIO DI PROGETTO .....</b>	<b>23</b>
4.1	LINEA ACQUE .....	23
4.1.1	SCARICO EFFLUENTE DEPURATO .....	23
4.1.1.1	Collegamento scolo Cupa - torino esterno .....	23
4.1.1.2	Luce sotto battente torino esterno .....	24
4.1.1.3	Collegamento torino esterno – sollevamento finale .....	24
4.1.2	DISINFEZIONE UV .....	25
4.1.2.1	Stramazzi in uscita dai canali di disinfezione UV .....	25
4.1.2.2	Disinfezione UV .....	25
4.1.2.3	Bypass disinfezione UV .....	26
4.1.3	COLLEGAMENTO DISINFEZIONE UV – FILTRAZIONE A TELA .....	26
4.1.3.1	Tubazione di collegamento disinfezione UV – filtrazione a tela .....	26
4.1.4	FILTRAZIONE A TELA .....	27
4.1.4.1	Stramazzi in uscita dai canali di filtrazione .....	27
4.1.4.2	Filtri a tela FLT4001 .....	27
4.1.4.3	Luci sotto battente ingresso filtrazione .....	28
4.1.4.4	Stramazzi in ingresso ai canali di filtrazione .....	28
4.1.4.5	Bypass filtrazione a tela .....	28
4.1.4.6	Bypass filtrazione a tela con Bypass disinfezione UV .....	29
4.1.5	COLLEGAMENTO FILTRAZIONE A TELA – SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3 .....	30

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	3	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

4.1.5.1	Tubazioni di collegamento filtrazione a tela – sedimentazione secondaria linea 3.....	30
4.1.6	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3.....	31
4.1.6.1	Canalina di raccolta chiarificati sedimentazione secondaria linea 3.....	31
4.1.6.2	Sfiori tipo Thomson sedimentazione secondaria linea 3 .....	32
4.1.7	COLLEGAMENTO FILTRAZIONE A TELA – SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 1 E LINEA 2.....	32
4.1.7.1	Tubazioni di collegamento filtrazione a tela – Sedimentazione secondaria linee 1-2 .....	32
4.1.8	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEE 1-2.....	34
4.1.8.1	Canalina di raccolta chiarificati sedimentatore secondario 12 linea 2 .....	34
4.1.8.2	Sfiori tipo Thomson sedimentatore secondario 12 linea 2.....	34
4.1.9	COLLEGAMENTO SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3 – COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3 .....	35
4.1.9.1	Tubazioni di collegamento Sedimentazione secondaria linea 3 – comparto biologico linea 3.....	35
4.1.10	COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3.....	36
4.1.10.1	Stramazzi ripartitore di portata alla sedimentazione secondaria linea 3.....	36
4.1.10.2	Stramazzi uscita comparto biologico linea 3.....	36
4.1.10.3	Stramazzi ingresso comparto biologico linea 3.....	36
4.1.11	RIPARTITORE ESISTENTE A BIOLOGICO ESISTENTE LINEA 1 E LINEA 2.....	37
4.1.11.1	Stramazzi ripartitore esistente a biologico esistente.....	37
4.1.12	COLLEGAMENTO COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3 – DISSABBIATURA .....	37
4.1.12.1	Tubazioni di collegamento comparto biologico Linea 3 – dissabbiatura.....	37
4.1.13	COLLEGAMENTO COMPARTO BIOLOGICO ESISTENTE – DISSABBIATURA .....	38
4.1.13.1	Tubazioni di collegamento ripartitore biologico esistente – dissabbiatura.....	38
4.1.14	DISSABBIATURA/DISOLEATURA.....	38
4.1.14.1	Paratoia su stramazzo ripartitore dissabbiatura verso comparto biologico linea 3.....	38
4.1.14.2	Paratoia su ripartitore dissabbiatura verso comparto biologico esistente.....	39
4.1.14.3	Stramazzi uscita canali dissabbiatura .....	39
4.1.14.4	Stramazzi ingresso canali dissabbiatura.....	39
4.1.15	GRIGLIATURA FINE.....	40
4.1.15.1	Griglie a tamburo rotante SN1002A/B/C/D .....	40
4.1.16	GRIGLIATURA GROSSOLANA.....	40
4.1.16.1	Griglie grossolane a barre verticali SN1001A/B/C/D .....	41
4.1.17	POZZETTO INGRESSO PRETRATTAMENTI .....	41
4.1.18	POZZETTO DI COLLETTAMENTO REFLUI IN INGRESSO .....	41
4.1.19	SOLLEVAMENTI MECCANICI .....	42
4.1.19.1	Pompe del sollevamento iniziale PM1001A/B/C/D/E.....	42
4.1.19.2	Pompe del sollevamento finale PM4001A/B/C/D/E .....	45

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	4	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

4.1.19.3	Pompe di ricircolo dei fanghi della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3301A/B – PM3304A/B – PM3307A/B .....	48
4.1.19.4	Pompe di rilancio dei fanghi di supero della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3302 – PM3305 – PM3308 .....	49
4.1.19.5	Pompe di rilancio schiume della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3303/06/09 .....	51
4.1.20	SCARICO DI EMERGENZA.....	53
4.1.20.1	Collegamento pozzetto valvola clapet – scola Fagiolo .....	53
4.1.20.1	Collegamento pozzetto valvola clapet – pozzetto paratoia.....	53
4.1.20.2	Collegamento pozzetto paratoia – pozzetto scarichi di emergenza .....	54
4.1.20.3	Scarico di emergenza sollevamento finale (scaricatore 2) .....	54
4.1.20.4	Collegamento pozzetto scarichi di emergenza – sollevamento iniziale .....	55
4.1.20.5	Scarico di emergenza sollevamento iniziale (scaricatore 1).....	55
4.2	LINEA FANGHI.....	56
4.2.1	POMPE ALIMENTAZIONE ISPESSIMENTO DINAMICO PM5001A/B/C .....	56
4.2.2	POMPE INVIO FANGO A DIGESTIONE ANAEROBICA PM5003A/B .....	57
4.2.3	POMPE RICIRCOLO FANGO DIGESTIONE ANAEROBICA PM5005A/B.....	58
4.2.4	POMPE ALIMENTAZIONE BIODRYER PM5008A/B .....	59


	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>60</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione idraulica dello stralcio 2 del progetto definitivo di potenziamento del depuratore di Ravenna.

Dopo una iniziale descrizione dei criteri di dimensionamento idraulico, il documento riassume il quadro delle portate di progetto considerate nelle verifiche e le caratteristiche delle tubazioni impiegate e riporta i risultati ottenuti per i vari collegamenti analizzati, suddivisi nelle diverse sezioni impiantistiche, per la linea acque e per la linea fanghi.

L'elaborato grafico di riferimento è *H199H101HW51DD0001 – Profilo idraulico stato di progetto*.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	6	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 2 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

### 2.1 TUBAZIONI IN PRESSIONE

La perdita di carico in una tubazione in pressione può essere suddivisa in una componente distribuita su tutta la sua lunghezza e una derivante dalla sommatoria delle perdite concentrate in corrispondenza dei vari elementi del circuito idraulico, quali curve, valvole, imbocchi e sbocchi, restringimenti, allargamenti, tee, ecc.

Detta  $J$  la cadente piezometrica (m/m) e  $L$  la lunghezza della tubazione (m), le perdite di carico distribuite  $H_d$  vengono calcolate mediante la relazione:

$$H_d = J \cdot L$$

*Equazione 1*

La cadente piezometrica  $J$  può essere determinata attraverso la seguente formula:

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

*Equazione 2*

dove:

- $\lambda$  è l'indice di resistenza di Darcy-Weisbach per la cui valutazione si fa riferimento all'espressione di Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left( \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{1}{3,71} \frac{\varepsilon}{D} \right)$$

*Equazione 3*

in cui:

- $Re$  è il numero di Reynolds (adimensionale)

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

con  $\rho$  densità del fluido (kg/m<sup>3</sup>) e  $\nu$  viscosità cinematica del fluido (in m<sup>2</sup>/s)


- $\varepsilon$  è la scabrezza assoluta della tubazione (in m)

- $v$  è la velocità media dell'acqua nella condotta (in m/s)
- $g$  è l'accelerazione di gravità (in m/s<sup>2</sup>)
- $D$  è il diametro della condotta (m)
- $Q$  è la portata dell'acqua in condotta (in m<sup>3</sup>/s)
- $A$  è l'area della sezione trasversale della condotta (in m<sup>2</sup>)

L'Equazione 3 può essere risolta attraverso la seguente forma approssimata, dovuta a Cozzo:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left( \frac{6,4}{Re^{0,91}} + \frac{1}{3,71} \frac{\varepsilon}{D} \right)$$

*Equazione 4*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	7	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

La Tabella 1 riporta i valori tipici della scabrezza assoluta delle tubazioni in funzione del materiale:

<b>Materiale</b>	<b>Scabrezza assoluta [mm]</b>
Acciaio nuovo	0,15
Acciaio inox nuovo	0,02
PEAD nuovo	0,02
PVC nuovo	0,02
PRFV nuovo	0,02
Ghisa rivestita nuova	0,15
Acciaio in esercizio	0,4
Acciaio inox in esercizio	0,25
PEAD in esercizio	0,25
PVC in esercizio	0,25
PRFV in esercizio	0,25
Ghisa rivestita in esercizio	0,4
Calcestruzzo in esercizio	0,4

*Tabella 1: valori della scabrezza assoluta in funzione del materiale della tubazione*

Le perdite di carico concentrate  $H_c$  vengono stimate attraverso la formula generale:

$$H_c = \sum_i \xi_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$


*Equazione 5*

attribuendo ai coefficienti  $\xi_i$  valori variabili a seconda del particolare elemento del circuito idraulico considerato e delle condizioni operative previste in termini di diametro del tubo e velocità di flusso, ricavati da tabelle riportate in letteratura.

Di seguito di riportano i valori dei coefficienti  $\xi_i$  utilizzati nei calcoli:

<b>Elemento</b>	<b>Coefficiente <math>\xi_i</math></b>
Imbocco	0,5
Sbocco	1,0
Curva a 90°	0,33
Curva a 45°	0,15
Curva a 180°	1,5
Tee standard, diramazione chiusa	0,4
Tee usato come curva, ingresso nel tubo principale	1,0
Tee usato come curva, ingresso nella diramazione	1,0
Valvola a saracinesca	0,2
Valvola a sfera	0,05
Valvola a globo	6,0
Valvola a farfalla	0,5
Valvola di non ritorno	0,5

*Tabella 2: valori dei coefficienti  $\xi_i$*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	8	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Per quanto riguarda allargamenti e restringimenti, si impiegano le seguenti formule:

#### Allargamenti

$$\theta \leq 45^\circ \quad \xi_i = \frac{2,6 \sin(\theta/2) (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

*Equazione 6*

$$45^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \quad \xi_i = \frac{(1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

*Equazione 7*

#### Restringimenti

$$\theta \leq 45^\circ \quad \xi_i = \frac{0,8 \sin(\theta/2) (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

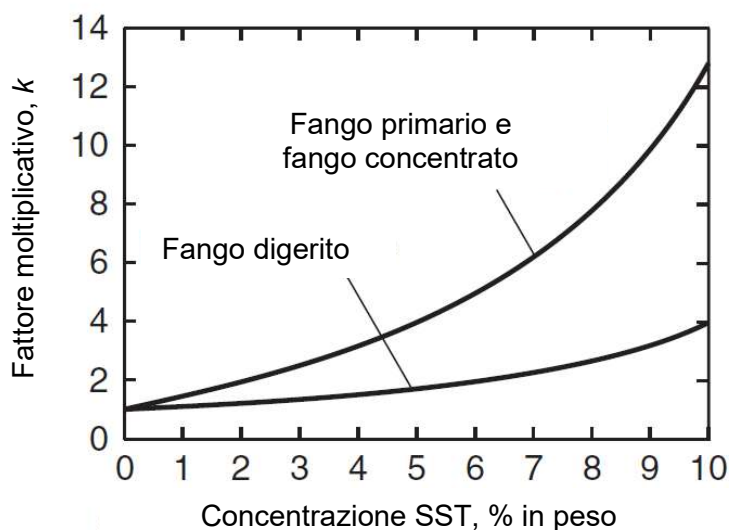
*Equazione 8*

$$45^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \quad \xi_i = \frac{0,5 \sqrt{\sin(\theta/2)} (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$


*Equazione 9*

dove  $\theta$  è l'angolo di divergenza,  $\beta = d_1/d_2$  con  $d_1$  diametro minore e  $d_2$  diametro maggiore.

In caso di collegamenti che interessano flussi di fango, caratterizzati dalla presenza di concentrazioni significative di solidi sospesi, le perdite di carico complessive vengono incrementate applicando un fattore moltiplicativo  $k$ , proporzionale appunto al tenore di SST (solidi sospesi totali) e funzione della tipologia di fango, per tenere conto dell'incremento di viscosità del fluido rispetto all'acqua. Per la stima dei fattori moltiplicativi, si è fatto riferimento al seguente grafico:



*Figura 1: fattore moltiplicativo  $k$  in funzione del tipo di fango e della concentrazione di SST*

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	9	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 2.2 MOTO A PELO LIBERO

Per la verifica del livello di moto uniforme all'interno dei canali a pelo libero può essere utilizzata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot i_F^{1/2}$$

*Equazione 10*

dove:

- $Q$  è la portata all'interno del canale (in m<sup>3</sup>/s)
- $k_s$  è il coefficiente di scabrezza, che può essere assunto pari a  $90 \div 100$  m<sup>1/3</sup>/s in caso di canali con pareti in cemento liscio (con il valore inferiore che tiene conto dell'usura nel tempo)
- $A$  è l'area bagnata (in m<sup>2</sup>)
- $R_h$  è il raggio idraulico (in m), rapporto tra area  $A$  (in m<sup>2</sup>) e contorno bagnato  $C_b$  (in m)
- $i_F$  è la pendenza del fondo.

