



PIAVE SERVIZI S.R.L.

ADEGUAMENTO TECNOLOGICO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLA LOTTIZZAZIONE CONSORZIO SERENA IN COMUNE DI CASALE SUL SILE CON DISMISSIONE DELLA VASCA IMHOFF DI VIA DELL'ARTIGIANATO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

E-R.03

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA FORNITURA ARIA E DEI CALCOLI IDRAULICI

codice elaborato

scala

E-R.03 Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici

- : -

REV.

01

data

ottobre 2017

IL PROGETTISTA
(ing. Raffaele Marciano)

IL RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO
(dott. Giorgio Serra)

ATTUAZIONE E PROGETTAZIONE:
UFFICIO PROGRAMMAZIONE,
PROGETTAZIONE E DDLL

IL DIRETTORE GENERALE
(ing. Carlo Pesce)

COLLABORAZIONE ESTERNA:

DIRETTORE TECNICO
(ing. Enrico Maria Battistoni)

(ing. Federica Manari)

(ing. Lorenzo Burzacca)

(ing. Federico Carnevali)



INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 1 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. DATI A BASE PROGETTO	4
2.1. I dati a base progetto	4
3. GLI INTERVENTI DI PROGETTO	6
4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO	7
4.1. Criteri di dimensionamento	8
4.2. Calcoli idraulici: verifica dello stato di progetto.....	9
4.3. Calcolo delle condotte a pelo libero	11
5. METODOLOGIA PER LA VERIFICA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGLIA	12
5.1. Calcolo tirante su soglia larga	12
5.2. Manufatto di by-pass	13
6. DIMENSIONAMENTO DELLE FORNITURE D'ARIA AL PROCESSO BIOLOGICO	15
6.1. Metodologie per il calcolo dei sistemi di fornitura dell'aria	15
6.1.1. Metodologia per il calcolo dell'ossigeno da fornire.....	15
6.1.2. Metodologia per il calcolo dell'aria da fornire.....	16
6.1.3. Metodologia per il calcolo dei diffusori porosi	17
6.2. Calcolo delle richieste di Ossigeno e di aria per il processo biologico.....	17
6.2.1. Calcolo della richiesta di ossigeno	17
6.3. Calcolo della fornitura d'aria	18
6.3.1. Calcolo della portata d'aria per la linea biologica.....	20
7. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA	22
7.1. Criteri di dimensionamento delle tubazioni aria a servizio del processo biologico....	22
ALLEGATO.....	24

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Dati a base progetto stato di progetto	4
Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – Linea Fanghi	10

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 2 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

Tabella 4-2 Tratti fognatura influente	12
Tabella 5-1 Calcolo del tirante sopra soglia ingresso vasca biologica	13
Tabella 5-2 Verifica tiranti idraulici	14
Tabella 6-1: Caratteristiche della linea biologica	17
Tabella 6-2: Ossigeno teorico:	18
Tabella 6-3: Caratteristiche singolo diffusore poroso: SOTE [%] – Sommergenza – Battente – Carico di progetto.....	19
Tabella 6-4: Superficie di membrana perforata	19
Tabella 6-5: Caratteristiche dimensionali della Linea biologica a Cicli Alternati.....	19
Tabella 6-6: Concentrazione OD in relazione alle diverse Temperature.....	19
Tabella 6-7: Calcolo aria pratica Linea Biologica Nm ³ /h	20
Tabella 6-8: Calcolo dei diffusori porosi e loro distribuzione	21
Tabella 7-1: Dimensionamento nuovo piping aria.....	22

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 3 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

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;
- Illustrare il dimensionamento delle lunghezze di soglia del ripartitore di portata in uscita alla grigliatura fine esistente sulla base delle portate e dei 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.

2. DATI A BASE PROGETTO

2.1. I dati a base progetto

Si riportano nella successiva Tabella i dati a base progetto relativi allo stato di progetto dell'impianto di depurazione di Consorzio Serena, in termini di portate effettive, carichi di massa e concentrazioni influenti.

Tabella 2-1: Dati a base progetto stato di progetto

Voce			Unità di misura	Valore	Unità di misura	Valore
AE totali			AE	340		
Dotazione idrica			l/(AE d)	250		
alfa				0.8		
Coefficiente infiltrazione in rete				1.1		
Portata media nera effettiva (Q_{mn})			m ³ /d	74.8	m ³ /h	4.5
Portata di punta secca effettiva (Q_{ps})					m ³ /h	6.4
Portata massima effettiva al biologico ($Q_{max\ bio}$)			2.0 Q_{mn}		m ³ /h	8.8
Portata massima effettiva ai pretrattamenti ($Q_{max\ pre}$)			3.0 Q_{mn}		m ³ /h	13.0
Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso			
Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	
LCOD	kg/d	35.7	COD	mg/l	477,3	
LNtot	kg/d	4.1	Ntot	mg/l	54.5	
LPtot	kg/d	0.4	Ptot	mg/l	5.5	
LTSS	kg/d	24	TSS	mg/l	318.2	
LBOD5	kg/d	20	BOD5	mg/l	272.7	

