



PIAVE SERVIZI

Le forme dell'acqua

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VAZZOLA CON INTEGRAZIONE DELLA POTENZIALITA' A 7.000 A.E.

PROGETTO DEFINITIVO

03.RI

RELAZIONE DEI CALCOLI IDRAULICI, DELLE FORNITURE
D'ARIA E DEI SISTEMI DI MISCELAZIONE

codice elaborato
VAZ 04 D DE 03.RI

scala
-:-

REV.
00

data
30 Aprile 2020

IL PROGETTISTA
(ing. Raffaele Marciano)

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
(ing. Matteo Sanna)

ATTUAZIONE E
PROGETTAZIONE:
UFFICIO PROGRAMMAZIONE,
PROGETTAZIONE E DDLL

IL DIRETTORE GENERALE
(ing. Carlo Pesce)

COLLABORAZIONE ESTERNA:

I PROGETTISTI
(ing. Enrico Maria Battistoni)

(ing. Lorenzo Burzacca)
(ing. Emanuela Cola)
(ing. Andrea Soricetti)



INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 1 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. DATI A BASE PROGETTO	4
2.1. I dati a base progetto	4
3. GLI INTERVENTI PROPOSTI	6
4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO	9
4.1. Criteri di dimensionamento	10
4.2. Calcoli idraulici: verifica dello stato di progetto.....	11
5. METODOLOGIA PER LA VERIFICA DEL RIPARTITORE DI PORTATA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGGLIA.....	15
6. DIMENSIONAMENTO DELLE FORNITURE D'ARIA	17
6.1. Metodologia per il calcolo dei sistemi di fornitura dell'aria.....	17
6.1.1. Metodologie per il calcolo dell'ossigeno da fornire	17
6.1.2. Metodologie per il calcolo dell'ossigeno da fornire	18
6.1.3. Metodologie per il calcolo dei diffusori porosi	19
6.2. Calcolo delle richieste di ossigeno e di aria per il processo biologico.....	20
6.2.1. Calcolo della richiesta di ossigeno	20
6.2.2. Calcolo delle forniture d'aria	21
6.3. Calcolo delle richieste di ossigeno e di aria per la stabilizzazione aerobica.....	24
7. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA	25
7.1. Criteri di dimensionamento delle tubazioni aria a servizio del processo biologico e della stabilizzazione aerobica.....	25
8. DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI MISCELAZIONE	26

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 Dati a base progetto - Principali flussi idraulici	5
Tabella 3-1 Filiera di processo stato di progetto – Linea Acque e Linea Fanghi	7
Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea acque	12
Tabella 4-2 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea fanghi-schiume-surnatanti	13
Tabella 5-1 Dimensionamento delle lunghezze di soglia – Portate di progetto.....	15
Tabella 5-2 Dimensionamento delle lunghezze di soglia - dimensioni	15

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 2 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Tabella 6-1 Principali dimensioni della vasca biologica	20
Tabella 6-2 Calcolo di ossigeno teorico alla Q_{mn} e alla Q_p	20
Tabella 6-3: Caratteristiche singolo diffusore poroso: SOTE [%] – Sommergenza – Battente – Carico di progetto.....	21
Tabella 6-4: Superficie di membrana perforata	21
Tabella 6-5: Caratteristiche dimensionali della linea biologica a Cicli Alternati	21
Tabella 6-6: Concentrazione OD in relazione alle diverse Temperature.....	22
Tabella 6-7: Calcolo della portata d'aria.....	22
Tabella 6-8: Calcolo dei diffusori porosi e loro distribuzione per singola linea.....	22
Tabella 6-9: Distribuzione dei diffusori porosi in vasca biologica per singola linea	23
Tabella 6-10: Caratteristiche compressori a servizio del Processo a Cicli Alternati	23
Tabella 6-11: Dimensionamento delle forniture d'aria per la stabilizzazione aerobica	24
Tabella 7-1: Dimensionamento piping aria.....	25
Tabella 8-1: Dimensionamento del sistema di miscelazione per il processo biologico – vasca di defosfatazione	26
Tabella 8-2: Dimensionamento del sistema di miscelazione per la stabilizzazione aerobica.....	26

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 3 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di:

- Illustrare i risultati relativi al calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni di collegamento delle unità operative della Linea Acque e della Linea Fanghi, ottenuta come somma delle perdite concentrate e delle perdite distribuite;
- Verificare le lunghezze di soglia del ripartitore di portata sulla base delle portate da laminare e calcolare i rispettivi tiranti sopra soglia;
- Illustrare i risultati relativi al calcolo delle forniture d'aria al processo biologico in termini di ossigeno teorico ed aria pratica;
- Illustrare i criteri di dimensionamento del piping aria a servizio del processo biologico e della stabilizzazione aerobica;
- Illustrare il dimensionamento dei sistemi di miscelazione che verranno installati nel processo biologico e nella vasca di stabilizzazione aerobica.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 4 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

2. DATI A BASE PROGETTO

2.1. I dati a base progetto

Di seguito vengono illustrate le scelte progettuali avanzate dal progettista e la metodologia utilizzata per la definizione dei dati a base progetto dello stato riformato dell'impianto di Vazzola.

La scelta dei dati a base di progetto relativi allo stato di progetto futuro è correlata all'analisi dello stato di fatto, la quale ha permesso di:

- Desumere la potenzialità di fatto in AE su base carbonio [COD] e [Ntot].
- Definire il coefficiente di infiltrazione, relativo allo stato di fatto, grazie alle portate effettivamente misurate dalla stazione Appaltante.