In caso di canali a sezione rettangolare la formula di moto uniforme diventa:

$$Q = k_s \cdot b \cdot h \cdot \left( \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h} \right)^{2/3} \cdot i_F^{1/2}$$

*Equazione 11*

dove:

- $b$  è la larghezza del canale (in m)
- $h$  è l'altezza di moto uniforme (in m).


Nel caso di un moto a pelo libero in una condotta, facendo riferimento allo schema riportato in Figura 2, l'area e il contorno bagnati possono essere calcolati attraverso le relazioni:

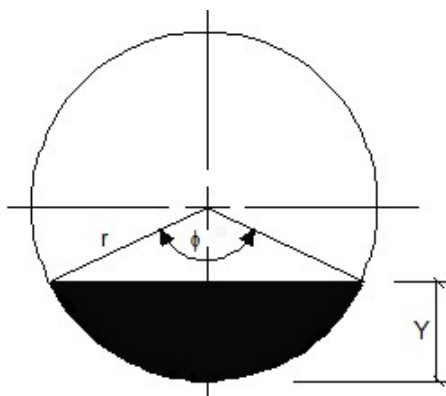
$$A = \frac{r^2}{2} \cdot (\phi - \sin \phi)$$

*Equazione 12*

$$C_b = r \cdot \phi$$

*Equazione 13*

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	10	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					



*Figura 2: Schema per il calcolo idraulico di una condotta a pelo libero*

L'equazione del moto uniforme diventa:

$$Q = k_s \cdot \frac{r^2}{2} \cdot (\phi - \sin\phi) \cdot \left[ \frac{r}{2} \cdot \left( 1 - \frac{\sin\phi}{\phi} \right) \right]^{2/3} \cdot i_F^{1/2}$$

*Equazione 14*

da cui è possibile ricavare l'angolo  $\phi$ .

Facendo ricorso a considerazioni di tipo trigonometrico, il tirante  $Y$  (differenza di quota tra il pelo libero e il fondo del tubo) può essere quindi determinato come:

$$Y = r \cdot \left( 1 - \cos \frac{\phi}{2} \right)$$


*Equazione 15*

Si definisce inoltre il grado di riempimento  $w$  come rapporto percentuale tra il tirante  $Y$  e il diametro interno  $D$ :

$$w = \frac{Y}{D}$$

*Equazione 16*

Sia nel caso della canaletta che della tubazione a pelo libero, una volta verificato che il tirante è adeguato, considerando le perdite di carico corrispondenti a quelle che si avrebbero in moto uniforme si assume che la cadente energetica sia pari alla pendenza del fondo  $i_F$ . La perdita di carico viene quindi calcolata come il prodotto fra quest'ultima e la lunghezza del tubo o della canaletta.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	11	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 2.3 STRAMAZZI

### 2.3.1 STRAMAZZI RETTILINEI A PARETE SOTTILE

Per il dimensionamento degli *stramazzi rettilinei a parete sottile* o di *Bazin non rigurgitati*, si utilizza la seguente relazione:

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

*Equazione 17*

con

$$\mu = \left(0,405 + \frac{0,003}{h}\right) \cdot \left(1 + 0,55 \cdot \frac{h^2}{H^2}\right)$$

*Equazione 18*

dove:

- $Q$  è la portata che transita attraverso lo stramazzo (in m<sup>3</sup>/s);
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso, calcolato secondo l'Equazione 18 o assunto, in prima approssimazione, pari a 0,42;
- $h$  è il carico sullo stramazzo (in m);
- $H$  è l'altezza totale del fluido a monte dello stramazzo (in m),  $H = p + h$ ;
- $p$  è l'altezza dello stramazzo (in m);
- $b$  è la larghezza dello stramazzo (in m);
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>).

L'Equazione 17 è valida se sussistono le seguenti condizioni:

- il bordo d'attacco della soglia è a spigolo vivo;
- la velocità del fluido a monte è trascurabile (se  $B$  è la larghezza a monte dello stramazzo, si deve avere  $H \cdot B > 7 \cdot h \cdot b$ );
- $0,1 \text{ m} < h < 0,6 \text{ m}$ ;
- $0,2 \text{ m} < p < 2 \text{ m}$ .


In caso di *stramazzo rigurgitato*, occorre tenere conto del battente idraulico presente a valle rispetto alla soglia dello stramazzo ( $h_v$ ); indicando con  $\Delta h = h - h_v$  la differenza di livello tra monte e valle della soglia, si ha:

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \cdot \left(\frac{2}{3} \Delta h + h_v\right)$$

*Equazione 19*

### 2.3.2 STRAMAZZI RETTILINEI A PARETE GROSSA

Per il dimensionamento degli *stramazzi rettilinei a parete grossa*, si utilizza la seguente relazione:

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	12	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

$$Q = 0,385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2}$$

*Equazione 20*

dove:

- $Q$  è la portata che transita attraverso lo stramazzo (in m<sup>3</sup>/s);
- $b$  è la larghezza della soglia (in m);
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>);
- $H$  è l'altezza del fluido indisturbato a monte della soglia (in m);

Nota  $H$ , è possibile ricavare l'altezza  $h$  (in m) della vena fluida sopra la soglia mediante la seguente relazione:

$$h = 2 \cdot \frac{H}{3}$$

*Equazione 21*

L'Equazione 20 è valida se sussistono le seguenti condizioni:

- il bordo d'attacco della soglia deve essere arrotondato;
- la velocità del fluido a monte è trascurabile;
- $2 \cdot H \leq L \leq 12 \cdot H$ .

### 2.3.3 STRAMAZZI TRIANGOLARI

Per gli *stramazzi a sezione triangolare*, viene utilizzata l'equazione:

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{5/2}$$

*Equazione 22*

dove:

- $Q$  è la portata che transita attraverso lo stramazzo (in m<sup>3</sup>/s);
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso, assunto pari a 0,61;
- $\alpha$  è l'angolo al vertice dello stramazzo;
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>);
- $h$  è il carico calcolato con riferimento alla quota del vertice dello stramazzo, di cui  $a$  rappresenta l'ampiezza.


Nel caso stramazzi triangolari con  $\alpha = 90^\circ$  (Thomson), si ottiene la relazione valida per il profilo Thomson:

$$Q = n \cdot 1,46 \cdot h^{5/2}$$

*Equazione 23*

dove

- $n = \pi \cdot D/0,15$  è il numero di stramazzi presenti sul profilo.

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	13	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 2.4 LUCI A BATTENTE

L'efflusso libero da luci sotto battente è governato dall'equazione:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

*Equazione 24*

dove:

- $Q$  è la portata che transita attraverso la luce (in m<sup>3</sup>/s)
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso, assunto pari a 0,61
- $A$  è la sezione della luce (in m<sup>2</sup>)
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $h$  è la perdita di carico attraverso la luce (in m).

In caso di efflusso rigurgitato vale invece la relazione:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \left( v_v + \sqrt{v_m^2 - v_v^2 + 2g\Delta h} \right)$$

*Equazione 25*


dove:

- $Q$  è la portata che transita attraverso la luce (in m<sup>3</sup>/s)
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso, assunto pari a 0,61
- $v_v$  è la velocità media di flusso a monte della luce (in m/s)
- $v_m$  è la velocità media di flusso a valle della luce (in m/s)
- $\Delta h$  è la differenza di quota tra il pelo libero a monte e a valle della luce
- $A$  è la sezione della luce (in m<sup>2</sup>)
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>)

Qualora le velocità medie a monte e a valle della luce risultino trascurabili, come avviene ad esempio nel caso di luci di fondo per il collegamento tra due vasche, l'Equazione 25 si semplifica in:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g\Delta h}$$

*Equazione 26*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	14	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 2.5 VERIFICA NPSH

Il valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) rappresenta la differenza tra la pressione in corrispondenza di un generico punto di un circuito idraulico e la tensione di vapore del liquido nello stesso punto, e dipende da parametri caratteristici dell'impianto.

L'NPSH è un parametro importante nel dimensionamento dei circuiti idraulici: se la pressione del liquido in un dato punto scende al di sotto della tensione di vapore, si avrà ebollizione del liquido, con conseguenti perturbazioni del circuito (cavitazione). Nel caso delle pompe, essa si verifica quando viene aspirato liquido in condizioni di bassa pressione, tale da causare la formazione di vapore nella parte di ingresso della macchina. Le bolle di vapore attraversano la girante e quando giungono nella sezione di uscita l'alta pressione ivi presente ne causa l'implosione, provocando violenti urti anelastici che generano una consistente erosione della pompa sia in aspirazione che in mandata, con conseguenti danneggiamenti meccanici e diminuzione delle prestazioni idrauliche.

Per verificare che le condizioni di installazione di una determinata pompa non comportino rischi di cavitazione, occorre confrontare il valore di NPSH disponibile ( $NPSH_d$ ), che corrisponde all'NPSH calcolato in corrispondenza della mezzeria della bocca aspirante della pompa, con quello di NPSH richiesto ( $NPSH_r$ ), che rappresenta il valore minimo di NPSH con cui la pompa può lavorare senza che si verifichi cavitazione (dato fornito dal costruttore).

Deve pertanto essere verificato che  $NPSH_d > NPSH_r$ .

Con riferimento allo schema illustrato in Figura 3, il valore dell'NPSH disponibile alla bocca di aspirazione della pompa (sez. 1-1 in figura) si può calcolare come:

$$NPSH_d = \frac{p_0 - p_v}{\rho \cdot g} + h - \Delta H$$

*Equazione 27*


in cui:

- $p_0$  è la pressione in Pa sulla superficie del liquido (sez. 0-0 in figura, pari alla pressione atmosferica in caso di serbatoi aperti);
- $p_v$  è la tensione di vapore del liquido in Pa variabile in funzione della temperatura T secondo la relazione empirica

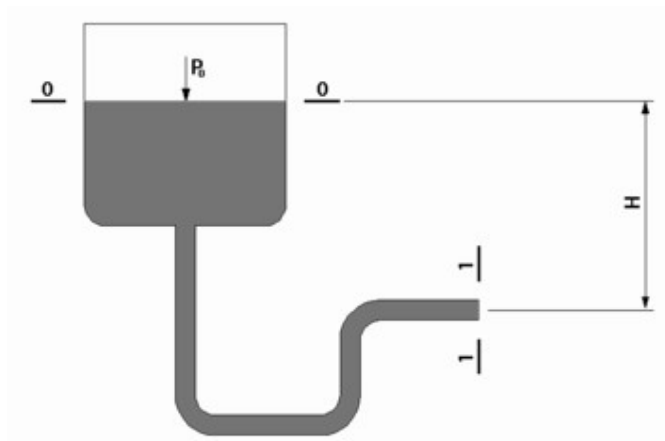
$$p_v = 611 \cdot 10^{\frac{7,5T}{237,7-T}}$$

*Equazione 28*


- $\rho$  è la densità del liquido in kg/m<sup>3</sup>;
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale (pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $h$  (in m) rappresenta il dislivello tra battente in vasca e bocca di aspirazione della pompa ( $H > 0$  se la pompa lavora sotto battente;  $H < 0$  se la pompa lavora sopra battente);

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	15	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

- $\Delta H$  (in m) rappresenta le perdite di carico nella tubazione di aspirazione.



*Figura 3: Schema per il calcolo dell'NPSH*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	16	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 3 DATI DI PROGETTO

### 3.1 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Il presente paragrafo riassume le considerazioni che sono state fatte per definire correttamente la portata di progetto in arrivo all'impianto, impiegata poi per il dimensionamento e le verifiche di processo. È stato preso in considerazione l'intero agglomerato afferente all'impianto, valutando gli impatti di eventuali scarichi di troppo pieno, in tempo di pioggia.

Lo schema di Figura 4 riporta tutti gli impianti di ultimo livello che pompano i reflui al depuratore. Di questi, solo Bidente e Nord Città sono alimentati principalmente da reti miste; gli altri servono solo bacini di rete nera.