Come descritto nella relazione tecnica di progetto valgono le seguenti assunzioni:

- La potenzialità di progetto viene assunta pari a 340 AE. Questo valore rappresenta l'attuale potenzialità dell'impianto maggiorata dell'aliquota derivante dalla dismissione della Imhoff di Via dell'Artigianato e da altri contributi che fanno fronte alle nuove esigenze della rete fognaria;
- Tutti i regimi idraulici in arrivo dalla rete fognaria dovranno transitare nella stazione di sollevamento che è dotata nello stato di fatto di un'uscita di troppo pieno;
- La portata media nera teorica in condizione di secco è calcolata sommando le potenzialità dello stato di fatto e dell'ampliamento, e moltiplicata per una dotazione idrica per abitante di 250 l/AE d ed un coefficiente di sversamento in rete fognaria è pari a 0,8;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 5 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

- La determinazione delle portate orarie non deriva dalla semplice divisione delle portate giornaliere per le 24 ore, ma, a favore di sicurezza, e, visto il carattere industriale degli scarichi, si ritiene opportuno frazionare per le 16 ore lavorative. L'assunzione è cautelativa in quanto sovrastima la portata istantanea con cui vengono progettate e verificate le operazioni unitarie e i reattori;
- La portata media nera effettiva viene calcolata sommando la portata media nera teorica a quella di infiltrazione, la quale è ottenuta utilizzando un coefficiente di infiltrazione pari a 1,10: questo valore è stato concordato con la Stazione Appaltante. Il contributo delle acque parassite deve intendersi come un rumore di fondo da sommare a ciascun regime di carico idraulico influente;
- La portata media nera effettiva, nonché tutti gl'altri flussi effettivi, sono il risultato della somma del flusso teorico (media nera, punta secca, massima ai pretrattamenti, massima al biologico), come sopra esplicitato, con la portata d'infiltrazione;
- La massima portata diretta ai pretrattamenti sarà pari a 3Qmn ossia a 13 m³/h, in accordo con l'art.33 comma 1 "Sfioratori di piena delle reti fognarie miste" delle Norme tecniche del Piano di Tutela delle Acque - Veneto.
- La massima portata diretta al processo biologico sarà pari 8.8 m³/h. Quindi le portate fino a 3Qmn dovranno essere sollevate dalle elettropompe centrifughe della stazione di sollevamento esistente, l'eccedenza le 2Qmn sarà poi essere scolmata mediante manufatto esistente opportunamente adeguato.
- I carichi di massa e le concentrazioni sono state calcolate partendo dai fattori di carico unitari in accordo con la stazione appaltante.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 6 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

3. GLI INTERVENTI DI PROGETTO

Di seguito vengono quindi brevemente riepilogati gli interventi previsti dalla presente progettazione esecutiva; per il dettaglio del dimensionamento delle singole operazioni unitarie si faccia riferimento all'elaborato tecnico *"E-R.03 – Relazione tecnica di progetto"*.

La strategia progettuale adottata prevede:

- ❖ Dismissione della vasca Imhoff di via dell'Artigianato;
- ❖ Intercettazione della fognatura nera con realizzazione di una nuova stazione di sollevamento;
- ❖ Realizzazione di un nuovo tratto di fognatura premente a servizio della nuova stazione di sollevamento;
- ❖ Realizzazione di un pozzo di intercettazione per convogliare la nuova condotta premente alla condotta esiste a gravità che alimenta l'impianto di depurazione
- ❖ Adeguamento stazione di sollevamento interna all'impianto mediante sostituzione delle elettromeccaniche esistenti;
- ❖ Installazione di una paratoia a stramazzo in corrispondenza dell'attuale luce sfiorante a valle della grigliatura;
- ❖ Adeguamento della vasca biologica alla tecnologica a cicli alternati EPOCA mediante installazione di strumentazione di processo e nuova rete di diffusori;
- ❖ Sostituzione del compressore esistente con 2 compressori di proprietà di Piave Servizi in configurazione 1+1, la rete d'aria prevede una calata a servizio del tappeto dei piattelli nella vasca biologica con uno stacco che procede per il comparto di dissabbiatura e disoleatura
- ❖ Implementazione del sistema di ricircolo naturale dei fanghi biologici sedimentati grazie all'installazione di 2 pompe sommergibili;
- ❖ Installazione, a valle della sedimentazione, di un comparto di filtrazione finale a dischi filtranti per consentire un abbattimento dei TSS fino a valori inferiori a 5 mg/l;
- ❖ Realizzazione di un comparto di stoccaggio e dosaggio di reagente defosfatante con 1+1 pompe dosatrici dotate di motovariatore manuale con 2 punti di dosaggio in vasca biologica;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 7 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Le tubazioni di collettamento vengono generalmente dimensionate per garantire un moto del refluo 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 il 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

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

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 8 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

$$\Delta H_L = JL$$

J = perdita di carico per unità di lunghezza

L = lunghezza 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 [Qmax] che attraversa la condotta;
- 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 2,0 m/s.