Detto ciò i dati a base progetto vengono ottenuti come segue:

1. **La potenzialità di progetto** viene assunta pari a 7.000 AE dato che tiene in considerazione il rispetto dei limiti previsti dalla normativa e il servizio anche nelle aree di espansione nei prossimi anni;
2. **La portata media nera teorica** è calcolata utilizzando una dotazione idrica per AE allacciato ulteriore di 250 l/AE d;
3. **La portata media nera effettiva** viene calcolata sommando la portata media nera teorica a quella di infiltrazione. Il contributo delle acque parassite deve intendersi come un rumore di fondo da sommare a ciascun regime di carico idraulico influente.
4. **Il coefficiente di infiltrazione** viene assunto nello stato di progetto pari a 1,40, in accordo con la Stazione Appaltante, in maniera tale da tenere in considerazione il contributo delle acque parassite e non sovradimensionare le nuove opere di progetto.
5. **La portata massima influente in impianto** da pretrattare si attesta a 3 volte la media nera teorica in condizioni di secca oltre il rumore di fondo dell'infiltrazione;
6. **La portata massima influente al biologico** si attesta a 2 volte la media nera teorica in condizioni di secca oltre il rumore di fondo dell'infiltrazione;
7. **I carichi di massa influenti** vengono calcolati sulla base dei medesimi fattori di carico unitari desunti dall'analisi dei dati di gestione ed utilizzati per la determinazione dei dati a base progetto dello stato di fatto.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 5 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Alla luce di tutto quanto sopra esposto si riportano nella successiva tabella i dati a base progetto relativi allo stato riformato dell'impianto di depurazione di Vazzola.

Tabella 2-1 Dati a base progetto - Principali flussi idraulici

AE totali	AE	7000		
Dotazione idrica	l/AE d	250		
ALFA coefficiente di sversamento		0,8		
Portata Qmn teorica	m3/d	1400	m3/h	58.3
coeff infiltrazione in rete		1,40		
Portata infiltrazione	m3/d	560	m3/h	23.3
Portata Qmn effettiva globale	m3/d	1960	m3/h	81.7
coeff di punta secca		1,50		
Qps teorica			m3/h	88
Qps effettiva globale			m3/h	111
Coeff max afflusso al biologico		2		
Qmax BIOLOGICO teorica			m3/h	117
Qmax BIOLOGICO effettiva globale			m3/h	140
Coeff max afflusso in rete		3		
Qmax PRETRATTAMENTI teorica			m3/h	175
Qmax PRETRATTAMENTI effettiva globale			m3/h	198

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 6 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

3. GLI INTERVENTI PROPOSTI

Di seguito vengono quindi brevemente riepilogati gli interventi previsti dalla presente progettazione definitiva; per il dettaglio del dimensionamento delle singole operazioni unitarie si faccia riferimento alla *Relazione di processo e di progetto*.

La strategia progettuale adottata prevede:

- ❖ Adeguamento della grigliatura in ingresso impianto e riconversione a grigliatura grossolana;
- ❖ L'installazione di n.4 pompe di sollevamento, ed in particolare n.2 in grado di sollevare 1Qmn e n.1+1 di riserva in grado di sollevare 2Qmn. Una delle pompe in grado di sollevare 1Qmn sarà destinata al sollevamento della portata da by-passare;
- ❖ Adeguamento della grigliatura a valle della stazione di sollevamento e riconversione a grigliatura fine;
- ❖ Realizzazione di un nuove dissabbiatore/disoleatore aerato circolare e scolmatore di portata eccedenti le 2Qmn;
- ❖ Realizzazione di n.2 nuove linee biologiche indipendenti gestite secondo processo avanzato a Cicli Alternati e vasca per la defosfatazione biologica in testa;
- ❖ Ripartizione dei flussi effluenti dalle nuove linee biologiche ai sedimentatori secondari tramite ripartitore;
- ❖ Realizzazione in cemento armato di un nuovo bacino di sedimentazione secondaria circolare, attrezzato con idoneo carroponte;
- ❖ Adeguamento del sedimentatore secondario esistente, tramite opere di ripristino strutturale e sostituzione del carroponte esistente;
- ❖ Realizzazione del pozzo fanghi a servizio del nuovo sedimentatore secondario e pozzo schiume a servizio di entrambi i bacini di sedimentazione; le elettromeccaniche del pozzo sono previste in configurazione di n.1 per la pompa di ricircolo, n.1 pompa per l'estrazione del supero fanghi e n.1 pompa per il sollevamento della schiume;
- ❖ Demolizione del bacino di disinfezione chimica esistente e realizzazione di un nuovo bacino di contatto. Gli interventi di progetto prevedono la demolizione dei letti di essiccamento utilizzati nella precedente configurazione;
- ❖ Adeguamento dell'attuale reattore biologico a stabilizzazione aerobica. Si prevedono tutte le utenze e delle misure necessarie a garantire l'alternanza di cicli di aerazione e di

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 7 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

miscelazione di durata e capacità di ossigenazione variabile nel tempo e delle fasi di sedimentazione;

- ❖ Realizzazione di un nuovo locale destinato alla disidratazione fanghi ed installazione delle nuove utilities relative trattamento fanghi (pressa a vite e relative utilities) all'interno del nuovo locale;
- ❖ Dotare l'impianto degli idonei gradi di libertà per assicurare le operazioni di manutenzione delle linee evitando i fermo-impianto;
- ❖ Realizzazione di un piping adeguato a garantire un'ottimizzazione nella gestione dei flussi di processo tanto della linea acque quanto della linea fanghi;
- ❖ Interventi adeguamento impianto elettrico.

