



Regione Marche



Provincia di Pesaro Urbino

AMPLIAMENTO E MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MAROTTA - COMUNE DI MONDOLFO (PU)

PROGETTO ESECUTIVO

elaborato

E-R.05

titolo elaborato

Relazione specialistica dei calcoli idraulici
e aeraulici

scale

— : —

consegna

Luglio 2017

Committente:



Azienda Servizi sul Territorio S.p.A.

via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)

tel: 0721 83391

aset@asetservizi.it

Responsabile del Procedimento - Ing. Marco Romei

I progettisti:



Ingegneria

Ambiente

S.r.l.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.

Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)

tel. 071-9162094 - fax. 071-9189580

e_mail: info@ingegneriaambiente.it

Ing. Enrico Maria BATTISTONI - Direttore Tecnico

Ing. Lorenzo BURZACCA

BATTISTONI EN
2017.12.13 22:08:43



RSA/2048 bits

REV_1: AGGIORNAMENTO NOVEMBRE 2017

La proprietà del presente elaborato e' tutelata a termini di legge. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 1 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DATI A BASE PROGETTO	3
2.1. I dati a base progetto	3
3. GLI INTERVENTI PROPOSTI	5
4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO.....	8
4.1. Criteri di dimensionamento	9
4.2. Calcoli idraulici: verifica dello stato di progetto.....	10
5. METODOLOGIA PER LA VERIFICA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGGLIA	14
5.1. Soglia di alimentazione delle portate eccedenti 2.5Qmn al by-pass impianto.....	14
5.2. Ripartitore di portata alle vasche biologiche.....	15
5.3. Soglia di alimentazione delle portate ai sedimentatori secondari	16
6. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA	18
6.1. Criteri di dimensionamento delle tubazioni aria a servizio del processo biologico....	18
6.2. Criteri di dimensionamento della tubazione aria a servizio della stabilizzazione aerobica	21
7. ALLEGATO	22

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 Dati a base progetto - Principali flussi idraulici	4
Tabella 3-1 Filiera di processo stato di progetto – Linea Acque	6
Tabella 3-2 Filiera di processo stato di progetto – Linea Fanghi.....	7
Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – CONFIGURAZIONE BIOLOGICO IN SERIE	11
Tabella 4-2 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – CONFIGURAZIONE BIOLOGICO IN PARALLELO	12
Tabella 4-3 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Fanghi.....	13
Tabella 5-1 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate eccedenti 2.5Qmn	15
Tabella 5-2 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate al biologico	15
Tabella 5-3 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate da ripartire ai sedimentatori secondari	16
Tabella 6-1: Verifica e dimensionamento piping aria.....	18
Tabella 6-2: Verifica piping aria Air.03.....	21

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 2 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

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 la verifica dello scolmatore di portata per i sovrafflussi idraulici in ingresso impianto;
- Illustrare il dimensionamento delle lunghezze di soglia del ripartitore di portata al processo biologico sulla base delle portate da laminare e calcolare i rispettivi tiranti sopra soglia;
- Illustrare il dimensionamento delle lunghezze di soglia delle vasche biologiche sulla base delle portate da ripartire ai sedimentatori secondari e calcolare i rispettivi tiranti sopra soglia;
- Illustrare i criteri di dimensionamento del piping aria a servizio del processo biologico e della stabilizzazione aerobica;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 3 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

2. DATI A BASE PROGETTO

2.1. I dati a base progetto

Di seguito sono 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 Marotta.

La scelta dei dati a base 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] ed Azoto totale [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 16.500 AE dato che tiene in considerazione sia delle attuale potenzialità autorizzata 10.000 AE più gli ulteriori allacci in pubblica fognatura, in corso di ultimazione o future (6.500 AE).
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 1,6 in maniera tale da tenere in considerazione l'elaborazione dello stato di fatto.
5. **La portata massima influente in impianto** da pretrattare si attesta a 4 volte la media nera teorica in condizioni di secco, oltre il rumore di fondo dell'infiltrazione;
6. **La portata massima influente al biologico**, si attesta a 2,5 volte la media nera teorica in condizioni di secco, 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: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 4 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