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

- La valutazione della portata massima [Qmax] in ciascuna tubazione non tiene conto delle operazioni di 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;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 9 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	--------------

- 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 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 valutati tre diversi regimi di portata:

- Regime di portata media nera;
- Regime di portata alla Qmax di pioggia;

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. Si rimanda inoltre all’elaborato grafico “E-P.09 – *Profilo idraulico: Stato di progetto*” dove è riportata la quota del pelo libero più alta ottenuta fra i tre diversi regimi considerati.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 10 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – Linea Fanghi

DA/A	LINEA	Diam. int. AISI	Diam. int. PEAD	Item	Materiale	Portata max			L	V max	ΔH max
		mm	mm			Qmax(m3/h)	Qmn(m3/h)	Qmanut(m3/h).	m	m/s	m
Stazione sollevamento	Acqua		65	A.04	PEAD	10			267	0.83	4.15
Pozzetto intercettazione											
Stazione sollevamento	Acqua	83.1		*	AISI	13	4.5		8	0.72	0.16
Ingresso griglia											
Uscita grigliatura	Acqua	107.9		*	AISI	13	4.5		1.5	0.4	0.02
Pozzo di bypass											
Pozzetto a valle del bypass	Acqua	83.1		*	AISI	8.8	4.5		1.5	0.45	0.03
Ingresso dissabbiatore											
Canaletta sedimentatore	Acqua	150		A.01	AISI	8.8	4.5		5	0.14	0.004
Ingresso filtro											
Uscita filtro	Acqua	150	147.2	A.02	AISI/PEAD	8.8	4.5		12	0,14	0.01
Pozzo uscita											
Troppo pieno filtrazione	Acqua	150	147.2	A.03	AISI/PEAD	8.8	4.5		9	0.14	0.005
Pozzo uscita											
Pozzetto filtrazione	Surnatante		73.6	Sur.01	PEAD	0.22	0.11		16	<0.1	<0.001
Stazione sollevamento											
Pompa ricircolo	Fango	70.3		F.01/02	AISI	4.5	4.5		9	0,32	0,04
Testa biologico											

*Tubazione esistente

In Allegato il dettaglio del calcolo delle perdite di carico per le tubazioni

4.3. Calcolo delle condotte a pelo libero

La verifica ed il dimensionamento delle tubazioni a pelo libero viene effettuato utilizzando dei parametri adimensionali tabulati, come da Figura seguente, i quali permettono di ricavare, nota la portata, i seguenti valori: l'area, il perimetro, il raggio idraulico, la larghezza dello specchio liquido, la profondità del baricentro, il fattore di portata, la velocità e la portata per una tubazione parzialmente piena.

Figura 4-1: Parametri dimensionali ed operativi per condotte parzialmente riempite

Grado di riempi- mento	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Larghezza specchio liquido	Profondi- tà del baricentro	Fattore di portata	Rapporto di velocità	Rapporto di portata
y/D	A/D^2	P/D	R_H/D	b/D	z/D	$\frac{AR^{2/3}}{D^{8/3}}$	v/v_o	Q/Q_o
0,01	0,0013	0,2003	0,0066	0,1990	0,0040	0,0000	0,0890	0,0002
0,02	0,0037	0,2838	0,0132	0,2800	0,0080	0,0002	0,1408	0,0007
0,03	0,0069	0,3482	0,0197	0,3412	0,0120	0,0005	0,1839	0,0016
0,04	0,0105	0,4027	0,0262	0,3919	0,0161	0,0009	0,2221	0,0030
0,05	0,0147	0,4510	0,0326	0,4359	0,0201	0,0013	0,2569	0,0048
0,06	0,0192	0,4949	0,0389	0,4750	0,0241	0,0022	0,2892	0,0071
0,07	0,0242	0,5355	0,0451	0,5103	0,0282	0,0031	0,3194	0,0100

Tale metodologia di calcolo è stata utilizzata per verificare i parametri di funzionamento della tubazione fognaria esistente a gravità di alimentazione dell'impianto di depurazione di Consorzio Serena.