Di seguito la nuova filiera di processo delle operazioni unitarie divise per linea acque e linea fanghi.

Tabella 3-1 Filiera di processo stato di progetto – Linea Acque e Linea Fanghi

	Numero linee presenti nello stato di fatto	Numero linee di nuova Realizzazione stato di progetto	Filiera finale di trattamento prevista nello stato di progetto
LINEA ACQUE			
Sfioratore di monte impianto	1		1 (unità operativa esistente – non oggetto di intervento)
Grigliatura fine automatica	1+ canale by-pass	-	1 (conversione unità operativa a Grigliatura Grossolana)
Sollevamento liquami	1	-	1 (potenziamento unità operativa esistente)
Grigliatura grossolana a pulizia manuale	1+ canale by-pass	-	1 (conversione unità operativa a Grigliatura Fine)
Dissabbiatura e disoleatura aerata	1	1	1 (nuova realizzazione)
Processo biologico	1	2	2 (nuova realizzazione)
Defosfatazione chimica	1	1	1 (nuova realizzazione)
Sedimentazione secondaria	1	2	1 (nuova realizzazione)
Disinfezione chimica (dosaggio non attivo)	1	1	1 (nuova realizzazione con demolizione dell'unità operativa esistente)
LINEA FANGHI			
Pozzo fanghi	1	2	1 (nuova realizzazione)
Pozzo schiume	-	1	1 (nuova realizzazione)
Stabilizzazione Aerobica	-	1	1 (conversione unità operativa esistente)
Ispessimento statico	1	-	1 (unità operativa esistente)
Letti essiccamento	4	-	4 (demolizioni unità operative esistenti)
Disidratazione fanghi	-	1	1 (nuova realizzazione)
LOCALI			
Locale tecnico	1	-	1 (unità operativa esistente)
Locale soffianti e quadri elettrici	-	1	1 (nuova realizzazione)

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 8 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Locale disidratazione	-	1	1 (nuova realizzazione)
-----------------------	---	---	-------------------------

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 9 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	--------------

4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Le tubazioni di collettamento vengono generalmente dimensionate per garantire un moto del refluio in pressione; per questo le perdite di carico vengono calcolate come somma delle perdite distribuite più quelle concentrate.

L'espressione più generale che lega la perdita di carico J per unità di lunghezza L della condotta di un fluido incompressibile in moto permanente è quella di Darcy-Weisbach:

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

Avendo indicato con D diametro della condotta, v la velocità media della corrente, g l'accelerazione di gravità e λ un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds Re :

$$Re = \frac{\rho v D}{\nu}$$

ρ = densità (per l'acqua $\rho = 1$)

ν = viscosità dinamica del fluido.

Per il calcolo di λ si utilizza la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right]$$

D = Diametro della condotta

ε = Scabrezza relativa

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 10 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

La perdita di carico viene quindi calcolata con la formula più generale che lega la perdita di carico J per unità di lunghezza L della condotta di un fluido

$$\Delta H_L = JL$$

J = perdita di carico per unità di lunghezza

L = della condotta di un fluido

4.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento delle tubazioni viene effettuato utilizzando le seguenti metodologie, di seguito distinte per tubazioni a gravità e tubazioni pompate:

Per le tubazioni a **gravità** valgono i seguenti assunti:

- Il diametro della tubazione viene dimensionato considerando la portata massima $[Q_{max}]$ che attraversa la condotta;
- Nella valutazione della Q_{max} su ciascun tratto vengono valutati ulteriormente i fermo impianti dovuti alla manutenzione ordinaria e/o straordinaria delle singole unità operative;
- Le perdite di carico in linea vengono calcolate con la formula di Darcy-Weisbach sopra riportata;
- Le perdite di carico concentrate, dovute a curve a 90° - 45° - raccordi – imbocchi e sbocchi, vengono desunte in relazione all'andamento plano-altimetrico delle singole tubazioni;
- Le perdite di carico globali, ottenute come somma di quelle distribuite e concentrate, vengono confrontate con il dislivello geodetico esistente tra le due unità operative collegate;
- Una volta dimensionato il diametro nominale $[DN]$, viene verificata la velocità in tubazione, la quale deve appartenere al range 0,35 e 1,2 m/s.

Per le tubazioni **pompate** valgono i seguenti assunti:

La valutazione della portata massima $[Q_{max}]$ in ciascuna tubazione tiene conto delle operazioni di manutenzione ordinaria e/o straordinaria delle singole unità operative;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 11 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- Le perdite di carico in linea vengono calcolate con la formula di Darcy-Weisbach sopra riportata;
- Le perdite di carico concentrate, dovute a curve a 90° - 45° - raccordi – imbocchi e sbocchi, vengono desunte in relazione all'andamento piano-altimetrico delle singole tubazioni;
- Le perdite di carico globali vengono sommate al dislivello geodetico da garantire, per verificare/dimensionare la prevalenza della pompa alla portata richiesta.

4.2. Calcoli idraulici: verifica dello stato di progetto

Per la determinazione del profilo idraulico nello stato di progetto, sono stati ipotizzati i seguenti scenari:

- Regime di portata media nera;
- Regime di portata massima.