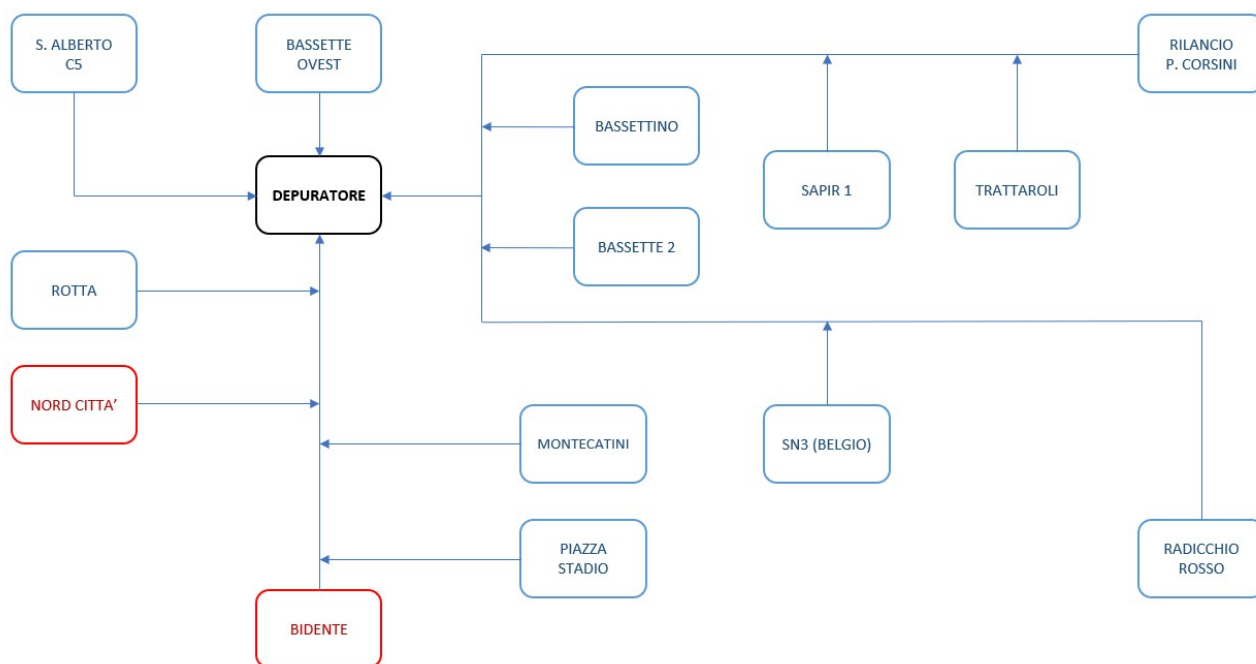



Figura 4: configurazione rete afferente al depuratore di Ravenna

Sono stati valutati due scenari:

1. l'invio al depuratore di una portata pari a 5 volte la portata nera media, ovvero  $5Q_{nm}$ ;
2. l'invio al depuratore di una portata pari a 3 volte la portata nera media, ovvero  $3Q_{nm}$ .

In considerazione del fatto che eventuali scolmi dalla rete verso l'ambiente possono verificarsi solo negli impianti Bidente e Nord Città, lo studio si è concentrato su questi due impianti, unitamente al depuratore stesso.

Nella valutazione sono entrate opere di mitigazione degli impatti già previste dal Piano di Indirizzo per la provincia di Ravenna, ovvero le vasche di prima pioggia e le opere di trattamento fisico da prevedersi al depuratore, a monte del ciclo biologico, per la quota parte di reflui in ingresso non trattabili in continuo (ovvero superiori alla  $3Q_{nm}$ ).

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	17	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Di seguito si riportano i due scenari valutati:

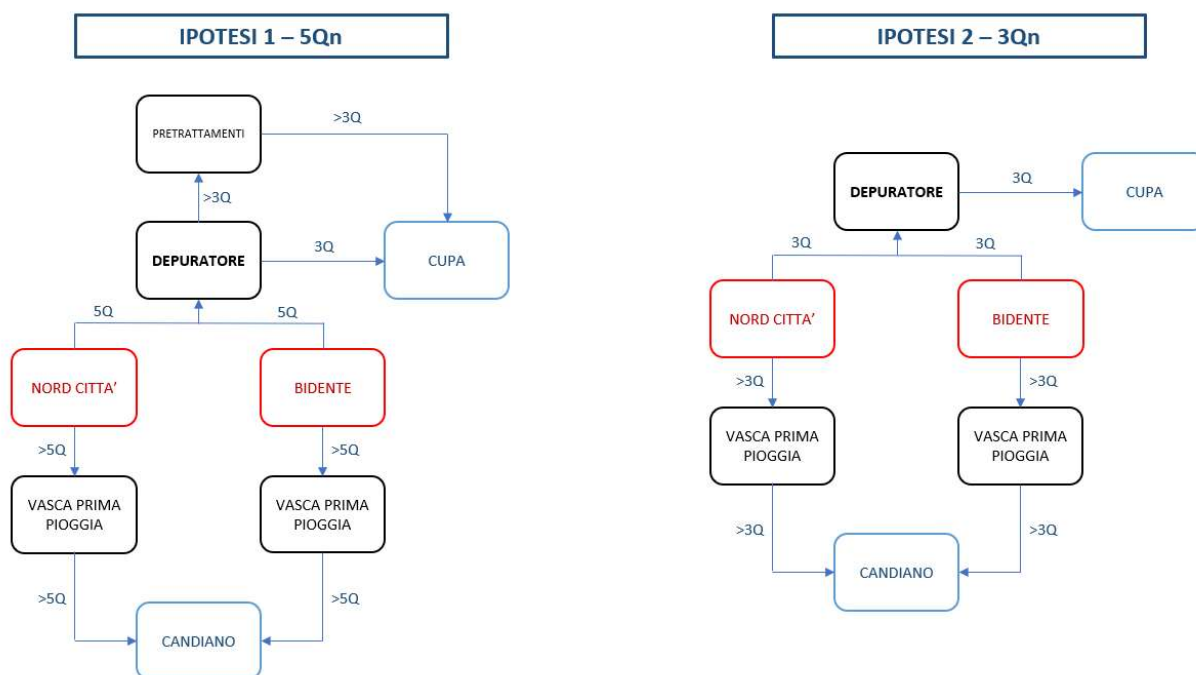


Figura 5: configurazione del sistema depurativo nei due scenari analizzati

Al fine di stimare i carichi sversati in ambiente nelle due ipotesi sopra schematizzate, è stato utilizzato il modello matematico di drenaggio urbano in uso nel Gruppo HERA, costruito sotto il controllo scientifico del DICAM, Prof. Maglionico, nell'ambito di una consulenza specifica e aggiornato negli anni, anche tramite rilievi di recente realizzazione (2020). Per quanto riguarda la topologia delle reti e il dettaglio delle opere di scolo, il modello è da ritenersi aggiornato al luglio 2021.


Per la valutazione della massa sversata dal sistema degli scaricatori, si è tenuta in considerazione sia la componente veicolata nel refluio fognario, solo come componente disciolta nel refluio stesso sia la componente adesa ad una frazione grossolana di solidi sospesi, derivante dai processi di deposizione e dilavamento legati alle superfici dei bacini.

Per quanto riguarda i parametri di qualità, sia del refluio, sia delle caratteristiche di deposizione ed erosione su superfici e condotti, ci si è riferiti ad esperienze precedenti, anche condotte su altri territori.

Al fine di considerare la reale complessità dei fenomeni precipitativi, necessitando di dover condurre valutazioni su un anno di riferimento, il modello è stato sollecitato con una precipitazione continua lunga 12 mesi.

L'approccio con piogge reali si basa sull'assunto che il regime pluviometrico reale è assai più complesso di quello sintetico: la valutazione su questa base meglio rappresenta il reale comportamento dei sistemi, quando sia necessaria una valutazione sulla frequenza di sfioro.

A questo scopo sono stati utilizzati i dati registrati con frequenza oraria dal pluviometro di Ravenna Urbana per il periodo 2015 – 2019. Si è scelto tale pluviometro poiché, di quelli più vicini all'area oggetto di studio, è quello con la serie completa e priva di buchi.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	18	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Nello specifico si sono condotte simulazioni per i singoli anni, su una porzione rappresentativa del modello, calcolando così il carico annuo sversato.

Si è scelto come anno rappresentativo con cui condurre le successive simulazioni, quello che in termini di COD sversato da uno scolmatore fosse più prossimo alla media del set testato.

Anno	Pioggia [mm]	Massa scaricata [ton/y]
2019	745,6	8.270
2018	790,2	8.465
2017	585,6	8.786
2016	528,6	7.914
2015	773,2	7.431
<b>Media</b>	<b>684,6</b>	<b>8.173</b>

*Tabella 3: Stima del carico sversato dal sistema degli scaricatori di piena dell'agglomerato*

Sollecitando quindi il modello con la pioggia 2019, sono stati calcolati i carichi sversati in ambiente, sull'anno di riferimento, in termini di tonnellate/anno di COD.

Punto di impatto	Unità di misura	5Qnm	3Qnm
Portata massima all'impianto	l/s	2.320	1.602
Dep. Ravenna + Marina di Ravenna trattato	kgCOD/y	773	773
Testa impianto Dep. Ravenna pretrattato (2Qnm)	kgCOD/y	54	0
Totali scolmati al depuratore	kgCOD/y	827	773
Scolmato Bidente	kgCOD/y	110	134
Scolmato Nord Città	kgCOD/y	297	327
<b>Totali scolmati agli impianti</b>	<b>kgCOD/y</b>	<b>407</b>	<b>461</b>

*Tabella 4: Stima del carico sversato nelle due ipotesi progettuali*

### **1. Ipotesi 1 - 5Qnm**

Si valuta il caso di ipotesi di sollevare verso il depuratore la 5Qnm da Bidente e da Nord Città. In questo caso specifico, localmente si dovrebbero realizzare vasche di prima pioggia sugli scolmatori di entrambi gli impianti. Il beneficio in termini di abbattimento di COD è stimato nel 48% per la vasca che sarà a servizio di Bidente e nel 64% per quella che sarà in servizio al Nord Città.


Pertanto, a valle delle vasche il sistema scaricherebbe rispettivamente circa 62 ton/y per il Bidente e 107 ton/y per il Nord Città, per un totale di circa 169 ton/y.

Il depuratore in questo caso riceverà una portata pari a 5Qnm: il progetto prevede in questo caso che i due quinti delle portate in arrivo siano solamente pretrattate e poi scaricate nello Scolo Cupa.

L'abbattimento di COD che si stima che i pretrattamenti abbiano è del 10%, quindi il totale scaricato nel Cupa in termini di COD è di circa 49 t/y. Sommando lo scaricato da Bidente, da Nord Città e da testa impianto, si ottiene quanto visto sopra, ovvero circa 217 ton/y.

### **2. Ipotesi 2 - 3Qnm**

Nel caso di ipotesi di sollevare verso il depuratore la 3Qnm da Bidente e da Nord Città, si andrebbero ad inviare al depuratore tante portate quanto il depuratore ne può ricevere in continuo:

 <small>Società del Gruppo Hera</small>	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	19	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

non si avrebbero pertanto portate verso i pretrattamenti e quindi lo scaricato al depuratore sarebbe 0 t/y.

Localmente presso gli impianti Bidente e Nord Città, secondo quanto prescritto dal Piano di Indirizzo, si dovrebbero in ogni caso realizzare vasche di prima pioggia il cui beneficio è analogo a quello visto in precedenza. Pertanto, a valle delle vasche si andrebbero a scaricare 75 ton/y per Bidente e 118 ton/y per Nord Città per un totale di circa 193 ton/y.

<b>Stima abbattimenti (%)</b>	<b>Ipotesi 1 – 5Qnm</b>	<b>Ipotesi 2 – 3Qnm</b>
Ai pretrattamenti (10%)	49	0
Alle vasche di prima pioggia c/o scolmatori (68%)	169	193
<b>TOTALE</b>	<b>217</b>	<b>193</b>

*Tabella 5: Stima abbattimenti nelle due ipotesi progettuali*

Concludendo, nello scenario 5Qnm verrebbero sversate in ambiente post trattamenti (pretrattamenti sull'overflow del depuratore e prime piogge agli scolmatori dei due impianti presi in considerazione) circa 25 t/y in più rispetto allo scenario 3Qnm.

<b>Parametro</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Ipotesi 1 – 5Qnm</b>	<b>Ipotesi 2 – 3Qnm</b>
Carico sversato al depuratore	tonCOD/y	49	0
Carico sversato a Nord Città	tonCOD/y	62	75
Carico sversato a Bidente	tonCOD/y	107	118
Carico totale sversato	tonCOD/y	218	193

*Tabella 6: Carichi sversati nelle due ipotesi progettuali*

In virtù di queste considerazioni, la portata da avviare al depuratore è posta pari a 3Qnm.

### 3.2 **QUADRO DELLE PORTATE DI PROGETTO**


Le perdite di carico idraulico e, di conseguenza, le quote del liquame nelle varie sezioni d'impianto nella configurazione di progetto sono state calcolate prendendo in considerazione la condizione idraulica più gravosa, ovvero quella in cui arrivi in impianto la portata di punta, così come definita al paragrafo 4.4.2 dell'elaborato *H199H101DG00RG0001 - Relazione Generale*.

Per la valutazione della portata media di tempo secco nella configurazione di progetto, al valore della portata media di tempo secco nella configurazione attuale (470 l/s) sono stati sommati i seguenti contributi:

- 90 l/s derivanti dalle espansioni urbanistiche future della città di Ravenna;
- 48 l/s derivanti dal collettamento dei reflui del depuratore di Marina di Ravenna.

La **portata media di tempo secco** nella configurazione di progetto risulta pertanto pari a **2.189 m³/h (608 l/s)**.

La portata di punta trattabile dall'impianto è ottenuta considerando un coefficiente di pioggia pari a 3 per la portata media di tempo secco attuale (al netto della portata parassita), proveniente da fognatura unitaria, e un coefficiente di punta pari a 3 per la portata media derivante dalle previste espansioni urbanistiche e per la portata media proveniente dal collettamento del depuratore di Marina di Ravenna (entrambi i contributi provenienti da fognatura separata); alla portata parassita non viene applicato alcun coefficiente maggiorativo.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	20	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

La **portata di punta** nella configurazione di progetto è pari a **5.767 m<sup>3</sup>/h (1.602 l/s)**.