L'approccio di verifica è consistito nel valutare tutti i tratti della fognatura a gravità interessati dalla portata di progetto totale pari a tre volte la portata media nera che risulta, quindi, essere la portata comprensiva dell'aliquota derivante dalla dismissione della vasca Imhoff.

Non disponendo di dati certi circa la pendenza delle tubazioni si è scelto, in accordo con la stazione appaltante, di assumere una pendenza minima pari all' 1 per mille.

Di seguito il riepilogo della verifica effettuata:

Tabella 4-2 Tratti fognatura influente

Pozzetti	Portata	Diametro (mm)	Velocità	τ (Pa)	Grado di riempimento	Lunghezza	Pendenza
	m ³ /h	mm	m/s			m	%
01-02	13	200	0.3	0.4	0.4	50.4	0.10
02-03	13	200	0.3	0.4	0.4	52.4	0.10
03-04	13	250	0.29	0.4	0.28	39.6	0.10
04-05	13	250	0.29	0.4	0.28	9.3	0.10
05-06	13	250	0.29	0.4	0.28	28.9	0.10

Come si evince dalla colonna in evidenza, le tubazioni non sono mai riempite oltre la metà nonostante l'incremento della portata liquida nello stato di progetto.

5. METODOLOGIA PER LA VERIFICA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGLIA

5.1. Calcolo tirante su soglia larga

Le lunghezze delle soglie di stramazzo di uscita della vasca biologica e di ingresso della disinfezione vengono dimensionate utilizzando la formula generale della portata su soglia larga 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

$$Q = 2/3 C_e \sqrt{2g} b h_e^{3/2}$$

Equazione 5.2

$$C_e = 0.602 + 0.083 \cdot h / P$$

Dove:

Q	m ³ /h	Portata transitata su soglia
h _e	m	h+0.0012
b	m	Larghezza della soglia sfiorante
h	m	Tirante
g	m/sec ²	Accelerazione di gravità
P	m	Altezza della parete di stramazzo

Nel caso in cui la lo stramazzo sia rigurgitato, e che quindi il tirante idrico di valle sia superiore all'altezza dello sfioro, si può ricorrere all' **Equazione 5.3**,

Equazione 5.3

$$Q = L \cdot (\mu_1 \cdot h_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu_2 \cdot h_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1})$$

Dove:

Q	m ³ /h	Portata transitata su soglia
h1	m	Differenza di livello tra monte e valle della soglia
h2	m	Battente sullo stramazzo a valle della soglia
μ	m	Coefficiente efflusso (μ1 = μ2 = 0.65)
g	m/sec ²	Accelerazione di gravità
L	m	Lunghezza della soglia di sfioro

Nel progetto non sono previste soglie larghe di nuova realizzazione, l'unica soglia larga è il collegamento tra la sezione di dissabbiatura e la vasca biologica. Questa soglia risulta essere rigurgitata nello stato di fatto e lo rimane nella configurazione di progetto. Di seguito si riportano i risultati ottenuti dal calcolo del tirante di verifica della soglia sfiorante rigurgitata:

Tabella 5-1 Calcolo del tirante sopra soglia ingresso vasca biologica

<u>Voce</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata massima al biologico	m ³ /h	8.8
CALCOLO del TIRANTE SOPRA-SOGLIA		
Lunghezza soglia sfiorante	m	0.3
Tirante sopra soglia alla portata massima	m	0.056
DIMENSIONI per lo STRAMAZZO		
Lunghezza	m	0.3
Altezza da fondo vasca	m	1.15
Spessore parete	m	0.25

5.2. Manufatto di by-pass

L'impianto è munito allo stato di fatto di un manufatto in carpenteria metallica che permette lo scolmo della portata eccedente le 2Q_{mn} da trattare nel processo biologico. Tale manufatto viene mantenuto nello stato di progetto previa verifica dei tiranti soprassoglia nelle condizioni idraulico di progetto.

Tabella 5-2 Verifica tiranti idraulici

<u>Voce</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata media nera effettiva	m3/h	5
Portata di punta secca	m3/h	7
Portata massima al biologico	m3/h	9
Portata massima in ingresso impianto	m3/h	13
Lunghezza stramazzo al biologico	m	0.18
Tirante sopra soglia alla Qmax bio	m	0.035
Lunghezza stramazzo Bypass	m	1.19
Tirante sopra soglia di stramazzo alla Qmax bio	m	0.005

Si ricorda che, a favore di sicurezza e in virtù del carattere industriale della rete afferente, le portate orarie sono calcolate razionando la portata giornaliera di riferimento e le 16 ore lavorative.

Il dislivello attuale tra la soglia di bypass e la soglia di alimentazione del processo biologico è circa 10 cm, valore superiore al tirante massimo atteso sulla soglia di alimentazione al biologico. Pertanto onde evitare sovraccarichi idraulici al processo biologico si prevede l'installazione di una paratoia su stramazzo a scudo ribaltabile per permettere una corretta modulazione dell'altezza della soglia di alimentazione al trattamento.