Di seguito si riporta il riepilogo delle perdite di carico e delle velocità calcolate per ogni tratto di tubazione per ciascuno degli scenari sopra elencati.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 20 D DE 03. RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 12 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea acque

Nome	Materiale	Da	A	DE PEAD PN 16	DN PEAD PN16	DN AISI	L	curve 90°	curve 45°	valvole	"T"	V max	Perdite Carico	L soglia /Canale	Tirante	Quote Profilo Idraulico
				mm	mm	mm	m	n°	n°	n°	n°	m/s	m	m	m	m
		CANALE	Grigliatura Grossolana											0,8	0,15	18,35
ESISTENTE			Grifliatura grossolana		400									0,4	0,15	18,32
A.00	AISI/PEAD	By-Pass														
A.01	AISI	Da pompe PSG.01.01/02.01	Tubazione A.03			200	4	1	0	0	1	1,96	0,47			
A.02	AISI	Da pompe PSG.01.02/02.02	Tubazione A.03			200	4	1	0	0	1	1,96	0,47			
A.03	AISI	Alimentazione GF.01.01				200	6	1	0	1	1	1,96	0,55			
A.04a	AISI	Uscita griglia GF.01.01				200	0,5									
A.04b	AISI	By-pass griglia GF.01.01					1,5									
A.04c	AISI	TP GF.01.01					1,5									
CANALE		Grigliatura fine Manuale	Ingresso Nuova Dissabbatura											1	0,12	25,06
CANALE		Grigliatura fine	Ingresso Nuova Dissabbatura													25,06
CANALE		Uscita dissabbatura	Ripartitore di portata													25,06
SOGLIA			By-pass Q>3Q											1	0,04	25,04
SOGLIA		Ripartitore di portata	Nuovo processo biologico											1,4	0,06	25,06
A.05	AISI/PEAD	Ripartitore di portata	Nuovo processo biologico	225	184		20	2	2	1		1,46	0,49			24,95
SOGLIA		Alimentazione Linea 1												1,2	0,06	24,46
SOGLIA		Alimentazione Linea 2												1,2	0,06	24,46
SOGLIA		Uscita linea 1												4,2	0,02	24,32
SOGLIA		Uscita linea 2												4,2	0,02	24,32
SOGLIA		Ripartitore di portata	Nuovo sed Secondario											1,25	0,06	23,96
SOGLIA		Ripartitore di portata	Sed secondario esistente											0,75	0,06	23,96

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 20 D DE 03. RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 13 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

A.06a	ACC/PEAD	Uscita linee biologiche	Nuovo sed Secondario	225	184		17	1	1	0	0	1,27	0,27			23,68
A.06b	ACC/PEAD	Uscita linee biologiche	Tub esistente alim sed esist	225	184		35	0	2	0	1	1,04	0,29			
ESISTENTE		Tubazione A.06b	Sedimentatore esistente		300		15	1	1	1	0	0,39	0,03			22,51
SOGLIA			Nuovo sed Secondario											37,68	0,004	23,41
SOGLIA			Sed secondario esistente											38	0,004	22,19
A.07a	AISI/PEAD	Nuovo sed Sec	Disinfezione chimica	200	163,6		10	3	1	1	0	1,02	0,19			22,05
ESISTENTE		Sed sec esistente	Tubazione A.07b	315	257,8		13	0	1	0	0	0,34	0,02			21,89
A.07b	PEAD	Sed sec esistente	Disinfezione chimica	315	257,8	250	8	0	0	0	0	0,34	0,01			
SOGLIA			Disinfezione chimica											1,5	0,06	21,86
A.08	PEAD	Disinfezione	Pozzetto di scarico	200	163,6		1	0	0	0	0	1,85	0,28			20,61
SCARICO IN PRESSIONE					300		25	0	0	0	0	0,59	0,05	20,28	20,28	20,33
SCARICO PELO LIBERO					400								0,11	19,85	19,85	19,96

Tabella 4-2 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea fanghi-schiume-surnatanti

Nome	Materiale	Fluido	Da	A	Qmax	Diame esterno PEAD PN 16	Diam interno PEAD PN16	Diam interno AISI	lunghezza	curve 90°	curve 45°	valvole	"T"	Velocità max	Perdite di carico max
					mc/h	mm	mm	mm	m	n°	n°	n°	n°	m/s	m
F.01	ACC	Fanghi	Sedimentatore nuovo	Pozzo fanghi nuovo	45	-	250	250	7,5	0	1	1	0	0,00	0,00
F.02	AISI/PEAD	Fanghi	Pozzo fanghi Nuovo	Linee Biologiche	45	160	130,8	125	53	7	0	1	1	1,02	0,59
F.03	AISI/PEAD	Fanghi	Pozzo fanghi Nuovo	Pozzetto di esclusione/saracinesca	14	110	90	80	15	2	0	2	1	0,77	0,21
F.04	AISI/PEAD	Fanghi	F.03	Stabilizzazione Aerobica	14	110	90	80	31	5	0	1	1	0,77	0,35
F.05	PEAD	Fanghi	Pozzetto di esclusione	Ispessitore	14	110	90	80	19	0	0	0	0	0,77	0,20
esistente					37		90	80	5	1	0	2	1	2,21	1,14
esistente	PEAD	Fanghi	Pozzo fanghi esistente	F.06	37			150	12	1	0	0	0	0,63	0,07

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 20 D DE 03. RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione										Pag. 14 di 26		
-------------------------------	---------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	--	--