Nella tabella di seguito si riassumono le considerazioni sulle portate di progetto:

Contributo	Portata media di tempo secco [m <sup>3</sup> /h]	Coefficiente	Portata di punta [m <sup>3</sup> /h]
Portata media di tempo secco attuale	1.292,4	3 <sup>(1)</sup>	3.877,2
Portata nera media da espansioni urbanistiche	324,0	3 <sup>(2)</sup>	972,0
Portata nera media da Marina di Ravenna	172,8	3 <sup>(2)</sup>	518,4
Portata parassita	399,6	1	399,6
<b>Portata totale</b>	<b>2.188,8</b>	-	<b>5.767,2</b>


*Tabella 7: Definizione delle portate di progetto*

(1) Coefficiente di pioggia

(2) Coefficiente di punta

Di seguito si riportano i valori di portata considerati nei calcoli idraulici per quanto riguarda la linea acque. I risultati ottenuti hanno portato alla definizione del profilo idraulico riportato nell'elaborato *H199H101HW51DD0001*.

Sezione d'impianto	Valore	Unità di misura
<b>Grigliatura grossolana (n. 4 griglie) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola griglia	1.441,8	m <sup>3</sup> /h
<b>Sollevamento iniziale (n. 4 + 1R pompe) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta sollevamento iniziale	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola pompa	1.441,8	m <sup>3</sup> /h
<b>Grigliatura fine (n. 4 griglie) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola griglia	1.441,8	m <sup>3</sup> /h
<b>Dissabbiatura – disoleatura (n. 4 canali) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singolo canale	1.441,8	m <sup>3</sup> /h
<b>Comparto biologico linea 1 e linea 2 – esistente</b>		
Portata di punta biologico esistente	4.276,8	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta linea 1	2.138,4	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta linea 2	2.138,4	m <sup>3</sup> /h
<b>Comparto biologico linea 3 – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta linea 3	1.490,4	m <sup>3</sup> /h
<b>Sedimentazione secondaria linea 1 e linea 2 (n. 8 sedimentatori) – esistente</b>		
Portata di punta intera sezione	4.276,8	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singolo sedimentatore	534,6	m <sup>3</sup> /h
<b>Sedimentazione secondaria linea 3 (n. 3 sedimentatori) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	1.490,4	m <sup>3</sup> /h

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	21	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Portata di punta singolo sedimentatore	496,8	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta ricircolata in testa al biologico linea 3	750,0	m <sup>3</sup> /h
<b>Filtrazione a tela (n. 6 canali) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singolo filtro	961,2	m <sup>3</sup> /h
<b>Disinfezione UV (n. 2 canali) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singolo canale	2.883,6	m <sup>3</sup> /h
<b>Sollevamento finale (n. 4 + 1R pompe) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta sollevamento iniziale	5.767,2	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola pompa	1.441,8	m <sup>3</sup> /h

Tabella 8: valori delle portate di punta suddivisi per sezione d'impianto (linea acque)

Di seguito si riporta il prospetto delle portate di progetto relative alla linea fanghi suddivise per sezione di trattamento:

Sezione d'impianto	Valore	Unità di misura
<b>Preispessimento statico (n. 2 vasche) – esistente</b>		
Portata di punta intera sezione	25	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola vasca	12,5	m <sup>3</sup> /h
<b>Ispessimento statico (n. 1 + 1R ispessitori) – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta intera sezione	62,8 <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singolo ispessitore	31,4	m <sup>3</sup> /h
<b>Digestore anaerobico (n. 1 + 1R digestori) – esistente (revamping)</b>		
Portata di punta	6	m <sup>3</sup> /h
<b>Postispessimento statico (n. 1 vasca) – esistente</b>		
Portata di punta	6	m <sup>3</sup> /h
<b>Disidratazione (n. 2 centrifughe) – esistente</b>		
Portata di punta intera sezione	18,2 <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h
Portata di punta singola centrifuga	9,1	m <sup>3</sup> /h
<b>Bioessiccamento – nuova realizzazione</b>		
Portata di punta	968,8	m <sup>3</sup> /y


Tabella 9: valori delle portate di punta suddivisi per sezione d'impianto (linea fanghi)

### 3.3 CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI


Le caratteristiche delle tubazioni rilevanti ai fini delle verifiche idrauliche sono il materiale (che ne determina la scabrezza) e il diametro (che determina la velocità del flusso). Esse corrispondono a quelle stabilite dal presente progetto per le tipologie di tubazioni impiegate per il trasporto di refluo o di fango attivo, in particolare:

<sup>1</sup> Portata riferita ad un funzionamento di 8 ore al giorno per 5 giorni alla settimana.

<sup>2</sup> Portata riferita ad un funzionamento di 8 ore al giorno per 5 giorni alla settimana.

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	22	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

- Tubazioni fuori terra per il trasporto di liquidi (refluo o fango attivo): tubazioni in acciaio inox AISI 316L, conformi alle norme UNI EN 10216.
- Tubazioni interrate per il trasporto di liquidi in pressione (refluo o fango attivo): tubazioni in polietilene ad alta densità (PE100 – PN10), conformi alle norme UNI EN 12201.
- Tubazioni interrate per il trasporto di liquidi non in pressione:
  - Tubazioni in acciaio al carbonio L235, conformi alle norme UNI EN 10216 e UNI EN 10224;
  - Tubazioni in polietilene ad alta densità (PE100 – PN10), conformi alle norme UNI EN 12201.
- Tubazioni fuori terra e interrate per il trasporto di aria di processo: tubazioni in acciaio inox AISI 316L, conformi alle norme UNI EN 10216.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	23	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 4 RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI NELLO SCENARIO DI PROGETTO

### 4.1 LINEA ACQUE

I risultati dei calcoli effettuati per la verifica dei collegamenti esistenti tra le varie sezioni di impianto e per il dimensionamento dei collegamenti di nuova realizzazione sono riepilogati nei prospetti riportati nei seguenti paragrafi risalendo la linea acque da valle verso monte secondo l'ordine seguito per la definizione del profilo idraulico.

È presente anche una sezione in cui si riportano i dati relativi ai sollevamenti meccanici, per la definizione della prevalenza richiesta alle pompe di nuova installazione.

#### 4.1.1 SCARICO EFFLUENTE DEPURATO


All'esterno dell'impianto, a poco più di 1 km dal torrino del sollevamento finale di nuova realizzazione, è presente un torrino che consente di scegliere dove indirizzare il refluo trattato: nelle normali condizioni di processo lo scarico predefinito è lo scolo Cupa; in condizioni particolari, esclusivamente per fornire maggiori volumi di acqua alla rete consortile, in seguito a richiesta del Consorzio di Bonifica della Romagna, il refluo viene indirizzato allo scolo Tomba.

##### 4.1.1.1 Collegamento scolo Cupa - torrino esterno

Sezione: <b>Scarico effluente in corpo idrico ricettore</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	8.352,0
Classe tubazione	-	-
Materiale tubazione	-	Calcestruzzo
Diametro nominale tubazione	-	-
Diametro esterno tubazione	mm	1.560
Diametro interno tubazione	mm	1.200
Velocità di flusso	m/s	2,05
Lunghezza tubazione	m	38,0
Scabrezza assoluta	mm	0,4
Perdite di carico distribuite	m	0,11
Perdite di carico concentrate	m	0,32
Perdite di carico totali	m	0,43
Quota punto di recapito (sommità interna tubazione)	m s.l.m.	-0,27
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,16

*Tabella 10: calcoli idraulici collegamento scolo Cupa - torrino esterno*

A favore di sicurezza, per considerare il massimo livello raggiungibile nel torrino esterno e ottenere un profilo idraulico più cautelativo, è stata considerata una portata maggiore rispetto alla portata di punta (5.767,2 m<sup>3</sup>/h) definita nel paragrafo 3.2 e il tubo completamente pieno.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	24	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.1.2 Luce sotto battente torrino esterno

Sezione: <b>Scarico effluente in corpo idrico ricettore – Torrino esterno</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente a sezione quadrata</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Dimensioni luce	mmxmm	1.200x1.200
Velocità di flusso	m/s	1,11
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,17
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	+0,16
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	+0,33
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+2,10
Franco di sicurezza	m	1,77

*Tabella 11: luce sotto battente torrino esterno*

Da questo punto in poi si considera per i calcoli la portata di punta definita al paragrafo 3.2.


#### 4.1.1.3 Collegamento torrino esterno – sollevamento finale

La tubazione che collega il torrino esterno al sollevamento finale di progetto è costituita da n. 2 tratti, uno esistente in calcestruzzo e uno di nuova realizzazione in acciaio al carbonio, collegati tra loro da un giunto multidiametro.

Sezione: <b>Scarico effluente impianto verso torrino esterno</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	-
Materiale tubazione	-	Calcestruzzo
Diametro nominale tubazione	-	-
Diametro esterno tubazione	mm	1.560
Diametro interno tubazione	mm	1.200
Velocità di flusso	m/s	1,42
Lunghezza tubazione	m	1.070,00
Scabrezza assoluta	mm	0,40
Perdite di carico distribuite	m	1,44
Perdite di carico concentrate	m	0,42
Perdite di carico totali	m	1,86
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+0,33
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	-

*Tabella 12: collegamento torrino esterno – giunto multidiametro*

Sezione: <b>Scarico effluente impianto verso torrino esterno</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	25	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,43
Lunghezza tubazione	m	81,50
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,10
Perdite di carico concentrate	m	0,22
Perdite di carico totali	m	0,32
Quota punto di recapito	m s.l.m.	-
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+2,51
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,15
Franco di sicurezza su torrino sollevamento finale	m	0,64

*Tabella 13: collegamento giunto multidiametro – torrino sollevamento finale*

#### 4.1.2 DISINFEZIONE UV


##### 4.1.2.1 Stramazzi in uscita dai canali di disinfezione UV

Sezione: <b>Disinfezione UV</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi in uscita dai canali di disinfezione UV</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	1,2
Carico sullo stramazzo	m	0,51
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-1,94
Quota pelo libero sullo stramazzo (livello canale disinfezione)	m s.l.m.	-1,43
Quota pelo libero a valle (livello vasca sollevamento finale)	m s.l.m.	-2,64
Salto disponibile	m	0,70
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,30
Franco di sicurezza	m	1,73

*Tabella 14: stramazzi in uscita disinfezione UV*

##### 4.1.2.2 Disinfezione UV

Sezione: <b>Disinfezione UV</b>		
Tipo di collegamento: <b>Disinfezione UV</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero disinfezioni UV	-	2

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	26	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Perdita di carico singolo filtro	m	0,03
Quota pelo libero singolo canale	m s.l.m.	-1,40
Quota testamuro	m	+0,30
Franco di sicurezza	m	1,70

Tabella 15: disinfezione UV

#### 4.1.2.3 Bypass disinfezione UV


Sezione: <b>Disinfezione UV</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzo in uscita da canale bypass disinfezione UV</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m³/h	5.767,2
Numero stramazzi	-	1
Larghezza singolo stramazzo	m	1,70
Carico sullo stramazzo	m	0,64
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-1,94
Quota pelo libero sullo stramazzo (livello canale bypass)	m s.l.m.	-1,30
Quota pelo libero a valle (livello vasca sollevamento finale)	m s.l.m.	-2,64
Salto disponibile	m	0,70
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,30
Franco di sicurezza	m	1,60

Tabella 16: stramazzo in uscita bypass disinfezione UV

#### 4.1.3 COLLEGAMENTO DISINFEZIONE UV – FILTRAZIONE A TELA

##### 4.1.3.1 Tubazione di collegamento disinfezione UV – filtrazione a tela

Sezione: <b>Collegamento disinfezione UV – filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m³/h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.400
Diametro esterno tubazione	mm	1.422,4
Diametro interno tubazione	mm	1.394,0
Velocità di flusso	m/s	1,05
Lunghezza tubazione	m	3,30
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,002
Perdite di carico concentrate	m	0,103
Perdite di carico totali	m	0,11
Quota punto di recapito	m s.l.m.	-1,40

 <small>Società del Gruppo Hera</small>	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	27	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	-1,29
Quota punto di recapito – bypass disinfezione (se attivo)	m s.l.m.	-1,30
Quota pelo libero a monte – bypass disinfezione (uscita manufatto filtrazione)	m s.l.m.	-1,19

*Tabella 17: collegamento disinfezione UV – filtrazione a tela*

#### 4.1.4 FILTRAZIONE A TELA

##### 4.1.4.1 Stramazzi in uscita dai canali di filtrazione


Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi in uscita dai canali di filtrazione</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero stramazzi	-	6
Larghezza singolo stramazzo	m	2,5
Carico sullo stramazzo	m	0,15
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-1,05
Quota pelo libero sullo stramazzo (livello canale filtrazione)	m s.l.m.	-0,90
Quota pelo libero a valle (livello in canale uscita filtrazione)	m s.l.m.	-1,29
Salto disponibile	m	0,24
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	1,35

*Tabella 18: stramazzi in uscita filtrazione a tela*

##### 4.1.4.2 Filtri a tela FLT4001

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Filtri a tela</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero filtri	-	6
Perdita di carico singolo filtro	m	0,35
Quota pelo libero singolo canale	m s.l.m.	-0,55
Quota testamuro	m	+0,45
Franco di sicurezza	m	1,00