6. DIMENSIONAMENTO DELLE FORNITURE D'ARIA AL PROCESSO BIOLOGICO

6.1. Metodologie 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. Metodologia 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 (O_{2t}), secondo l'eq.1;
2. Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q_{mn} in fase aerobica (O_{2taer}), secondo l'eq.2;
3. Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di punta secca (O_{2tps}) secondo l'eq.3;
4. Calcolo dell'ossigeno teorico in punta secca da fornire in fase aerobica ($O_{2tpsaer}$) secondo l'eq. 4

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

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_{nitrif}	Carico di azoto da nitrificare	kg/h
$L_{ntot} - L_{N} - No_{xin} - (XV/SRT * N\%TS)$		kg/h
$L_{den min}$	Minimo Carico di azoto denitrificato	kg/h
$L_{nitrif} * \text{percentuale di denitrificazione}$		%

$$O_{2taer} = O_{2t} * 1/f_a \quad Eq. 2$$

dove

f_a	frazione aerobica adimensionale
-------	---------------------------------

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

dove

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 16 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

f_p fattore di punta

$$O_{2tps aer} = O_{2tps} * 1/f_{aps}$$

Eq. 4

dove

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

6.1.2. Metodologia per il calcolo dell'aria 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:

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

$$Q_{airmn} = O_{2taer} / [SOTE * 0,28 * a] (Cs_{20} / (bC_w - C) [1/1,024^{(T-20)}])$$

Eq. 5

dove

SOTE	Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	%
a	Fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	
C_w	Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	mg/l
b	Fattore di correzione della concentrazione di saturazione per salinità e tensione superficiale	
Cs_{20}	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	kgO ₂ /m ³

T Temperatura minima °C

$$Q_{airmnmax} = 0.2 t_{aer} / [SOTE * 0.28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1/1.024^{(T-20)}]) \quad Eq. 6$$

dove

T Temperatura massima °C

$$Q_{airps} = 0.2 t_{psaer} / [SOTE * 0.28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1/1.024^{(T-20)}]) \quad Eq. 7$$

$$Q_{airpsmax} = 0.2 t_p / [SOTE * 0.28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1/1.024^{(T-20)}]) \quad Eq. 8$$

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

6.1.3. Metodologia 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) scelta per la tipologia di diffusore poroso, si calcola il numero totale di diffusori.

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.

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 della nuova vasca biologica:

Tabella 6-1: Caratteristiche della linea biologica

Numero di linee	n°	1
Lunghezza	m	8.0
Larghezza	m	2.25
Battente	m	2.6
Superficie	m ²	18.0
Volume utile totale	m ³	46.8

Nella seguente tabella il riepilogo dei risultati per il calcolo dell'ossigeno teorico:

Tabella 6-2: Ossigeno teorico:

CALCOLO DELL'OSSIGENO TEORICO ALLA PORTATA MEDIA NERA IN FASE AEROBICA			
$O_{2t} = (LBOD \cdot E \cdot 0,5 + K_d \cdot XV \cdot TVS/TS + 4,57 \cdot L_{nitrif} - 2,7 \cdot L_{den \min}) / f_a$		kg/h	2.7
Carico orario in BOD5*	LBOD5r	kg/h	0.7
LBOD=LBOD5/0.68	LBOD	kg/h	1.1
Rimozione del BOD	E		0,98
Kd	Costante di decadimento endogeno	kgO2/KgTVS/h	0.00355
X	MLVSS	kg/m3	2.7
V		m3	47
Carico di azoto da nitrificare	$L_{ntot} - LN - Noxin - (XV/SRT \cdot N\%TS)$	kg/h	0.1
Carico di azoto denitrificato	$L_{denitrificato \min}$	kg/h	0.1
Percentuale di denitrificazione		%	70.0
Frazione aerobica	f_a		0.5
CALCOLO DELL'OSSIGENO TEORICO ALLA PORTATA DI PUNTA SECCA IN FASE AEROBICA			
$O_{2tps} = LBOD \cdot E \cdot 0,5 \cdot f_p + K_d \cdot XV \cdot TVS/TS + 4,57 \cdot L_{nitrif} - 2,7 \cdot L_{den \min} \cdot f_p$		kg/h	3.1
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:

- Viene assunta una concentrazione di biomassa in vasca MLSS di 3.89 Kg/m3, quindi, ammettendo un rapporto TVS/TS di 0.70, la concentrazione degli MLVSS si attesta a 2.7 Kg/m3;
- Il volume di reazione biologica è dato dal volume dell'intera vasca biologica;
- Viene considerata una frazione di tempo in fase aerobica di 0.60
- La quantità di ossigeno teorico da fornire al sistema si attesta in regime di portata media e di punta secca rispettivamente a 2.7 KgO2/h e 3.1 KgO2/h