F.06	AISI/PEAD	Fanghi	Tubazione fanghi esistente	Linee Biologiche	37	125	102,2	100	36	5	0	0	0	1,41	0,92
F.07	AISI/PEAD	Fanghi	Stabilizzazione aerobica	Ispessitore fanghi	14	110	90	80	45	6	3	2	0	0,77	0,47
F.08	AISI/PEAD	Fanghi	Ispessitore fanghi	Pompe mono	6	110	90	80	25	2	3	1	0	0,33	0,06
F.09	AISI/PEAD	Fanghi	Stabilizzazione aerobica	Pompe mono	6	110	90	80	70	2	7	1	1	0,33	0,14
F.10	AISI	Fanghi	Pompe nomo	Pressa a Vite	6			80	15	4	0	1	1	0,33	0,04
FL.01	AISI	Schiume	Dissabbiatore pista	Pozzetti Flottati				125	6,5	1	0	1			
FL.02	AISI	Schiume	Sedimentatore Sec Esistente	Pozzetto schiume nuovo				125	5,5	2	1	1			
FL.03	AISI	Schiume	Sedimentatore Sec Nuovo	Pozzetto schiume nuovo				125	3,6	2	0	1			
FL.04	AISI/PEAD	Schiume	Pozzetto schiume nuovo	Stabilizzazione aerobica	30	110		80	48,5	7	0	1	1	1,66	2,06
FL.05	AISI/PEAD	Schiume	Pozzetto schiume nuovo	Ispessitore fanghi	30	110		80	21,5	3	1	1	1	1,66	1,10
SUR.01	AISI/PEAD	Surnatanti	Pozzo raccolta acque madri	Linee biologiche	10	63	51,3	50	48,8	9	0	2	1	1,41	2,50

5. METODOLOGIA PER LA VERIFICA DEL RIPARTITORE DI PORTATA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGLIA

La lunghezza della soglia di stramazzo del ripartitori di portata viene dimensionata utilizzando la formula generale della portata su pareti sottili dunque la portata su soglia viene calcolata secondo l'**Equazione 5.1**, mentre l'**Equazione 5.2** permette di calcolare il coefficiente di efflusso in funzione del tirante sopra-soglia e dell'altezza della soglia rispetto al fondo del ripartitore.

Equazione 5.1

$$Q = \mu_0 \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

Equazione 5.2

$$\mu_0 = \frac{2}{3} \cdot \left(0.605 + \frac{1}{(1050 \cdot h) - 3} \right) + \left(0.08 \cdot \frac{h}{p} \right)$$

Dove:

m ³ /h	Portata transitata su soglia
μ ₀	Coefficiente di efflusso delle luci (adimensionale)
m	Lunghezza di soglia
m	Tirante
m/sec ²	Accelerazione di gravità
m	Approfondimento sotto soglia di stramazzo

Di seguito si riportano i calcoli per la verifica della lunghezza di soglia esistente e per il calcolo del tirante alla massima portata di progetto.

Tabella 5-1 Dimensionamento delle lunghezze di soglia – Portate di progetto

<u>Voce</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata massima al processo biologico (2Q _{mn})	m ³ /h	140
Portata massima ai pretrattamenti (3Q _{mn})	m ³ /h	198
Portata massima by passabile a valle dei pretrattamenti (3Q _{mn} -2Q _{mn})	m ³ /h	58

Tabella 5-2 Dimensionamento delle lunghezze di soglia - dimensioni

Linea acque		Q _{max}	Q _{mn}	Lunghezza soglia	Tirante	Quote cementi	Quote Profilo Idraulico
Da	A	mc/h		m	m	m	m
	By-pass Q>3Q	58		1	0,04	25,00	25,04

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 16 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Ripartitore di portata	Nuovo processo biologico	140	82	1,4	0,06	25,00	25,06
Alimentazione Linea 1		111	82	1,2	0,06	24,40	24,46
Alimentazione Linea 2		111	82	1,2	0,06	24,40	24,46
Uscita linea 1		111	82	4,2	0,02	24,30	24,32
Uscita linea 2		111	82	4,2	0,02	24,30	24,32
Ripartitore di portata	Nuovo sedimentatore Secondario	122	90	1,25	0,06	23,90	23,96
Ripartitore di portata	Sedimentatore secondario esistente	100	74	0,75	0,06	23,90	23,96
	Nuovo sedimentatore Secondario	77		37,68	0,004	23,41	23,41
	Sedimentatore secondario esistente	63		38	0,004	22,19	22,19
	Disinfezione chimica	140	82	1,5	0,06	21,80	21,86

6. DIMENSIONAMENTO DELLE FORNITURE D'ARIA

6.1. Metodologia per il calcolo dei sistemi di fornitura dell'aria

Nei seguenti paragrafi viene illustrata la metodologia utilizzata per il dimensionamento dell'ossigeno e dell'aria pratica da fornire al processo biologico, oltre alla metodologia per il dimensionamento dei sistemi di diffusione dell'aria.