*Tabella 19: filtri a tela*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	28	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.4.3 Luci sotto battente ingresso filtrazione

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luci sotto battente a sezione quadrata ingresso filtrazione</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	6
Dimensioni singola luce	mmxmm	800x800
Velocità di flusso	m/s	0,42
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,02
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-0,55
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-0,53
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	0,98

Tabella 20: luci sotto battente ingresso filtrazione a tela


#### 4.1.4.4 Stramazzi in ingresso ai canali di filtrazione

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi in ingresso ai canali di filtrazione</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero stramazzi	-	6
Larghezza singolo stramazzo	m	2,0
Carico sullo stramazzo	m	0,17
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-0,22
Quota pelo libero sullo stramazzo (livello canale ingresso filtrazione)	m s.l.m.	-0,05
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	-0,53
Salto disponibile	m	0,31
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	0,50

Tabella 21: stramazzi ingresso filtrazione a tela

#### 4.1.4.5 Bypass filtrazione a tela

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente paratoia sezionamento (HW51SGT4002G) canale bypass a valle</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	1
Dimensioni singola luce	mmxmm	1640x460
Velocità di flusso	m/s	2,12
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,618

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	29	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-1,29
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-0,67
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	1,12

*Tabella 22: Luce sotto battente paratoia sezionamento canale bypass a valle*

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente paratoia sezionamento (HW51SGT4001G) canale bypass a monte</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	1
Dimensioni singola luce	mmxmm	1640x460
Velocità di flusso	m/s	2,12
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,618
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-0,67
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-0,05
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	0,5


*Tabella 23: Luce sotto battente paratoia sezionamento canale bypass a monte*

#### 4.1.4.6 Bypass filtrazione a tela con Bypass disinfezione UV

Sezione: <b>Filtrazione a tela</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente paratoia sezionamento (HW51SGT4002G) canale bypass a valle</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	1
Dimensioni singola luce	mmxmm	1640x460
Velocità di flusso	m/s	2,12
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,618
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-1,19 <sup>3</sup>
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-0,57
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	1,02

*Tabella 24: Luce sotto battente paratoia sezionamento canale bypass a valle con bypass UV*

<sup>3</sup> Livello a valle della paratoia HW51SGT4002G considerando attivo il canale di bypass della disinfezione (quota liquido -1.30 m) e le perdite di carico attraverso la condotta DN1400 di collegamento disinfezione-filtrazione (0.11 m).

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	30	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

<b>Sezione: Filtrazione a tela</b>		
<b>Tipo di collegamento: Luce sotto battente paratoia sezionamento (HW51SGT4001G) canale bypass a valle</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	1
Dimensioni singola luce	mmxmm	1640x460
Velocità di flusso	m/s	2,12
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,618
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-0,57
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	+0,05
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,45
Franco di sicurezza	m	0,40

*Tabella 25: Luce sotto battente paratoia sezionamento canale bypass a monte con bypass UV*

#### 4.1.5 COLLEGAMENTO FILTRAZIONE A TELA – SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3


##### 4.1.5.1 Tubazioni di collegamento filtrazione a tela – sedimentazione secondaria linea 3

Le verifiche idrauliche sono state eseguite considerando il sedimentatore secondario della linea 3 più sfavorito in termini di distanza dal punto di recapito (filtrazione a tela).

Si è considerato questo collegamento come suddiviso in n. 2 tratti andando a ritroso rispetto al flusso, uno dalla filtrazione a tela al pozzetto di raccolta dei chiarificati della linea 3 (PE800) ed uno dal suddetto pozzetto al sedimentatore di cui sopra (PE450).

<b>Sezione: Collegamento filtrazione a tela – pozzetto chiarificati linea 3</b>		
<b>Tipo di collegamento: Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.490,4
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	800
Diametro esterno tubazione	mm	800
Diametro interno tubazione	mm	705,2
Velocità di flusso	m/s	1,06
Lunghezza tubazione	m	67,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,08
Perdite di carico concentrate	m	0,15
Perdite di carico totali	m	0,23
Quota punto di recapito (ingresso filtrazione a tela)	m s.l.m.	-0,05
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,18
Quota testamuro pozzetto chiarificati linea 3	m s.l.m.	+1,60
Franco di sicurezza	m	1,42

*Tabella 26: collegamento filtrazione a tela – pozzetto chiarificati linea 3*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	31	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Sezione: <b>Collegamento pozzetto chiarificati linea 3 – sedimentazione secondaria linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	496,8
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	450
Diametro esterno tubazione	mm	450
Diametro interno tubazione	mm	396,6
Velocità di flusso	m/s	1,12
Lunghezza tubazione	m	40,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,10
Perdite di carico concentrate	m	0,11
Perdite di carico totali	m	0,21
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+0,18
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,39
Quota testamuro pozzetto chiarificati sedimentatore	m s.l.m.	+1,68
Franco di sicurezza	m	1,29

*Tabella 27: collegamento pozzetto chiarificati linea 3 – sedimentazione secondaria linea 3*


#### 4.1.6 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3

La sezione è costituita da n. 3 vasche aventi le medesime caratteristiche.

##### 4.1.6.1 Canalina di raccolta chiarificati sedimentazione secondaria linea 3

Sezione: <b>Sedimentazione secondaria linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi uscita canalina raccolta chiarificati</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	496,80
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	0,41
Carico sullo stramazzo	m	0,20
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+0,72
Quota pelo libero sullo stramazzo (interno canalina)	m s.l.m.	+0,92
Quota pelo libero a valle (interno pozzetto)	m s.l.m.	+0,39
Salto disponibile	m	0,33
Quota testamuro	m s.l.m.	+1,68
Franco di sicurezza	m	0,76

*Tabella 28: canalina di raccolta chiarificati sedimentazione secondaria linea 3*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	32	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.6.2 Sfiori tipo Thomson sedimentazione secondaria linea 3

Di seguito si riportano i calcoli idraulici relativi al profilo Thomson del singolo sedimentatore.

Sezione: <b>Sedimentazione secondaria linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Soglia di sfioro tipo Thomson (stramazzi triangolari in parete sottile con angolo al vertice di 90°)</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	496,8
Lunghezza complessiva singola soglia di sfioro	m	88,0
Numero soglie di sfioro previste	-	1
Numero di stramazzi Thomson previsti	-	586
Portata singolo stramazzo	m <sup>3</sup> /h	0,85
Carico sugli stramazzi (rispetto ai vertici)	m	0,03
Quota vertici profilo Thomson	m s.l.m.	+1,17
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	+1,20
Quota fondo canalina di raccolta chiarificato	m s.l.m.	+0,72
Quota pelo libero a valle (canalina raccolta chiarificato)	m s.l.m.	+0,92
Salto disponibile	m	0,25
Quota testamuro	m s.l.m.	+1,68
Franco di sicurezza	m	0,48


*Tabella 29: calcoli idraulici profilo Thomson sedimentazione secondaria linea 3*

#### 4.1.7 COLLEGAMENTO FILTRAZIONE A TELA – SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 1 E LINEA 2

Per il calcolo delle quote in questa sezione, si considera come riferimento il sedimentatore secondario 12 della linea essendo più sfavorito dal punto di vista delle perdite di carico.

##### 4.1.7.1 Tubazioni di collegamento filtrazione a tela – Sedimentazione secondaria linee 1-2

Sezione: <b>Collegamento filtrazione a tela – nuovo pozzetto chiarificati linee 1 e 2</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	4.276,8
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,06
Lunghezza tubazione	m	127
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,08
Perdite di carico concentrate	m	0,13
Perdite di carico totali	m	0,21
Quota punto di recapito	m s.l.m.	-0,05

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	33	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,17
Quota testamuro	m s.l.m.	+1,58
Franco di sicurezza	m	1,41


*Tabella 30: collegamento filtrazione a tela – pozzetto chiarificati linee 1 e 2*

<b>Sezione: Collegamento pozzetto chiarificati linee 1 e 2 – pozzetto chiarificato sedimentatore 10</b>		
<b>Tipo di collegamento: Tubazione a gravità completamente piena – esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	2.138,4
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	0,53
Lunghezza tubazione	m	217
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,038
Perdite di carico concentrate	m	0,06
Perdite di carico totali	m	0,09
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+0,17
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,26

*Tabella 31: collegamento pozzetto chiarificati linee 1 e 2 – pozzetto sedimentatore 10*

<b>Sezione: Collegamento pozzetto chiarificato sedimentatore 10 – pozzetto chiarificato sedimentatore 11</b>		
<b>Tipo di collegamento: Tubazione a gravità completamente piena – esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.069,2
Classe tubazione	-	-
Materiale tubazione	-	Fibrocemento
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.354
Diametro interno tubazione	mm	1.200
Velocità di flusso	m/s	0,26
Lunghezza tubazione	m	8
Scabrezza assoluta	mm	0,40
Perdite di carico distribuite	m	0,0004
Perdite di carico concentrate	m	0,01
Perdite di carico totali	m	0,01
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+0,26
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,27

*Tabella 32: collegamento pozzetto sedimentatore 10 – pozzetto sedimentatore 11*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	34	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Sezione: <b>Collegamento pozzetto chiarificato sedimentatore 11 – pozzetto chiarificato sedimentatore 12</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	534,6
Classe tubazione	-	-
Materiale tubazione	-	Fibrocemento
Diametro nominale tubazione	-	800
Diametro esterno tubazione	mm	908
Diametro interno tubazione	mm	800
Velocità di flusso	m/s	0,30
Lunghezza tubazione	m	28
Scabrezza assoluta	mm	0,40
Perdite di carico distribuite	m	0,003
Perdite di carico concentrate	m	0,01
Perdite di carico totali	m	0,01
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+0,27
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+0,28

*Tabella 33: collegamento pozzetto sedimentatore 11 – pozzetto sedimentatore 12*

#### 4.1.8 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEE 1-2


##### 4.1.8.1 Canalina di raccolta chiarificati sedimentatore secondario 12 linea 2

Sezione: <b>Sedimentatore secondario 12 linea 2</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi uscita canalina raccolta chiarificati</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	534,60
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	0,82
Carico sullo stramazzo	m	0,16
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+0,55
Quota pelo libero sullo stramazzo (interno canalina)	m s.l.m.	+0,71
Quota pelo libero a valle (interno pozzetto)	m s.l.m.	+0,28
Salto disponibile	m	0,27
Quota testamuro	m s.l.m.	+1,20
Franco di sicurezza	m	0,92

*Tabella 34: canalina di raccolta chiarificati sedimentatore secondario 12 linea 2*

##### 4.1.8.2 Sfiori tipo Thomson sedimentatore secondario 12 linea 2

Sezione: <b>Sedimentazione secondaria linea 2</b>		
Tipo di collegamento: <b>Soglia di sfioro tipo Thomson (stramazzi triangolari in parete sottile con angolo al vertice di 90°)</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	35	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Portata massima	m <sup>3</sup> /h	534,6
Lunghezza complessiva singola soglia di sfioro	m	88,0
Numero soglie di sfioro previste	-	1
Numero di stramazzi Thomson previsti	-	586
Portata singolo stramazzo	m <sup>3</sup> /h	0,91
Carico sugli stramazzi (rispetto ai vertici)	m	0,03
Quota vertici profilo Thomson	m s.l.m.	+1,03
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	+1,06
Quota fondo canalina di raccolta chiarificato	m s.l.m.	+0,55
Quota pelo libero a valle (canalina raccolta chiarificato)	m s.l.m.	+0,28
Salto disponibile	m	0,75
Quota testamuro	m s.l.m.	+1,40
Franco di sicurezza	m	0,34

*Tabella 35: calcoli idraulici profilo Thomson sedimentatore secondario 12 linea 2*


#### 4.1.9 COLLEGAMENTO SEDIMENTAZIONE SECONDARIA LINEA 3 – COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3

##### 4.1.9.1 Tubazioni di collegamento Sedimentazione secondaria linea 3 – comparto biologico linea 3

I calcoli idraulici sono stati eseguiti considerando il sedimentatore secondario più sfavorito idraulicamente tra i n. 3 di nuova realizzazione al servizio del nuovo comparto biologico. Ogni sedimentatore viene alimentato con una linea in partenza dal ripartitore del comparto biologico.