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

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

AE totali	AE	16500		
Dotazione idrica	l/AE d	250		
ALFA coefficiente di sversamento		0,8		
Portata Q_{mn} teorica in regime secco	m³/d	3300	m³/h	138
Coeff. infiltrazione in rete		1,6		
Portata Q infiltrazione	m ³ /d	2130	m ³ /h	89
Portata Q_{mn} effettiva globale	m³/d	5430	m³/h	226
Coeff. di punta secca		1,50		
Q _{ps} teorica			m ³ /h	206
Portata di punta Q_{ps} effettiva globale			m³/h	295
Coeff max afflusso al biologico		2,5		
Q _{max} BIOLOGICO teorica			m ³ /h	344
Portata massima al biologico Q_{max} BIOLOGICO effettiva globale			m³/h	433
Coeff max afflusso in rete		4		
Q _{max} PRETRATTAMENTI teorica			m ³ /h	550
Portata massima in ingresso Q_{max} PRETRATTAMENTI effettiva globale			m³/h	639
Portata di ricircolo Q_r	m³/d	5430	m³/h	226

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 5 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

3. GLI INTERVENTI PROPOSTI

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:

- ❖ Modifica della quota di innesco del by-pass impianto, tramite installazione di lamierino in acciaio AISI304 e paratoia a stramazzo regolabile, nel canale a valle della griglia grossolana;
- ❖ L'installazione di n.4 pompe di sollevamento, ed in particolare n.2 da adibire alle condizioni di secco, e n.1+1 di riserva per le condizioni di pioggia;
- ❖ Realizzazione del sistema di esclusione della griglia fine esistente;
- ❖ Realizzazione di un ripartitore delle portate alle vasche biologiche, predisposto con la possibilità di gestire il processo biologico, con due reattori in serie o in parallelo;
- ❖ Adeguamento delle due linee biologiche esistenti secondo la tecnologica avanzata a Cicli Alternati in Reattore Unico [CA], modificando la direzione del flusso in modalità plug flow, così da migliorare l'efficienza del processo, in relazione alle dimensioni e alla struttura interna delle vasche.
- ❖ Ripartizione dei flussi effluenti dalle linee biologiche esistenti ai sedimentatori secondari tramite installazione di soglie in AISI304 all'interno delle vasche biologiche;
- ❖ Realizzazione in cemento armato di un nuovo bacino di sedimentazione secondaria circolare, attrezzato con idoneo carroponte, dotato di pozzo fanghi e pozzo schiume in continuità strutturale con lo stesso;
- ❖ Adeguamento del pozzo fanghi esistente per dotare ogni sedimentatore esistente di un proprio pozzo dedicato al ricircolo e al supero;
- ❖ Realizzazione in cemento armato di un nuovo bacino di disinfezione a valle delle due vasche esistenti;
- ❖ Realizzazione di un vano per l'installazione di una nuova soffiante e relativi quadri elettrici, in continuità con quello di alloggio dei compressori esistenti;

- ❖ Ottimizzazione dell'attuale stabilizzazione aerobica tramite sostituzione del sistema di diffusione dell'aria in vasca, installazione di un elettromiscelatore sommerso, di una sonda redox e di un sistema automatico di controllo del processo;
- ❖ Installazione di un comparto di addensamento dinamico dei fanghi all'interno di un locale esistente per ridurre la quantità dei fanghi prodotti da smaltire;
- ❖ Realizzazione di una stazione di stoccaggio e dosaggio dell'agente defosfatante per aumentare la rimozione del fosforo nelle vasche biologiche;
- ❖ Realizzazione di un piazzale asfaltato per permettere ai mezzi di raggiungere la stazione di stoccaggio dei chemicals esistente, compresa la rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche;
- ❖ Installazione di lamiera grecata sulle coperture di alcuni edifici situati all'interno del depuratore, previa rimozione dell'amianto presente;
- ❖ Realizzazione di un rilevato, utilizzando le terre di scavo, e di una schermatura arborea lungo il confine Nord dell'impianto, per la mitigazione dell'impatto visivo dalla strada provinciale adiacente al depuratore.