6.1.1. Metodologie per il calcolo dell'ossigeno da fornire

La metodologia seguita per il calcolo dell'ossigeno da fornire è la seguente:

1. Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di portata media nera ($O2t$), secondo l'eq.1;
2. Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q_{mn} in fase aerobica ($O2toaer$), secondo l'eq.2;
3. Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di punta secca ($O2tps$) secondo l'eq.3;
4. Calcolo dell'ossigeno teorico in punta secca da fornire in fase aerobica ($O2tps aer$) secondo l'eq. 4

$$O2t = (LBOD * E * 0,5 + K_d * X V TVS/TS + 4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den min}) \quad Eq. 1$$

dove

LBOD	Carico orario in BOD	kg/h
E	Rimozione del BOD	%
K_d	Costante di decadimento endogeno	h^{-1}
$X TVS/TS$	Concentrazione dei solidi sospesi volatili	kg/m^3
V	volume del processo biologico	m^3
$L_{N_{nitrif}}$	Carico di azoto da nitrificare	
	$L_{ntot} - L_{N_{nox}} - (XV/SRT * N\% TS)$	kg/h
$L_{N_{den min}}$	Minimo Carico di azoto denitrificato	kg/h
	$L_{N_{nitrif}} * \text{percentuale di denitrificazione}$	%

$$O2toaer = O2t * 1/f_a \quad Eq. 2$$

dove

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 18 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

f_a frazione aerobica adimensionale

$$O2tps = (LBOD * E * 0,5 * f_p + K_d * X * V * TVS / TS + 4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den\ min} * f_p) \quad Eq. 3$$

dove
 f_p fattore di punta

$$O2tpsaer = O2tps * 1 / f_{aps} \quad Eq. 4$$

dove
 f_{aps} frazione di tempo in fase aerobica in punta secca

6.1.2. Metodologie per il calcolo dell'ossigeno da fornire

Ottenuti i risultati di cui sopra, dai valori di ossigeno in fase aerobica alla portata media ed alla punta secca viene calcolata la quantità di aria da fornire nelle diverse condizioni operative del processo, per effettuare diverse comparazioni i valori vengono calcolati alla temperatura minima ed alla massima di processo per ogni stagionalità. La metodologia per il calcolo dell'aria da fornire è la seguente:

1. Calcolo della portata di aria pratica alla Q_{mn} ed alla minima temperatura (Q_{airmn}) secondo l'eq. 5;
2. Calcolo della portata di aria pratica alla Q_{mn} ed alla max temperatura (Q_{airmax}) secondo l'eq. 6;
3. Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca alla minima temperatura (Q_{airps}) secondo l'eq. 7;
4. Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla max temperatura ($Q_{airpsmax}$) secondo l'eq. 7.

$$Q_{airmn} = O2taer / [SOTE * 0,28 * a] (Cs20 / (b * Cw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 5$$

dove

SOTE	Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersa di progetto	%
a	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	
Cw	Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	mg/l
b	fattore di correzione della conc. di saturazione per salinità e tensione superficiale	

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 19 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Cs20	Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	mg/l
C	Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	mg/l
0,28	Quantità di ossigeno per unità di aria	kgO2/ m ³
T	Temperatura minima	°C

$$Q_{airmnmax} = O_{2taer} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 6$$

Dove T	Temperatura massima	°C
--------	---------------------	----

$$Q_{airps} = O_{2tpsaer} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 7$$

$$Q_{airpsmax} = O_{2tp} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 8$$

Ovviamente la portata di aria da fornire corrisponde a quella maggiore tra quelle calcolate dalle eq. 5-8.

6.1.3. Metodologie per il calcolo dei diffusori porosi

La portata di aria massima da fornire viene normalmente stabilita alla portata influente di acqua reflua in punta secca ed alla massima temperatura di processo. Sulla base di tale portata massima di aria e della portata di aria specifica (Nm³/h per diffusore o Sm³/h per diffusore), si calcola il numero totale di diffusori.

Nello stato di progetto ciascuna linea biologica dovrà disporre di N.3 calate, in cui la distribuzione dei diffusori porosi seguirà un andamento decrescente lungo lo sviluppo longitudinale del reattore; in particolare la prima calata sosterrà il 120% dei diffusori calcolati come un terzo dei totali, la seconda il 100% mentre la terza 80%.

La densità dei diffusori nella zona di interesse viene scelta sulla base delle indicazioni di richiesta di ossigeno che derivano dalla simulazione matematica del processo.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 20 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

6.2. Calcolo delle richieste di ossigeno e di aria per il processo biologico

6.2.1. Calcolo della richiesta di ossigeno

La seguente tabella riporta le principali caratteristiche dimensionali delle due linee biologiche di nuova realizzazione nell'impianto di Vazzola, per le quali si prevede l'applicazione della tecnologia a cicli alternati.

Tabella 6-1 Principali dimensioni della vasca biologica

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
Linee	N.	2
Lunghezza unitaria – Comparto anaerobico	m	5.1
Lunghezza unitaria – Comparto Cicli Alternati	m	20.5
Larghezza unitaria	m	6.1
Altezza totale	m	4.5
Battente	m	4.0
Superficie unitaria – Comparto anaerobico	m ²	31
Superficie unitaria – Comparto Cicli Alternati	m ²	125
Volume totale – Comparto anaerobico	m ³	250
Volume totale – Comparto Cicli Alternati	m ³	1000
Volume totale	m ³	1250
Volumetria specifica totale	l/AE	178
Volumetria specifica – comparto Cicli Alternati	l/AE	143