<b>Sezione: Collegamento sedimentazione secondaria linea 3 – Ripartitore comparto biologico linea 3</b>		
<b>Tipo di collegamento: Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	745,2
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	800
Diametro esterno tubazione	mm	800
Diametro interno tubazione	mm	705,2
Velocità di flusso	m/s	0,53
Lunghezza tubazione	m	125,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,04
Perdite di carico concentrate	m	0,04
Perdite di carico totali	m	0,08
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+1,20
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+1,28
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,45
Franco disponibile	m	2,17

*Tabella 36: collegamento sedimentazione secondaria linea 3 – comparto biologico linea 3*

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	36	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.10 COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3

##### 4.1.10.1 Stramazzi ripartitore di portata alla sedimentazione secondaria linea 3

Sezione: <b>Comparto biologico Linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi ripartitore di portata alla sedimentazione secondaria linea 3</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	2.235,6
Numero stramazzi	-	3
Larghezza singolo stramazzo	m	2,0
Carico sullo stramazzo	m	0,15
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+1,75
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+1,90
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+1,28
Salto disponibile	m	0,47
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,45
Franco di sicurezza	m	1,55

*Tabella 37: stramazzi ripartitore di portata ai sedimentatori secondari linea 3*


##### 4.1.10.2 Stramazzi uscita comparto biologico linea 3

Sezione: <b>Comparto biologico Linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi uscita comparto biologico linea 3</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	2.235,6
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	2,5
Carico sullo stramazzo	m	0,16
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+2,19
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+2,35
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+1,90
Salto disponibile	m	0,29
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,45
Franco di sicurezza	m	1,1

*Tabella 38: stramazzi uscita comparto biologico linea 3*

##### 4.1.10.3 Stramazzi ingresso comparto biologico linea 3

Sezione: <b>Comparto biologico Linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi ingresso comparto biologico linea 3</b>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	2.235,6
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	2,5
Carico sullo stramazzo	m	0,16

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	37	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+2,75
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+2,91
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+2,35
Salto disponibile	m	0,40
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,45
Franco di sicurezza	m	0,54

*Tabella 39: stramazzi ingresso comparto biologico linea 3*

#### 4.1.11 RIPARTITORE ESISTENTE A BIOLOGICO ESISTENTE LINEA 1 E LINEA 2

##### 4.1.11.1 Stramazzi ripartitore esistente a biologico esistente


Sezione: <b>Ripartitore biologico esistente</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi ripartitore esistente a biologico esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	4.276,8
Numero stramazzi	-	4c
Larghezza singolo stramazzo	m	3
Carico sullo stramazzo	m	0,14
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+2,45
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+2,59
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	-
Salto disponibile	m	-
Quota testamuro	m s.l.m.	+3,25
Franco di sicurezza	m	0,66

*Tabella 40: Stramazzo sul ripartitore esistente al biologico esistente*

#### 4.1.12 COLLEGAMENTO COMPARTO BIOLOGICO LINEA 3 – DISSABBIATURA

##### 4.1.12.1 Tubazioni di collegamento comparto biologico Linea 3 – dissabbiatura

Sezione: <b>Collegamento Comparto biologico linea 3 – Dissabbiatura</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.490,4
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	800
Diametro esterno tubazione	mm	800
Diametro interno tubazione	mm	705,2
Velocità di flusso	m/s	1,06
Lunghezza tubazione	m	7,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,01
Perdite di carico concentrate	m	0,10

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	38	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Perdite di carico totali	m	0,11
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+2,91
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+3,02
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	2,96

*Tabella 41: calcoli idraulici collegamento comparto biologico linea 3 – uscita dissabbiatura*

#### 4.1.13 COLLEGAMENTO COMPARTO BIOLOGICO ESISTENTE – DISSABBIATURA

##### 4.1.13.1 Tubazioni di collegamento ripartitore biologico esistente – dissabbiatura


Sezione: <b>Collegamento ripartitore biologico esistente – dissabbiatura</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	4.276,8
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,06
Lunghezza tubazione	m	71,60
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,05
Perdite di carico concentrate	m	0,14
Perdite di carico totali	m	0,19
Quota punto di recapito	m s.l.m.	+2,59
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	+2,78
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	3,2

*Tabella 42: calcoli idraulici collegamento ripartitore biologico esistente – uscita dissabbiatura*

#### 4.1.14 DISSABBIATURA/DISOLEATURA

##### 4.1.14.1 Paratoia su stramazzo ripartitore dissabbiatura verso comparto biologico linea 3

Sezione: <b>Ripartitore biologico nuovo – biologico esistente</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzo ripartitore dissabbiatura verso biologico nuovo</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.490,4
Numero stramazzi	-	1
Larghezza singolo stramazzo	m	2,1
Carico sullo stramazzo	m	0,22
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+3,42
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+3,64

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	39	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+3,02
Salto disponibile	m	0,4
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	2,34

*Tabella 43: stramazzo sul ripartitore a valle della dissabbiatura verso il nuovo comparto biologico linea 3*

#### 4.1.14.2 Paratoia su ripartitore dissabbiatura verso comparto biologico esistente

Sezione: <b>Ripartitore biologico nuovo – biologico esistente</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi ripartitore dissab. verso ripartitore biol. esistente</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	4.276,8
Numero stramazzi	-	2
Larghezza singolo stramazzo	m	2,1
Carico sullo stramazzo	m	0,28
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+3,42
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+3,70
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+2,78
Salto disponibile	m	0,64
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	2,28

*Tabella 44: stramazzo sul ripartitore a valle della dissabbiatura verso il ripartitore del biologico esistente*


#### 4.1.14.3 Stramazzi uscita canali dissabbiatura

Sezione: <b>Canali di dissabbiatura</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi uscita canali dissabbiatura</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero stramazzi	-	4
Larghezza singolo stramazzo	m	2
Carico sullo stramazzo	m	0,23
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+4,05
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+4,28
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+3,70
Salto disponibile	m	0,35
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	1,70

*Tabella 45: stramazzi uscita canali dissabbiatura*

#### 4.1.14.4 Stramazzi ingresso canali dissabbiatura

Sezione: <b>Canali di dissabbiatura</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzi ingresso canali dissabbiatura</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	40	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Numero stramazzi	-	4
Larghezza singolo stramazzo	m	2
Carico sullo stramazzo	m	0,23
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	+4,63
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	+4,86
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	+4,28
Salto disponibile	m	0,35
Quota testamuro	m s.l.m.	+5,98
Franco di sicurezza	m	1,12

Tabella 46: Stramazzi ingresso canali dissabbiatura

#### 4.1.15 GRIGLIATURA FINE

##### 4.1.15.1 Griglie a tamburo rotante SN1002A/B/C/D

Sezione: <b>Grigliatura fine</b>		
Tipo di collegamento: <b>Griglie a tamburo rotante</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero griglie	-	4
Perdita di carico singola griglia	m	0,30
Quota pelo libero singolo canale	m s.l.m.	+5,16
Quota pelo libero singolo canale (max)	m s.l.m.	+5,28
Quota testamuro	m	+5,98
Franco di sicurezza	m	0,70


Tabella 47: Griglie fini a tamburo rotante

#### 4.1.16 GRIGLIATURA GROSSOLANA

Sezione: <b>Grigliatura grossolana</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente paratoia uscita canale grigliatura grossol.</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	4
Dimensioni singola luce	mmxmm	1000x3000
Velocità di flusso	m/s	0,13
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,002
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-3,39
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-3,39
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,80 <sup>4</sup>
Franco di sicurezza	m	2,59

Tabella 48: Luce sotto battente paratoia uscita canale grigliatura grossolana

<sup>4</sup> Quota testamuro in corrispondenza della sommità delle pareti del manufatto del sollevamento iniziale.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	41	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.16.1 Griglie grossolane a barre verticali SN1001A/B/C/D

Sezione: <b>Grigliatura grossolana</b>		
Tipo di collegamento: <b>Griglie grossolane a barre verticali</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero griglie	-	4
Perdita di carico singola griglia	m	0,40
Quota pelo libero singolo canale	m s.l.m.	-2,99
Quota testamuro	m	+0,80
Franco di sicurezza	m	2,19

Tabella 49: Griglie grossolane a bare verticali


#### 4.1.17 POZZETTO INGRESSO PRETRATTAMENTI

Sezione: <b>Manufatto d'ingresso</b>		
Tipo di collegamento: <b>Luce sotto battente paratoia entrata canale grigliatura grossolana</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata totale	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero luci	-	4
Dimensioni singola luce	mmxmm	1000x3000
Velocità di flusso	m/s	0,13
Perdita di carico attraverso la luce	m	0,002
Quota del pelo libero a valle della luce	m s.l.m.	-2,99
Quota del pelo libero a monte della luce	m s.l.m.	-2,98
Quota testamuro sopra luce	m s.l.m.	+0,80
Franco di sicurezza	m	2,19

Tabella 50: Pozzetto ingresso pretrattamenti

#### 4.1.18 POZZETTO DI COLLETTAMENTO REFLUI IN INGRESSO

Sezione: <b>Collegamento manufatto ingresso – pozzetto collettamento reflui</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.400
Diametro esterno tubazione	mm	1.422,4
Diametro interno tubazione	mm	1.394,0
Velocità di flusso	m/s	1,05
Lunghezza tubazione	m	5,8
Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,003

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	42	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Perdite di carico concentrate	m	0,09
Perdite di carico totali	m	0,09
Quota punto di recapito	m s.l.m.	-2,99
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	-2,90
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,00
Franco di sicurezza	m	2,99

Tabella 51: Pozzetto di collettamento reflui in ingresso


#### 4.1.19 SOLLEVAMENTI MECCANICI

##### 4.1.19.1 Pompe del sollevamento iniziale PM1001A/B/C/D/E

Sezione: <b>Sollevamento iniziale reflui a grigliatura fine</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza massima</i>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.441,8
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	600
Diametro esterno tubazione	mm	609,6
Diametro interno tubazione	mm	601,6
Velocità di flusso	m/s	1,41
Lunghezza tubazione	m	11,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	1,25
Perdite di carico totali	m	1,27
Dislivello geodetico da superare (massimo)	m	11,96
<b>Prevalenza totale richiesta (massima)</b>	m	13,23

Tabella 52: calcoli idraulici sollevamento iniziale – punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza massima

Sezione: <b>Sollevamento iniziale reflui a grigliatura fine</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza minima</i>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.441,8
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	600
Diametro esterno tubazione	mm	609,6
Diametro interno tubazione	mm	601,6
Velocità di flusso	m/s	1,41
Lunghezza tubazione	m	11,50

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	43	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	1,25
Perdite di carico totali	m	1,27
Dislivello geodetico da superare (minimo)	m	10,15
<b>Prevalenza totale richiesta (minima)</b>	<b>m</b>	<b>11,42</b>

*Tabella 53: calcoli idraulici sollevamento iniziale – punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza minima*

La seguente tabella riassume le caratteristiche delle pompe del sollevamento iniziale:

<b>SOLLEVAMENTO INIZIALE</b>		
<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>
Configurazione di sollevamento	-	4+1R
Tag apparecchiatura/e	-	PM1001A/B/C/D/E
Tipologia	-	Centrifuga sommergibile
Portata totale sollevata	m <sup>3</sup> /h	5.767
Portata unitaria sollevata	m <sup>3</sup> /h	1.442
Prevalenza totale	m	13,2
Potenza unitaria installata	kW	75

*Tabella 54: Caratteristiche tecniche pompe sollevamento iniziale*

#### 4.1.19.1.1 Calcolo del volume della camera di aspirazione e dei livelli

Per il mantenimento in perfetta efficienza dell'impianto nel tempo, si deve fare in modo che il numero degli avviamenti orari non ecceda il massimo consentito dal tipo di pompa.

Il tempo  $T_1$  che una pompa impiega per abbassare il livello da quello massimo a quello minimo in una camera di aspirazione alimentata con una portata di afflusso  $Q$  costante è approssimativamente uguale a:

$$T_1 = V / (Q_m - Q)$$

*Equazione 29*

in cui  $V$  è il volume utile, ovvero il volume compreso tra il livello massimo, al quale è posto il regolatore di avvio, e il livello minimo, al quale è posto il regolatore di arresto, e  $Q_m$  è la portata media erogata dalla pompa.

Il tempo necessario affinché il livello risalga dal minimo al massimo per effetto della portata di afflusso  $Q$  è pari a:

$$T_2 = V / Q$$


*Equazione 30*

Il tempo  $T$  che intercorre tra due avviamenti successivi della pompa è perciò:

$$T = T_1 + T_2 = V / (Q_m - Q) + V / Q = V \cdot Q_m / [Q \cdot (Q_m - Q)]$$

*Equazione 31*

e il numero  $Z$  di avviamenti in 1 h è (per  $T$  espresso in secondi):

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	44	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

$$Z = 3.600/T = 3600 \cdot (Q_m - Q)/(V \cdot Q_m)$$

*Equazione 32*

Dalla Equazione 32 si evince la dipendenza di  $T$  e di  $Z$  dal rapporto  $Q/Q_m$  e dal volume utile  $V$ . Derivando rispetto a  $Q$  l'Equazione 31, si dimostra che il tempo  $T$  è minimo e quindi il numero degli attacchi orari  $Z$  è massimo, quando la portata media  $Q_m$  della pompa è doppia di quella  $Q$  affluente ( $Q/Q_m=0,5$ ), sicché il numero massimo di avviamenti  $Z_{max}$  può essere calcolato come:

$$Z_{max} = 3.600/T_{min} = 900 \cdot Q_m/V$$

*Equazione 33*

$$V = (3.600 \cdot Q_m)/(4 \cdot Z_{max})$$

*Equazione 34*

Nella determinazione del volume della camera di aspirazione è fondamentale la sequenza di lavoro delle pompe: nel caso specifico, al crescere del livello nella vasca, le pompe si avviano in sequenza una dopo l'altra e poi, al diminuire del livello, si arrestano una dopo l'altra in ordine inverso.


Il sollevamento iniziale può lavorare al massimo con n. 4 pompe in marcia contemporaneamente, ciascuna delle quali è in grado di sollevare una portata pari a 1/4 della portata massima di progetto (pari a 5.767 m<sup>3</sup>/h).

La Tabella 55 riporta i risultati della verifica di dimensionamento della camera di aspirazione.