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

	<i>O.U.</i>	<i>Numero di linee</i>	<i>Note di progetto</i>
<u>Linea Acque</u>	Grigliatura grossolana	1	Precedente al nuovo scolmatore dei sovrafflussi
	Compattazione grigliato	1	
	Scolmatore per by-pass impianto	1	Qby-pass = l'eccedente la 2,5Q _{mn}
	Sollevamento impianto	1	Adeguamento delle elettromeccaniche
	Grigliatura fine	1	Realizzazione del sistema di by pass per le manutenzioni
	Compattazione grigliato	1	
	Dissabbiatura	1	
	Classificazione sabbie	1	
	Processo biologico a cicli alternati	1-2*	* linee pari a 1 nella configurazione in serie; linee pari a 2 nella configurazione in parallelo;
	Sedimentazione secondaria	3	n.1 sedimentatore nuovo
	Pozzo fanghi	3	n.1 pozzo nuovo e separazione in 2 pozzi fanghi dell'esistente
	Pozzo schiume	3	n.1 pozzo nuovo
	Disinfezione	2	Volumetria ampliata

*doppia configurazione

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 7 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Tabella 3-2 Filiera di processo stato di progetto – Linea Fanghi

<u>Linea Fanghi</u>	Serbatoio di accumulo	1	
	Addensamento dinamico	1	
	Stabilizzazione aerobica	1	Ottimizzazione del processo
	Post-ispessimento	1	
	Serbatoio accumulo	1	
	Disidratazione meccanica	2	

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 8 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

4. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Le tubazioni di collettamento vengono generalmente dimensionate per garantire un moto del reflu 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 incomprimibile 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

$$\Delta H_L = JL$$

J = perdita di carico per unità di lunghezza

L = lunghezza della condotta di un fluido

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 9 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

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;
- Nella valutazione della Qmax 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 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;
- 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.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 10 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

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.

Per il calcolo delle perdite di carico in manutenzione è stata poi effettuata la scelta più cautelativa, ovvero la portata massima utilizzata è stata desunta come valore massimo tra la massima portata di pioggia ($Q_{\max}$ pioggia) e quella ottenuta in manutenzione durante un regime di secco (Q_{ps}).

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, in cui sono indicati:

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 11 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Tabella 4-1 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – CONFIGURAZIONE BIOLOGICO IN SERIE

DA/A	LINEA	Diametro interno AISI	Diametri interno PEAD	Item	Materiale	Portata max		L	Imbocco	Sbocco	Curve 90°	Curve 45°	Valvole	Innesti T	Altro	V max	ΔH max	
		m	m				m3/h	m								m/s	m	
Mandata PSG.01	ACQUE	0.15		-	AISI	0.33	Qmaxbio	150	4	1	1	0	0	2	1	0	2.36	0.83
A.01																		
Stazione sollevamento	ACQUE	0.30		A.01	AISI	1	Qmaxbio	433	30	1	1	8	0	1	3	0	1.70	0.85
Griglia fine						1	Qmn	226										0.89
Griglia fine	ACQUE	0.40		A.02a-b	Fe52	1	Qmaxbio	433	33	1	1	4	0	2	3	0	0.96	0.25
Denitro						1	Qmn	226										0.50
Griglia fine	ACQUE	0.40		A.03	Fe52	1	Qmaxbio	433	30	1	1	4	0	2	3	0	0.96	0.25
Canale ingresso ripartitore						1	Qmn	226										0.50
Ripartitore soglia n°2	ACQUE	0.45	0.441	A.04	AISI/PEAD	1	Qmaxbio+Qr	659	10	1	1	3	0	1	0	0	1.15	0.18
Linea biologica n°1						1	Qmn+Qr	453										0.79
Soglia n°2 Linea biologica n°2	ACQUE	0.30		A.05	AISI	0.27	Qmaxbio+Qr	179	6	1	1	3	0	1	0	0	0.70	0.06
Canale uscita biologico						0.27	Qmn+Qr	123										0.48
Pozzo caricamento sed. II	ACQUE	0.40	0.37	A.06	PVC	0.27	Qmaxbio+Qr	179	16	1	1	2	0	1	0	0	0.45	0.03
Sedimentatore secondario n°1						0.27	Qmn+Qr	123										0.31
Pozzo caricamento sed. II	ACQUE	0.40	0.37	A.07	PVC	0.27	Qmaxbio+Qr	179	25	1	1	2	0	1	0	0	0.45	0.03
Sedimentatore secondario n°2						0.27	Qmn+Qr	123										0.31
Soglia n°3 Linea biologica n°2	ACQUE	0.40	0.396	A.08a-b	AISI/PEAD	0.46	Qmaxbio+Qr	300	80	1	1	6	0	1	1	0	0.66	0.14
Sedimentatore secondario n°3						0.46	Qmn+Qr	206										0.46
Sedimentatore secondario n°3	ACQUE		0.352	A.09	PEAD	0.46	Qmaxbio	197	100	1	1	5	0	1	0	0	0.57	0.12
Canale ingresso disinfezione						0.46	Qmn	103										0.30