6.3. Calcolo della fornitura d'aria

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

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 19 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

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

	SOTE (%)	Sommergenza	Battente	Istallazione diffusore	Carico
	%	m	m	m dal fondo	m ³ /(h m ²) o m ³ /h diffusore
Tipologia A	15	2,30	2.6	0,3	3.3
Tipologia B	15	2,30	2.6	0,3	6.0

Tabella 6-4: Superficie di membrana perforata

	Diametro membrana		Superficie membrana	
Tipologia A	268	mm	0.0564	m ²
Tipologia A	303	mm	0.0721	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°	1
Lunghezza	m	8.0
Larghezza	m	2.25
Battente	m	2.6
Superficie	m ²	18
Volume utile per sub-linea	m ³	46.8
MLSS	Kg/m ³	3.89
TVS/TS		0.70
MLVSS (MEDIO)	Kg/m ³	2.7
SRT	d	18-20

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

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

<u>Concentrazione di saturazione dell'ossigeno disciolto</u>		<u>Temperatura (°C)</u>	<u>OD (mg/l)</u>
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.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 20 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

6.3.1. Calcolo della portata d'aria per la linea biologica

Tabella 6-7: Calcolo aria pratica Linea Biologica Nm³/h

Calcolo della portata di aria pratica alla portata media nera Q _{mn} ed alla minima temperatura (12°C)			Tipologia A	Tipologia B
$Q_{airmn} = O_2taer / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs_{20} / (bC_w - C) [1 / 1,024 ^{(T-20)}])$		Nm ³ /h	128	128
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersione di progetto	SOTE	%	15	15
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	a	0.60	0.60
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	C _w	mg/l	10.8	10.8
beta	fattore di correzione della conc di saturazione di OD per salinità e tensione superficiale	b	0.98	0.98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	C _{s20}	mg/l	9.17	9.17
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2.0	2.0
	Temperatura	°C	12	12
Calcolo della portata di aria pratica alla portata media nera Q _{mn} ed alla massima temperatura (20°C)				
$Q_{airmnmax} = O_2taer / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs_{20} / (bC_w - C) [1 / 1,024 ^{(T-20)}])$		Nm ³ /h	123	123
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersione di progetto	SOTE	%	15	15
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	a	0.60	0.60
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	C _w	mg/l	9.56	9.56
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	b	0.98	0.98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	C _{s20}	mg/l	9.17	9.17
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2	2
	Temperatura massima	°C	20	20
Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla minima temperatura (12°C)				
$Q_{airps} = O_2tps aer / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs_{20} / (bC_w - C) [1 / 1,024 ^{(T-20)}])$		Nm ³ /h	142	142
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersione di progetto	SOTE	%	15	15
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	a	0.60	0.60
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	C _w	mg/l	10.8	10.8
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	b	0.98	0.98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C	C _{s20}	mg/l	9.17	9.17
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo C		mg/l	2	2
	Temperatura	°C	12	12

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 21 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla massima temperatura (20°C)				
$Q_{airpsmax} = O_{2tp} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs_{20} / (bCw - C) [1/1,024^{(T-20)}])$		Nm ³ /h	137	137
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersione di progetto	SOTE	%	15	15
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	a	0.60	0.60
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	Cw	mg/l	9.56	9.56
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	b	0.98	0.98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C	Cs20	mg/l	9.17	9.17
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo C		mg/l	2	2
	Temperatura massima	°C	20	20

Di seguito viene presentato il dimensionamento della rete di diffusori porosi nelle condizioni operative di progetto

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

		Tipologia A	Tipologia B
PORTATA D'ARIA alla portata di punta secca e alla temperatura di 12°C		142 Nm ³ /h	142 Nm ³ /h
Portata specifica dei diffusori		3.2 Nm ³ /h diffusore	5.6 Sm ³ /h diffusore
Portata massima diffusore		6.0 Nm ³ /h diffusore	8.0 Sm ³ /h diffusore
Rapporto Q progetto/Q massima lavoro	fc	0.53	0.70
<u>Numero diffusori per sub-linea</u>	<u>Numero</u>	<u>45</u>	<u>27</u>
Densità di distribuzione dei diffusori	N°/m ²	6.5	4.0
Membrana perforata singolo diffusore	m2 membrana singolo diffusore	0.0353	0.0600
Membrana perforata per vasca	m2 membrana per vasca	1.6	1.6
Percentuale sulla superficie della vasca	%	8.7	9.1

In tutte le configurazioni di calcolo, è stata rispettata la portata specifica minima e massima sopportabile da ciascun sistema di fornitura aria.