<b>CAMERA DI ASPIRAZIONE SOLLEVAMENTO INIZIALE</b>		
<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>
Numero massimo avviamenti orari	h <sup>-1</sup>	10
Lunghezza camera	m	7,5
Larghezza camera	m	15
Superficie camera	m <sup>2</sup>	112,5
Portata massima singola pompa	m <sup>3</sup> /h	1.442
Tempo di ciclo singola pompa	h	0,025
Volume refluo singola pompa	m <sup>3</sup>	36,1
Dislivello start & stop singola pompa	m	0,32
Altezza utile liquido	m	1,28
Altezza di riserva	m	0,53
Altezza totale camera (massimo livello)	m	1,8
Volume utile liquido	m <sup>3</sup>	144,2
Volume totale liquido (compreso volume di riserva)	m <sup>3</sup>	203,8

*Tabella 55: Verifica del volume della camera di aspirazione*

Considerando che il water minimum level all'interno della camera di aspirazione è alla quota di -5,20 m, si stabiliscono i seguenti livelli che regolano l'attività delle pompe del sollevamento iniziale:

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	45	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

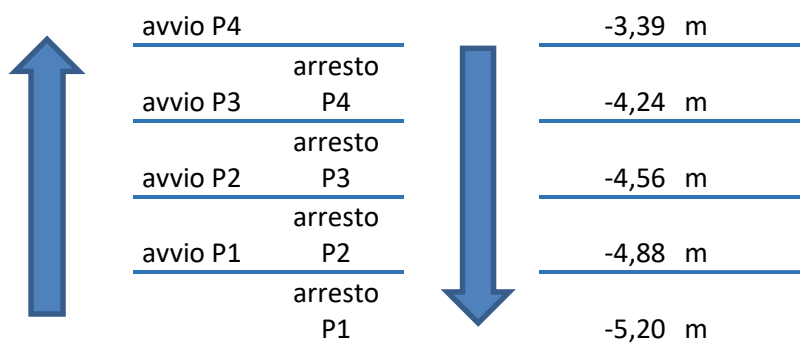



Figura 6: definizione livelli sollevamento iniziale

#### 4.1.19.2 Pompe del sollevamento finale PM4001A/B/C/D/E

Sezione: <b>Sollevamento finale</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza massima</i>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.441,8
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	600
Diametro esterno tubazione	mm	609,6
Diametro interno tubazione	mm	601,6
Velocità di flusso	m/s	1,41
Lunghezza tubazione	m	10,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	1,25
Perdite di carico totali	m	1,27
Dislivello geodetico da superare (massimo)	m	9,21
<b>Prevalenza totale richiesta (massima)</b>	m	<b>10,48</b>

Tabella 56: calcoli idraulici sollevamento finale – punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza massima

Sezione: <b>Sollevamento finale</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza minima</i>		
Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1.441,8
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	600
Diametro esterno tubazione	mm	609,6

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	46	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Diametro interno tubazione	mm	601,6
Velocità di flusso	m/s	1,41
Lunghezza tubazione	m	10,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	1,25
Perdite di carico totali	m	1,27
Dislivello geodetico da superare (minimo)	m	6,59
<b>Prevalenza totale richiesta (minima)</b>	m	<b>7,86</b>

Tabella 57: calcoli idraulici sollevamento finale – punto di lavoro 1: portata massima, prevalenza minima

La seguente tabella riassume le caratteristiche delle pompe del sollevamento finale:

<b>SOLLEVAMENTO FINALE</b>		
<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>
Configurazione di sollevamento	-	4+1R
Tag apparecchiatura/e	-	PM4001A/B/C/D/E
Tipologia	-	Centrifuga sommergibile
Portata totale sollevata	m <sup>3</sup> /h	5.767
Portata unitaria sollevata	m <sup>3</sup> /h	1.442
Prevalenza totale	m	10,5
Potenza unitaria installata	kW	55

Tabella 58: Caratteristiche tecniche pompe sollevamento finale

#### 4.1.19.2.1 Calcolo del volume della camera di aspirazione e dei livelli

Per il mantenimento in perfetta efficienza dell'impianto nel tempo, si deve fare in modo che il numero degli avviamenti orari non ecceda il massimo consentito dal tipo di pompa.

Il tempo  $T_1$  che una pompa impiega per abbassare il livello da quello massimo a quello minimo in una camera di aspirazione alimentata con una portata di afflusso  $Q$  costante è approssimativamente uguale a:

$$T_1 = V / (Q_m - Q)$$

Equazione 35

in cui  $V$  è il volume utile, ovvero il volume compreso tra il livello massimo, al quale è posto il regolatore di avvio, e il livello minimo, al quale è posto il regolatore di arresto, e  $Q_m$  è la portata media erogata dalla pompa.


Il tempo necessario affinché il livello risalga dal minimo al massimo per effetto della portata di afflusso  $Q$  è pari a:

$$T_2 = V / Q$$

Equazione 36

Il tempo  $T$  che intercorre tra due avviamenti successivi della pompa è perciò:

$$T = T_1 + T_2 = V / (Q_m - Q) + V / Q = V \cdot Q_m / [Q \cdot (Q_m - Q)]$$

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	47	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

*Equazione 37*

e il numero  $Z$  di avviamenti in 1 h è (per  $T$  espresso in secondi):

$$Z = 3.600/T = 3600 \cdot (Q_m - Q)/(V \cdot Q_m)$$

*Equazione 38*

Dalla Equazione 38 si evince la dipendenza di  $T$  e di  $Z$  dal rapporto  $Q/Q_m$  e dal volume utile  $V$ . Derivando rispetto a  $Q$  l'Equazione 37, si dimostra che il tempo  $T$  è minimo e quindi il numero degli attacchi orari  $Z$  è massimo, quando la portata media  $Q_m$  della pompa è doppia di quella  $Q$  affluente ( $Q/Q_m=0,5$ ), sicché il numero massimo di avviamenti  $Z_{max}$  può essere calcolato come:

$$Z_{max} = 3.600/T_{min} = 900 \cdot Q_m/V$$

*Equazione 39*

$$V = (3.600 \cdot Q_m)/(4 \cdot Z_{max})$$

*Equazione 40*


Nella determinazione del volume della camera di aspirazione è fondamentale la sequenza di lavoro delle pompe: nel caso specifico, al crescere del livello nella vasca, le pompe si avviano in sequenza una dopo l'altra e poi, al diminuire del livello, si arrestano una dopo l'altra in ordine inverso. Il sollevamento finale può lavorare al massimo con n. 4 pompe in marcia contemporaneamente, ciascuna delle quali è in grado di sollevare una portata pari a 1/4 della portata massima di progetto (5.767 m<sup>3</sup>/h).

La Tabella 59 riporta i risultati della verifica di dimensionamento della camera di aspirazione.

<b>CAMERA DI ASPIRAZIONE SOLLEVAMENTO FINALE</b>		
<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>
Numero massimo avviamenti orari	h <sup>-1</sup>	10
Lunghezza camera	m	6,5
Larghezza camera	m	10,5
Superficie camera	m <sup>2</sup>	68,3
Portata massima singola pompa	m <sup>3</sup> /h	1.442
Tempo di ciclo singola pompa	h	0,025
Volume refluo singola pompa	m <sup>3</sup>	36,1
Dislivello start & stop singola pompa	m	0,53
Altezza utile	m	2,1
Altezza di riserva	m	0,51
Altezza totale camera (massimo livello)	m	2,62
Volume utile	m <sup>3</sup>	144,2
Volume totale (compreso volume di riserva)	m <sup>3</sup>	179,0

*Tabella 59: Verifica del volume della camera di aspirazione*

Considerando che il water minimum level all'interno della camera di aspirazione è alla quota di -5,26 m, si stabiliscono i seguenti livelli che regolano l'attività delle pompe del sollevamento finale:

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	48	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

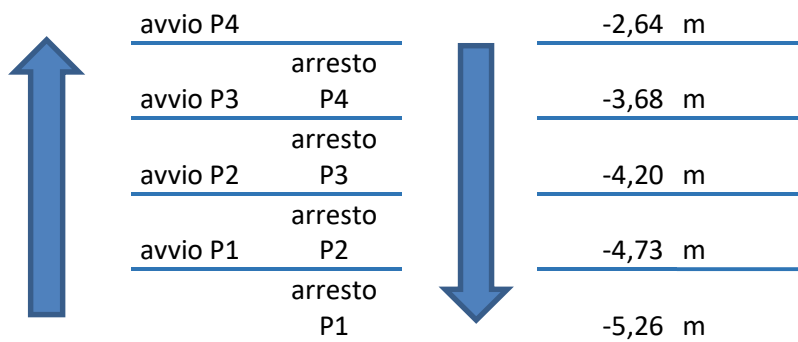



Figura 7: definizione livelli sollevamento finale

#### 4.1.19.3 Pompe di ricircolo dei fanghi della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3301A/B – PM3304A/B – PM3307A/B

<b>Sezione: Ricircolo fanghi da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a comparto biologico di progetto linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
Condotta di mandata singola pompa – tratto in AISI316L		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	250
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	250
Diametro esterno tubazione	mm	273,1
Diametro interno tubazione	mm	267,1
Velocità di flusso	m/s	1,24
Lunghezza tubazione	m	12,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,05
Perdite di carico concentrate	m	0,21
Condotta di mandata singola pompa – tratto in PE		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	250
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	280
Diametro esterno tubazione	mm	280
Diametro interno tubazione	mm	246,8
Velocità di flusso	m/s	1,45
Lunghezza tubazione	m	56,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,37
Perdite di carico concentrate	m	0,17
Condotta di mandata comune – tratto in PE		

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	49	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					


Portata massima	m <sup>3</sup> /h	750
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	560
Diametro esterno tubazione	mm	560
Diametro interno tubazione	mm	493,6
Velocità di flusso	m/s	1,09
Lunghezza tubazione	m	28,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,05
Perdite di carico concentrate	m	0,19
<i>Condotta di mandata comune – tratto in AISI316L</i>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	750
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	600
Diametro esterno tubazione	mm	610
Diametro interno tubazione	mm	598
Velocità di flusso	m/s	0,74
Lunghezza tubazione	m	6,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,004
Perdite di carico concentrate	m	0,06
<i>Intero collegamento</i>		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdite di carico totali	m	1,1
Dislivello geodetico da superare	m	7,4
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>8,4</b>

Tabella 60: calcoli idraulici pompe di ricircolo fanghi da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a comparto biologico di progetto linea 3


#### 4.1.19.4 Pompe di rilancio dei fanghi di supero della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3302 – PM3305 – PM3308

<b>Sezione: Rilancio fanghi da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a preispessimento statico</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in AISI316L</i>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	25 <sup>5</sup>
Classe tubazione	-	61L

<sup>5</sup> Considerando che la produzione di fango di supero della sedimentazione secondaria della linea 3 è pari a 104 m<sup>3</sup>/d, ciascuna pompa di sollevamento del supero funzionerà per 1,5 h/d.

 <small>Società del Gruppo Hera</small>	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	50	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	125
Diametro esterno tubazione	mm	141,3
Diametro interno tubazione	mm	135,3
Velocità di flusso	m/s	0,48
Lunghezza tubazione	m	10,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	0,03
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in PE</i>		
Portata massima	m³/h	25
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	140
Diametro esterno tubazione	mm	140
Diametro interno tubazione	mm	123,4
Velocità di flusso	m/s	0,58
Lunghezza tubazione	m	115,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,33
Perdite di carico concentrate	m	0,02
<i>Condotta di mandata comune – tratto in PE</i>		
Portata massima	m³/h	75
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	225
Diametro esterno tubazione	mm	225
Diametro interno tubazione	mm	198,2
Velocità di flusso	m/s	0,67
Lunghezza tubazione	m	333,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,70
Perdite di carico concentrate	m	0,08
<i>Condotta di mandata verso singolo preispessitore – tratto in PE</i>		
Portata massima	m³/h	37,5
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	160
Diametro esterno tubazione	mm	160
Diametro interno tubazione	mm	141
Velocità di flusso	m/s	0,67
Lunghezza tubazione	m	10,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02


 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	51	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Perdite di carico distribuite	m	0,03
Perdite di carico concentrate	m	0,03
<i>Condotta di mandata verso singolo preispessitore – tratto in AISI316L</i>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	37,5
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,50
Lunghezza tubazione	m	15,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	0,03
<i>Intero collegamento</i>		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdite di carico totali	m	1,3
Dislivello geodetico da superare	m	7,2
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>8,5</b>

*Tabella 61: calcoli idraulici pompe di rilancio fanghi di supero da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a preispessimento statico*


#### 4.1.19.5 Pompe di rilancio schiume della sedimentazione secondaria linea 3 – PM3303/06/09

<b>Sezione: Rilancio schiume da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a comparto biologico di progetto linea 3</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione</b>		
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in AISI316L</i>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	18
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	100
Diametro esterno tubazione	mm	114,3
Diametro interno tubazione	mm	108,3
Velocità di flusso	m/s	0,54
Lunghezza tubazione	m	9,50
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,03
Perdite di carico concentrate	m	0,03
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in PE</i>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	18
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	52	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Diametro nominale tubazione	-	125
Diametro esterno tubazione	mm	125
Diametro interno tubazione	mm	110,2
Velocità di flusso	m/s	0,52
Lunghezza tubazione	m	54,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,15
Perdite di carico concentrate	m	0,02
<i>Condotta di mandata comune – tratto in PE</i>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	54
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	180
Diametro esterno tubazione	mm	180
Diametro interno tubazione	mm	158,6
Velocità di flusso	m/s	0,76
Lunghezza tubazione	m	23,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,08
Perdite di carico concentrate	m	0,09
<i>Condotta di mandata comune – tratto in AISI316L</i>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	54
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,73
Lunghezza tubazione	m	5,00
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,02
Perdite di carico concentrate	m	0,06
<i>Intero collegamento</i>		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdite di carico totali	m	0,47
Dislivello geodetico da superare	m	6,9
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>7,37</b>

Tabella 62: calcoli idraulici pompe di rilancio schiume da sedimentatore secondario di progetto linea 3 a comparto biologico di progetto linea 3

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	53	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1.20 SCARICO DI EMERGENZA

Lo scarico di emergenza che convoglia il refluo verso lo scolo Fagiolo in caso di malfunzionamento del sollevamento iniziale o del sollevamento finale è costituito da una tubazione di nuova realizzazione in acciaio al carbonio (DN1200). Il punto di immissione nel Fagiolo nella configurazione di progetto risulta traslato verso est rispetto alla configurazione attuale. Il funzionamento dello scarico di emergenza avviene a gravità con pendenza pari a 0,0015 m/m. Si considera di seguito lo scenario peggiore in cui si attivano entrambi gli scarichi di emergenza presenti in impianto, quello sul sollevamento iniziale e quello sul sollevamento finale.