ASET S.p.A.

Ampliamento e manutenzione straordinaria dell'impianto di
Depurazione di Marotta – Comune di Mondolfo (PU) – Progettazione esecutiva

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 12 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Canale ingresso biologico	ACQUE	0.30		A.10	AISI	0.30	Qmaxbio+Qr	196	8	1	1	2	0	1	0	0	0.77	0.08
Linea biologica n°2																		
Linea biologica n°1	ACQUE	0.40	0.396	A.11	AISI/PEAD	0.70	Qmaxbio+Qr	463	15	1	1	3	0	1	0	0	1.02	0.15
Linea biologica n°2																		

NB: le righe evidenziate ed in corsivo corrispondono alle tubazioni esistenti

Tabella 4-2 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Acque – CONFIGURAZIONE BIOLOGICO IN PARALLELO

Soglia n°3 Linea biologica n°2	ACQUE	0.40	0.396	A.08a	AISI/PEAD	0.46	(Qmaxbio+Qr)/2	150	30	1	1	4	0	1	1	0	0.33	0.02
Intersezione con A.13						0.46	(Qmn+Qr)/2	103									0.23	0.01
Intersezione con A.13	ACQUE	0.40	0.396	A.08b	AISI/PEAD	0.46	(Qmaxbio+Qr)	300	50	1	1	2	0	0	0	0	0.66	0.09
Sedimentatore secondario n°3						0.46	(Qmn+Qr)	206									0.46	0.05
Soglia n°2 Linea biologica n°1	ACQUE	0.30		A.12	AISI	0.27	(Qmaxbio+Qr)/2	90	6	1	1	3	0	1	0	0	0.35	0.02
Canale uscita biologico						0.27	(Qmn+Qr)/2	62									0.24	0.01
Soglia n°3 Linea biologica n°1	ACQUE	0.35		A.13	AISI/PEAD	0.46	(Qmaxbio+Qr)/2	150	10	1	1	3	0	1	1	0	0.43	0.03
A.08b						0.46	(Qmn+Qr)/2	103									0.30	0.01

Queste le principali osservazioni:

- Le tubazioni sono state dimensionate nell’ottica di garantire il minimo riempimento delle canalette effluenti durante il funzionamento dell’impianto in regime ordinario;
- In regime di manutenzione è stato ammesso un parziale riempimento delle canalette effluenti;
- Le velocità nelle tubazioni risultano sufficienti ad evitare fenomeni di sedimentazione in tubazione.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 13 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Tabella 4-3 Riepilogo tubazioni e perdite di carico Linea Fanghi

DA/A	LINEA	Diametro interno AISI	Diametri interno PEAD	Item	Materiale	Portata max		L	Imbocco	Sbocco	Curve 90°	Curve 45°	Valvole	Innesti T	Altro	V max	ΔH max	ΔH geodetica
		m	m				m3/h	m								m/s	m	m
Sedimentatore secondario n°3	FANGHI	0.30		F.07	AISI	Qr+Qw	139	10	1	1	0	0	1	0	0	0.53	0.03	
Pozzo fanghi n°3																		
Mandata PSG.02	FANGHI	0.15		-	AISI	Qr	103	7	1	1	0	0	2	1	0	1.62	0.44	2.2
F.08a																		
Pozzo fanghi n°3	FANGHI	0.20		F.08a	AISI	Qr	103	25	1	1	6	0	1	1	0	0.91	0.23	ΔH totale
Denitro																		2.86
F.08a	FANGHI	0.20		F.08b	AISI	Qr	103	15	1	1	5	0	1	0	0	0.91	0.17	
Ripartitore al biologico																		
Mandata PSG.03	FANGHI	0.08		-	AISI	Qw	33	7	1	1	0	0	2	1	0	1.82	0.70	4.3 (3.0)
F.09																		
Pozzo fanghi n°3	FANGHI	0.15		F.09	AISI	Qw	33	70	1	1	3	0	0	1	0	0.52	0.16	ΔH totale
F.06																		5.16
F.06	FANGHI	0.10	0.097	F.09a	AISI/PEAD	Qw	33	50	1	1	5	3	1	0	0	1.18	0.88	ΔH totale
Serbatoio accumulo																		(4.74)