Per la sezione biologica, anche se è stata calcolata come la serie di 3 CSTR si prevede un'unica calata con tutti i diffusori stimati (N.45 diffusori per tipologia A o N.27 diffusori per tipologia B).

Le fasi aerobiche del processo a cicli alternati della linea biologica 1 verranno garantite mediante 1+1 compressori di proprietà di Piave Servizi, che attualmente non sono operativi, in grado di erogare una portata di 200Nm³/h alla pressione differenziale di circa 300mbar

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 22 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

7. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA

7.1. Criteri di dimensionamento delle tubazioni aria a servizio del processo biologico

L'idea adottata nel progetto prevede di fornire aria alla vasca biologica tramite la fornitura e la posa di tubazioni in AISI 304.

La nuova rete di distribuzione dell'aria dal compressore fino alla vasca biologica, viene dimensionata calcolando le perdite di carico globali ottenute come somma delle perdite concentrate e distribuite.

Il contributo delle perdite concentrate deriva 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 (espressa in m³/h), la lunghezza della tubazione ed ipotizzando di mantenere una velocità costante non superiore a 15 m/sec.

Tabella 7-1: Dimensionamento nuovo piping aria

	Temperatura aria	Aria Pratica	Lunghezza tubazione	Diametro	Velocità	Perdite di carico
In direzione del flusso d'aria	[°C]	[Nm ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[mbar]
Air.01	50	142	8	100	5.02	280.60

Air.01

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE: [mm] 100.0

RUGOSITÀ ASSOLUTA[micron]=250

proprietà aria

ALTITUDINE [m] 6

TEMPERATURA ARIA [°C] 50.0

MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.092

VISCOSITÀ [CST] 17.8275

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 142.0

lunghezza canale [m] 8.0

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 23 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

k(perdite concentrate) 2.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITA RELATIVA = 0.0025

coefficiente di attrito= 0.0293

NUMERO DI REYNOLDS= 28171

VELOCITA [m/s] 5.022

velocita assegnata[m/s] = 10.000

PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H2O= 6.10

PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 59.799

PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 32.252

PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 27.546

Scostamento % fra i valori calcolati e quelli di progetto= -99.1

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

1. La configurazione plano-altimetrica del piping aria viene illustrata nella relativa tavola architettonica "E-A.11 - Impianto di depurazione Consorzio Serena Stato di Progetto: Piante e sezioni";
2. La nuova tubazione sarà in AISI304.
3. Lo stacco dedicato alla sezione di dissabbiatura rimane lo stesso presente allo stato di fatto.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 24 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

ALLEGATO

Dettaglio verifiche idrauliche per le tubazioni di progetto alla portata massima di progetto.

Si sottolinea che nel progetto, le portate orarie derivano da quelle giornaliere rapportate nelle 16 ore lavorative.

LINEA ACQUE – TUBAZIONI NUOVE

A.01

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,003
 PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0040

Q_{mn} 8,8 m³/h
 Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
 1 Q_{mn}
 L 5 m
 Q 8,8 m³/h
 D 0,15 m
 A 0,0177 m²
 V 0,1383 m/s
 e 0,02 mm
 l 0,0425
 Re 1,82E+04
 Re* 1,75
 J 0,000276 m/m
 DH=J*L 0,001 m

Imbocco 1
 Sbocco 1
 Curve 90° 5
 Curve 45° 0
 Valvole 1
 Elementi a T 0
 Altro 1
 Altro 0
 1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,003

Q 8,8 m³/h
 DN 150 mm
 A 0,018 m²

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 25 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

V 0,14 m/s

A.02

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,003
PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0065

Q_{mn} 8,8 m³/h
Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
1 Q_{mn}
L 12 m
Q 8,8 m³/h
D 0,15 m
A 0,0177 m²
V 0,1383 m/s
e 0,02 mm
l 0,0412
Re 1,82E+04
Re* 1,79
J 0,000268 m/m
DH=J*L 0,003 m

Imbocco 1
Sbocco 1
Curve 90° 7
Curve 45° 0
Valvole 1
Elementi a T 1
Altro 1
Altro 0
1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,003

Q 8,8 m³/h
DN 150 mm
A 0,018 m²
V 0,14 m/s

A.03

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,002
PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0048

Q_{mn} 8,8 m³/h

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 26 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox

1 Qmn
L 9 m
Q 8,8 m³/h
D 0,15 m
A 0,0177 m²
V 0,1383 m/s
e 0,02 mm
l 0,0412
Re 1,82E+04
Re* 1,79
J 0,000268 m/m
DH=J*L 0,002 m

Imbocco 1
Sbocco 1
Curve 90° 3
Curve 45° 0
Valvole 0
Elementi a T 1
Altro 1
Altro 0
1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,002