Tabella 6-2 Calcolo di ossigeno teorico alla Q_{mn} e alla Q_p

Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q_{mn} in fase aerobica	$O_{2t} = (LBOD \cdot E \cdot 0,5 + K_d \cdot X \cdot TVS/TS + 4,57 \cdot L_{nitrif-2,7} \cdot L_{den} \cdot min)$	Kg/h	59.7
Carico orario in BOD5	LBOD5r	Kg/h	21.9
	LBOD	Kg/h	32.2
Rimozione del BOD	E		0.98
Kd	costante di decadimento endogeno	KgO ₂ /KgTVS/h	0.004
X	MLVSS	Kg/m ³	3.4
V		m ³	1000
Carico di azoto da nitrificare	$L_{Ntotin-LN-Noxin} = (XV/SRT \cdot N\%TS)$	Kg/h	2.98
Carico di azoto denitrificato	$L_{Ndenitrificato\ minimo}$	Kg/h	2.1
Percentuale di denitrificazione		%	70.0
Frazione aerobica			0.60
Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q_p in fase aerobica	$O_{2tps} = (LBOD \cdot E \cdot 0,5 \cdot f_p + K_d \cdot X \cdot TVS/TS + (4,57 \cdot L_{nitrif-2,7} \cdot L_{den} \cdot min) \cdot f_p)$	Kg/h	79.5
Fattore di punta	f _p		1.50
Frazione di tempo in fase aerobica in punta secca	f _{aps}		0.60

Di seguito le principali considerazioni:

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 21 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- Viene assunta una concentrazione di biomassa in vasca MLSS di 4.5 Kg/m³, quindi, ammettendo un rapporto TVS/TS di 0.75, la concentrazione degli MLVSS si attesta a 3.4 Kg/m³;
- Il volume di reazione biologica è dato dal volume dell'intera vasca biologica destinata al processo a cicli alternati;
- Viene considerata una frazione di tempo in fase aerobica di 0.50
- La quantità di ossigeno teorico da fornire al sistema si attesta in regime di portata media e di punta secca rispettivamente a 59.7 KgO₂/h e 79.5 KgO₂/h

6.2.2. Calcolo delle forniture d'aria

Per il calcolo delle forniture d'aria sono stati scelti i diffusori porosi con le caratteristiche di seguito riportate.

Tabella 6-3: Caratteristiche singolo diffusore poroso: SOTE [%] – Sommergenza – Battente – Carico di progetto

	SOTE (%)	Sommergenza	Battente	Istallazione diffusore m dal fondo	Carico
	%	m	m		Nm ³ /(h m ²) o Nm ³ /h diffusore
Tipologia A da 15"	23.5	3.70	4.00	0.3	8.5

Tabella 6-4: Superficie di membrana perforata

	Diametro membrana		Superficie membrana	
Tipologia A da 15"	323	mm	0.089	m ²

Tabella 6-5: Caratteristiche dimensionali della linea biologica a Cicli Alternati

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
Numero di linee	n°	2
Lunghezza	m	20.5
Larghezza	m	6.1
Battente	m	4
Superficie	m ²	125
Volume utile per linea	m ³	500
Volume utile globale	m ³	1000
MLSS	kg/m ³	4.50
TVS/TS		0.75
MLVSS	kg/m ³	3.40
SRT (alla T _{min})	d	20

Si adottano inoltre le seguenti concentrazioni di ossigeno disciolto alle diverse temperature:

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 22 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Tabella 6-6: Concentrazione OD in relazione alle diverse Temperature

Concentrazione di saturazione dell'ossigeno disciolto		Temperatura (°C)	OD (mg/l)
salinità (g/l)	0	10	11.33
pressione (mmHg)	760	15	10.15
		20	9.17
		23	8.68
		24	8.53

Si riportano di seguito le forniture di aria nelle diverse ipotesi di lavoro.

Tabella 6-7: Calcolo della portata d'aria

	Nm3/h	Sm3/h
Calcolo della portata di aria pratica alla Q _{mn} ed a 10°C	1900	2039
Calcolo della portata di aria pratica alla Q _{mn} ed alla max temperatura	1934	2076
Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca a 10°C	2530	2715
Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla max temperatura	2575	2764

Tabella 6-8: Calcolo dei diffusori porosi e loro distribuzione per singola linea

Di seguito viene presentata la portata specifica dei diffusori porosi nelle diverse condizioni operative di progetto.

PORTATA D'ARIA PER LINEA ALLA Q _{ps} e T _{max}	Nm3/h diffusore	1288
Portata specifica alla punta secca a max temperatura - progetto	Nm3/h diffusore	8.5
Portata massima diffusore	Nm3/h diffusore	12.0
Rapporto Q progetto/Q massima lavoro	fc	0.7
Numero diffusori	numero	151
Densità di distribuzione dei diffusori	N°/m2	1.24
Membrana perforata singolo diffusore	m2 membrana singolo diffusore	0.0890
Membrana perforata per vasca	m2 membrana per vasca	13.43
Densità massima consigliata	N°/m2	6.5

La distribuzione dei diffusori porosi seguirà un andamento decrescente lungo lo sviluppo longitudinale del reattore; in particolare la prima calata sosterrà il 120% dei diffusori calcolati come un terzo del totale, la seconda calata il 100% mentre la terza l'80%.

La densità dei diffusori nella zona di interesse viene scelta sulla base delle indicazioni di richiesta di ossigeno che derivano dalla simulazione matematica del processo.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 23 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Tabella 6-9: Distribuzione dei diffusori porosi in vasca biologica per singola linea

		Tipo diffusore da 15"		
		%	N.	N/m2
Numero diffusori	I calata	120	61	2.14
Numero diffusori	II calata	100	50	1.78
Numero diffusori	III calata	80	40	1.43
			151	

Le fasi aerobiche del processo a cicli alternati per ciascuna linea biologica verrà garantita da 1 compressore in grado di erogare una portata di 1288 Nm³/h alla pressione differenziale di circa 420 mbar; nella seguente tabella le caratteristiche dimensionali

Tabella 6-10: Caratteristiche compressori a servizio del Processo a Cicli Alternati

Compressori a servizio del processo a cicli alternati		
Numero di compressori attivi per linea	n.	1
Numero di compressori di riserva	n.	1
Numero totale di compressori	n.	2
Portata di ciascun compressore	Nm ³ /h	1288
Pressione differenziale	mbar	420

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Aprile 2020	Elaborato VAZ 04 D DE 03 RI Relazione dei calcoli idraulici, delle forniture di aria e dei sistemi di miscelazione	Pag. 24 di 26
-------------------------------	---------	-------------------	--	---------------

6.3. Calcolo delle richieste di ossigeno e di aria per la stabilizzazione aerobica

Come ampiamente descritto nella “*Relazione generale*”, la fase di stabilizzazione aerobica sarà ricavata all’interno dell’attuale bacino di ossidazione, previa un ripristino della struttura.