##### 4.1.20.1 Collegamento pozzetto valvola clapet – scolo Fagiolo

Sezione: <b>Scolo Fagiolo – Pozzetto valvola clapet</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità parzialmente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,77
Lunghezza tubazione	m	9,00
Coefficiente di scabrezza	m <sup>1/3</sup> /s	90
Pendenza	m/m	0,0015
Riempimento	%	75,7
Altezza liquido nella tubazione	m	0,90
Quota intradosso superiore punto di recapito	m s.l.m.	-1,27
Quota intradosso inferiore punto di recapito	m s.l.m.	-2,49
Quota pelo libero tubazione scarico	m s.l.m.	-1,59
Quota pelo libero pozzetto valvola clapet	m s.l.m.	-1,59

Tabella 63: Collegamento pozzetto valvola clapet – Scolo Fagiolo

##### 4.1.20.1 Collegamento pozzetto valvola clapet – pozzetto paratoia

Sezione: <b>Pozzetto valvola clapet – Pozzetto paratoia</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità completamente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,43
Lunghezza tubazione	m	6,00

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	54	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Scabrezza assoluta	mm	0,15
Perdite di carico distribuite	m	0,007
Perdite di carico concentrate	m	0,06
Perdite di carico totali	m	0,07
Quota punto di recapito	m s.l.m.	-1,59
Quota pelo libero a monte (in pozzetto paratoia)	m s.l.m.	-1,52

*Tabella 64: Collegamento pozzetto paratoia – pozzetto valvola clapet*


#### 4.1.20.2 Collegamento pozzetto paratoia – pozzetto scarichi di emergenza

Sezione: <b>Pozzetto paratoia – Pozzetto scarichi di emergenza</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità parzialmente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,77
Lunghezza tubazione	m	130,6
Coefficiente di scabrezza	m <sup>1/3</sup> /s	90
Pendenza	m/m	0,0015
Riempimento	%	75,7
Altezza liquido nella tubazione	m	0,90
Quota intradosso superiore punto di recapito	m s.l.m.	-1,25
Quota liquido a valle	m s.l.m.	-1,52
Perdite di carico	m	0,20
Quota pelo libero tubazione scarico	m s.l.m.	-1,32
Quota pelo libero pozzetto scarichi di emergenza	m s.l.m.	-1,32
Quota pelo libero in tubazione a monte pozzetto scarichi di emergenza (da sollevamento finale)	m s.l.m.	-1,32

*Tabella 65: Collegamento pozzetto scarichi di emergenza – pozzetto paratoia*

#### 4.1.20.3 Scarico di emergenza sollevamento finale (scaricatore 2)

Sezione: <b>Sollevamento finale</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzo di emergenza sollev. finale verso scolo Fagiolo</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Numero stramazzi	-	1
Larghezza singolo stramazzo	m	6,5
Carico sullo stramazzo	m	0,26
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-1,20

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	55	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	-0,94
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	-1,32
Salto disponibile	m	0,12
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,80
Franco di sicurezza	m	1,74

*Tabella 66: Stramazzo di emergenza sollevamento finale*

In caso di malfunzionamento del sollevamento finale, si attiva lo sfioro di emergenza sullo stramazzo presente nella camera di sollevamento (scaricatore di emergenza 2). Si verifica che in questa circostanza la soglia di sfioro, la cui quota è dettata dalla quota del tubo di immissione nello scolo Fagiolo, viene allagata sommergendo i canali di disinfezione e innalzando il livello nei canali in uscita della filtrazione a tela senza tuttavia provocare allagamento dell'impianto.


#### 4.1.20.4 Collegamento pozzetto scarichi di emergenza – sollevamento iniziale

Sezione: <b>Scarico di emergenza sollevamento iniziale (scaricatore 1) – pozzetto scarichi di emergenza</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione a gravità parzialmente piena – nuova</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2
Classe tubazione	-	17L
Materiale tubazione	-	Acciaio al C
Diametro nominale tubazione	-	1.200
Diametro esterno tubazione	mm	1.219,2
Diametro interno tubazione	mm	1.193,2
Velocità di flusso	m/s	1,77
Lunghezza tubazione	m	124
Coefficiente di scabrezza	m <sup>1/3</sup> /s	90
Pendenza	m/m	0,0015
Riempimento	%	75,7
Altezza liquido nella tubazione	m	0,90
Quota intradosso superiore punto di recapito	m s.l.m.	-0,9
Quota liquido a valle	m s.l.m.	-1,32
Perdite di carico	m	0,20
Quota pelo libero tubazione scarico	m s.l.m.	-1,12
Quota pelo libero pozzetto scarichi di emergenza	m s.l.m.	-1,12

*Tabella 67: calcoli idraulici nuovo tratto collegamento stramazzo di emergenza testa impianto – pozzetto scarichi di emergenza*

#### 4.1.20.5 Scarico di emergenza sollevamento iniziale (scaricatore 1)

Sezione: <b>Sollevamento iniziale</b>		
Tipo di collegamento: <b>Stramazzo di emergenza sollevamento iniziale verso scolo Fagiolo</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5.767,2

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	56	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Numero stramazzi	-	1
Larghezza singolo stramazzo	m	3
Carico sullo stramazzo	m	0,44
Quota dello stramazzo	m s.l.m.	-0,45
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	-0,01
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	-1,12
Salto disponibile	m	+0,67
Quota testamuro	m s.l.m.	+0,80
Franco di sicurezza	m	1,25

Tabella 68: Stramazzo di emergenza sollevamento iniziale


## 4.2 LINEA FANGHI

### 4.2.1 POMPE ALIMENTAZIONE ISPESSENTAMENTO DINAMICO PM5001A/B/C

Le pompe a lobi PM5001A/B/C (in configurazione 2+1R) nello stato di fatto sono deputate all'estrazione del fango dai preispessitori statici e all'invio alla successiva sezione di digestione anaerobica. La tabella seguente mostra che le suddette pompe sono idonee, in configurazione di progetto, ad alimentare la nuova sezione di ispessimento dinamico. Restano ovviamente idonee anche in caso di bypass della nuova sezione di ispessimento dinamico e invio diretto del fango dal preispessimento statico alla digestione anaerobica.

<b>Sezione: Alimentazione ispessimento dinamico</b>		
<b>Tipo di collegamento: Tubazione in pressione – aspirazione</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	31,4 <sup>6</sup>
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,42
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,04
Perdite di carico concentrate	m	0,08
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,7
Perdite di carico totali	m	0,2
Pressione di aspirazione	bar	1,2
NPSH disponibile	m	12
NPSH richiesto	m	2
<b>Tipo di collegamento: Tubazione in pressione – mandata</b>		
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	31,4

<sup>6</sup> Portata ottenuta considerando che la sezione di ispessimento dinamico sarà in funzione 8 h/d per 5 giorni alla settimana.

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	57	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					


Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,42
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,007
Perdite di carico concentrate	m	0,03
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,7
Perdite di carico totali	m	0,07
Pressione di mandata	bar	1,8
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>0,88</b>

*Tabella 69: calcoli idraulici pompe di alimentazione ispessitori dinamici*

#### 4.2.2 POMPE INVIO FANGO A DIGESTIONE ANAEROBICA PM5003A/B

La seguente tabella riporta la caratterizzazione delle pompe di estrazione del fango dagli ispessitori dinamici per invio alla sezione di digestione anaerobica.

<b>Sezione: Uscita ispessimento dinamico</b>		
<b>Tipo di collegamento: Scarico diretto da ispessitore dinamico – aspirazione</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m³/h	12,5
Pressione di aspirazione	bar	atm
<b>Tipo di collegamento: Tubazione in pressione – mandata</b>		
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in AISI316L</i>		
Portata massima	m³/h	12,5
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,2
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,0001
Perdite di carico concentrate	m	0,002
<i>Condotta di mandata singola pompa – tratto in PEAD</i>		
Portata massima	m³/h	12,5
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	160
Diametro esterno tubazione	mm	160
Diametro interno tubazione	mm	141
Velocità di flusso	m/s	0,22


 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	58	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,002
Perdite di carico concentrate	m	0,003
<i>Condotta di mandata comune – tratto in PEAD</i>		
Portata massima	m³/h	25
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro nominale tubazione	-	160
Diametro esterno tubazione	mm	160
Diametro interno tubazione	mm	141
Velocità di flusso	m/s	0,44
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,1
Perdite di carico concentrate	m	0,03
<i>Condotta di mandata comune – tratto in AISI316L</i>		
Portata massima	m³/h	25
Classe tubazione	-	93L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	150
Diametro esterno tubazione	mm	168,3
Diametro interno tubazione	mm	162,3
Velocità di flusso	m/s	0,34
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,001
Perdite di carico concentrate	m	0,01
<i>Intero collegamento</i>		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	3,87
Perdite di carico totali	m	0,57
Dislivello geodetico da superare	m	1,0
Pressione di mandata	bar	1,7
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>2,2</b>

Tabella 70: calcoli idraulici pompe di invio fango ispessito a digestione anaerobica

#### 4.2.3 POMPE RICIRCOLO FANGO DIGESTIONE ANAEROBICA PM5005A/B

Sezione: <b>Digestione anaerobica</b>		
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione – aspirazione</b>		
<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Portata massima	m³/h	850
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	400
Diametro esterno tubazione	mm	406,4
Diametro interno tubazione	mm	398,4

 Società del Gruppo Hera	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	59	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Velocità di flusso	m/s	1,89
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,25
Perdite di carico concentrate	m	0,69
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	3,87
Perdite di carico totali	m	3,65
Pressione di aspirazione	bar	0,71
NPSH disponibile	m	7
NPSH richiesto	m	3
Tipo di collegamento: <b>Tubazione in pressione – mandata</b>		
Portata massima	m³/h	850
Classe tubazione	-	61L
Materiale tubazione	-	AISI316L
Diametro nominale tubazione	-	400
Diametro esterno tubazione	mm	406,4
Diametro interno tubazione	mm	398,4
Velocità di flusso	m/s	1,89
Scabrezza assoluta	mm	0,02
Perdite di carico distribuite	m	0,16
Perdite di carico concentrate	m	0,70
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	3,87
Perdite di carico totali	m	3,32
Pressione di mandata	bar	2,1
<b>Prevalenza totale richiesta</b>	<b>m</b>	<b>9,7</b>

*Tabella 71: calcoli idraulici pompe di ricircolo fango digestione anaerobica*

#### 4.2.4 POMPE ALIMENTAZIONE BIODRYER PM5008A/B


Le pompe PM5008A/B, al servizio delle n. 2 centrifughe CEN5001A/B, consentono di inviare il fango disidratato direttamente allo scarico nei cassoni situati nell'area dedicata. In alternativa, quando arriva la chiamata del biodryer, un sistema di valvole automatiche consente di inviare il suddetto fango in direzione della sezione di bioessiccamento.

Il trasferimento di fango disidratato su lunghe distanze è reso complicato dall'elevata viscosità e dalla abrasività del fango stesso che determinano considerevoli perdite di carico nella tubazione. Il sistema individuato per questo servizio è costituito da una pompa a lobi che inizialmente spinge il fango da trasferire all'interno della tubazione. Sul percorso del tubo vengono successivamente effettuate iniezioni di aria compressa per vincere le forze che contrastano il moto, trattandosi di fango al 25% di SST.

Sul fango viene altresì iniettato del polielettrolita che consente di ridurre l'attrito all'interno della tubazione determinando un miglioramento dell'efficienza dell'intero sistema.

La combinazione del pompaggio e dell'iniezione di aria compressa consente di ridurre considerevolmente la pressione all'interno della tubazione.

I materiali e i diametri selezionati per il trasferimento del fango sono i seguenti:

	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	60	60
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

- per i tratti fuori terra, acciaio inox AISI 316L, conforme alle norme UNI EN 10216, DN200;
- per i tratti interrati, tubazioni in polietilene ad alta densità (PE100 – PN10), conforme alle norme UNI EN 12201, diametro esterno 200.