Q 8,8 m³/h
DN 150 mm
A 0,018 m²
V 0,14 m/s

A.04

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,002

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0048

Qmn 8,8 m³/h
Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
1 Qmn
L 9 m
Q 8,8 m³/h
D 0,15 m
A 0,0177 m²
V 0,1383 m/s
e 0,02 mm
l 0,0412

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 27 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Re 1,82E+04
 Re* 1,79
 J 0,000268 m/m
 DH=J*L 0,002 m

Imbocco 1
 Sbocco 1
 Curve 90° 3
 Curve 45° 0
 Valvole 0
 Elementi a T 1
 Altro 1
 Altro 0
 1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,002

Q 8,8 m3/h
 DN 150 mm
 A 0,018 m2
 V 0,14 m/s

LINEA ACQUE – TUBAZIONI ESISTENTI

Mandata sollevamento

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,106
 PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,1631

Qmn 13 m3/h
 Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
 1 Qmn
 L 8 m
 Q 13 m3/h
 D 0,08 m
 A 0,0050 m2
 V 0,7184 m/s
 e 0,02 mm
 l 0,0218
 Re 5,04E+04
 Re* 6,63
 J 0,007168 m/m
 DH=J*L 0,057 m

 Imbocco 1

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 28 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Sbocco 1
 Curve 90° 6
 Curve 45° 0
 Valvole 1
 Elementi a T 3
 Altro 1
 Altro 0
 1
 PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,106

Q 13 m3/h
 DN 80 mm
 A 0,005 m2
 V 0,72 m/s

Alimentazione pozzo bypass

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,017
 PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0205

Q_{mn} 13 m3/h
 Condotta Tubi con incrostazioni e depositi
 1 Q_{mn}
 L 1,5 m
 Q 13 m3/h
 D 0,11 m
 A 0,0090 m2
 V 0,4016 m/s
 e 0,8 mm
 l 0,0344
 Re 3,77E+04
 Re* 186,58
 J 0,002643 m/m
 DH=J*L 0,004 m

Imbocco 1
 Sbocco 1
 Curve 90° 3
 Curve 45° 0
 Valvole 0
 Elementi a T 0
 Altro 1
 Altro 0
 1
 PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,017

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 29 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Q 13 m3/h
DN 107 mm
A 0,009 m2
V 0,40 m/s

Alimentazione dissabbiatura

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,025
PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0338

Qmn 8,8 m3/h
Condotta Tubi con incrostazioni e depositi
1 Qmn
L 1,5 m
Q 8,8 m3/h
D 0,08 m
A 0,0050 m2
V 0,4863 m/s
e 0,8 mm
l 0,0378
Re 3,41E+04
Re* 237,16
J 0,005695 m/m
DH=J*L 0,009 m

Imbocco 1
Sbocco 1
Curve 90° 3
Curve 45° 1
Valvole 0
Elementi a T 0
Altro 1
Altro 0
1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,025

Q 8,8 m3/h
DN 80 mm
A 0,005 m2
V 0,49 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 30 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

LINEA FANGHI

F.01/02

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,019

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0373

Qmn 4,5 m3/h
 Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
 1 Qmn
 L 9 m
 Q 4,5 m3/h
 D 0,07 m
 A 0,0038 m2
 V 0,3248 m/s
 e 0,02 mm
 l 0,0266
 Re 1,99E+04
 Re* 3,31
 J 0,002043 m/m
 DH=J*L 0,018 m

Imbocco 1
 Sbocco 1
 Curve 90° 6
 Curve 45° 0
 Valvole 2
 Elementi a T 1
 Altro 1
 Altro 0
 1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,019

Q 4,5 m3/h
 DN 70 mm
 A 0,004 m2
 V 0,32 m/s

LINEA SURNATANTI

F.01/02

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,00002

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,0007

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 01	Data: Ottobre 2017	Elaborato E-R.03_Relazione di calcolo della fornitura aria e dei calcoli idraulici	Pag. 31 di 31
-------------------------------	---------	--------------------	---	---------------

Q_{mn} 0,22 m³/h
 Condotta Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
 1 Q_{mn}
 L 16 m
 Q 0,22 m³/h
 D 0,08 m
 A 0,0045 m²
 V 0,0135 m/s
 e 0,02 mm
 l 0,3427
 Re 8,98E+02
 Re* 0,49
 J 0,000042 m/m
 DH=J*L 0,001 m

Imbocco 1
 Sbocco 1
 Curve 90° 4
 Curve 45° 0
 Valvole 0
 Elementi a T 0
 Altro 0
 Altro 0
 1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,000

Q 0,22 m³/h
 DN 76 mm
 A 0,005 m²
 V 0,01 m/s