La seguente tabella riassume il dimensionamento delle forniture d’aria per la stabilizzazione aerobica.

Tabella 6-11: Dimensionamento delle forniture d’aria per la stabilizzazione aerobica

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
Richiesta di ossigeno specifica	kgO ₂ /kg TVSr	2.50
Carico di TVS eliminati	kgTVS/d	58.8
Ossigeno massimo da fornire	kgO ₂ /d	147
Portata di aria da fornire con diffusori porosi GLOBALE	m ³ /d	5720
	m ³ /h	239
SOTE	%	22.8
alfa (fattore di correzione del trasferimento di osigeno)	a	0.5
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio C _w	mg/l	9.17
beta (fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale)	b	0.95
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C C _{s20}	mg/l	9.17
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	mg/l	2
Temperatura massima di esercizio T	°C	20
Compressori per linea	numero	1
Portata di aria per compressore necessaria	Nm ³ /h	222
	mbar	420
Diffusori a microbolle disco 15"		
Portata massima di lavoro del diffusore	Nm ³ /h diffusore	8.0
Portata di aria	Nm ³ /h	222
Superficie perforata singolo diffusore	m ²	0.089
Superficie di membrana	m ²	2.5
Diffusori in stabilizzazione	n.	28

7. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA

7.1. Criteri di dimensionamento delle tubazioni aria a servizio del processo biologico e della stabilizzazione aerobica

La rete di distribuzione dell'aria viene dimensionata calcolando le perdite di carico globali ottenute come somma delle perdite concentrate e distribuite.

Il contributo delle perdite concentrate derivano dal battente idraulico e dall'utilizzo di raccordi lungo la tubazione quali curve, innesti a T, imbocchi e sbocchi. Le perdite distribuite vengono calcolate assumendo, come dati a base progetto, la portata transitata nel tubo, la lunghezza della tubazione ed ipotizzando di mantenere una velocità costante di 8-15m/sec.

La tubazione aria destinata a fornire aria al processo biologico disporrà di tre calate; per ogni calata viene calcolato il fabbisogno d'aria da garantire al settore di vasca biologica dedicato (prodotto tra il numero di diffusori installati per la portata erogata dal singolo diffusore).

Nella progettazione esecutiva si forniranno le dimensioni rastremate delle tubazioni aria.

Nella seguente tabella è riportato il riepilogo di dimensionamento delle tubazioni a servizio della rete aria per il processo biologico e la stabilizzazione aerobica.

Tabella 7-1: Dimensionamento piping aria

	Temperatura aria	Aria Pratica	Lunghezza tubazione	Diametro	Velocità	Perdite di carico	
	[°C]	[Nm ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[mmH ₂ O]	[mbar]
AIR.01	60	1288	35	200	11.38	76.4	7.51
AIR.02	60	1288	52	200	11.38	90.1	8.82
AIR.03	60	222	42	100	8.135	66.9	6.55

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

1. La configurazione plano-altimetrica del piping aria viene illustrata nella relativa tavola architettonica;
2. Tutte le tubazioni saranno in AISI304 per i tratti fuori terra e rivesti per i tratti interrati;
3. Tutti gli stacchi dal collettore principale alla rete aria interna alle vasche saranno in AISI304.

8. DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI MISCELAZIONE

Si riporta di seguito il riassunto dei calcoli effettuati per il dimensionamento dei sistemi di miscelazione all'interno delle due nuove linee biologiche – vasca defosfatazione e della vasca di stabilizzazione aerobica.

Tabella 8-1: Dimensionamento del sistema di miscelazione per il processo biologico – vasca di defosfatazione

Dati	UdM	Valore
Numero linee	N.	2
Lunghezza singola linea	m	5.1
Larghezza singola linea	m	6.1
Battente	m	4.0
Superficie individuale	m ²	31
Superficie globale	m ²	62
Volume individuale	m ³	125
Volume globale	m ³	250
Nuovi Elettromiscelatori - per ogni linea		
Densità	W/m ³	4
Potenza globale all'asse per linea	kW	0.5
Elettromiscelatori per linea	Num	1
Elettromiscelatori totali	Num	2
Potenza all'asse singolo elettromiscelatore per linea	kW	0.5

Tabella 8-2: Dimensionamento del sistema di miscelazione per la stabilizzazione aerobica

Dati	UdM	Valore
Numero linee	N.	1
Lunghezza	m	13
Larghezza	m	13
Battente	m	4.15
Superficie	m ²	169
Volume globale	m ³	685
Nuovi Elettromiscelatori		
Densità	W/m ³	10
Potenza globale all'asse	kW	6.9
Elettromiscelatori totali	Num	4
Potenza all'asse singolo elettromiscelatore per linea	kW	1.7