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

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

La lunghezza della soglia di stramazzo 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

5.1. Soglia di alimentazione delle portate eccedenti 2.5Q_{mn} al by-pass impianto

Lo stato di progetto prevede la realizzazione di due soglie: la prima dimensionata per inviare al trattamento le portate fino a 2.5 volte la Q_{mn} e la seconda per alimentare il by-pass impianto con le portate eccedenti 2.5 volte la Q_{mn}. Il by-pass convoglierà tali portate all'uscita impianto.

La prima soglia sarà installata nel canale a valle della griglia grossolana, e verrà realizzata da un lamierino in AISI304 di spessore pari a 0.003 m. La seconda soglia sarà effettuata da una paratoia a stramazzo, installata lateralmente al suddetto canale, su una finestra appositamente realizzata.

Si rimanda all'elaborato grafico “E-A.16 – Grigliatura grossolana e sfioratore dei sovrafflussi Stato di Progetto” per il dettaglio degli interventi.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 15 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Di seguito si riportano i calcoli per il dimensionamento della lunghezza di soglia.

Tabella 5-1 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate eccedenti 2.5Qmn

<u>Voce</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata massima alla griglia grossolana (4Qmn)	m ³ /h	639
Portata massima al processo biologico (2.5Qmn)	m ³ /h	433
Portata massima by passabile a valle della griglia grossolana (4Qmn-2.5Qmn)	m ³ /h	206
CALCOLO della LUNGHEZZA di SOGLIA A VALLE DEL MANUFATTO DI BY PASS		
Lunghezza soglia sfiorante	m	1.40
Tirante sopra soglia alla portata massima (433 m ³ /h)	cm	13
Quota soglia sfiorante da fondo canale	m	+0.30
DIMENSIONI per lo STRAMAZZO A VALLE DEL BY-PASS		
Lunghezza	m	1.40
Altezza	m	0.30
Spessore	m	0.003
CALCOLO della LUNGHEZZA di SOGLIA di BY-PASS		
Lunghezza soglia sfiorante	m	0.80
Tirante sopra soglia alla portata massima (206 m ³ /h)	cm	11
Quota soglia sfiorante da fondo canale	m	+0.43

5.2. Ripartitore di portata alle vasche biologiche

Lo stato di progetto prevede la realizzazione di un bacino di ripartizione delle portate alle linee biologiche. Questo manufatto verrà eseguito in modo tale che sia in grado di dividere la portata influente tra le due vasche esistenti: in particolare, una soglia andrà ad alimentare il primo reattore attraverso una tubazione interrata, mentre l'altra soglia convoglierà il liquame all'interno del canale di alimentazione del secondo reattore. Nella normale configurazione prevista, ovvero di vasche in serie, tramite opportune apparecchiature idrauliche (panconi), entrambe le soglie andranno ad alimentare la prima vasca biologica.

La ripartizione delle portate al trattamento è stata eseguita dimensionando le soglie della stessa lunghezza, poiché nel caso di configurazione delle vasche in parallelo la portata influente verrà suddivisa in due identiche aliquote.

Tabella 5-2 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate al biologico

Da	A	Qmn	Qps	Qmax	Tirante sopra-soglia alla Qmax	Tirante sopra-soglia alla Qmn	Lunghezza soglia
		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	cm	cm	m
Ripartitore di portata	Vasca n°1	226	261	329	13	10	1.1
Ripartitore di portata	Vasca n°2	226	261	329	13	10	1.1

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 16 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Si rimanda all'elaborato grafico “E-A.18 – Ripartitore di portata al biologico Stato di Progetto” per il dettaglio degli interventi.

5.3. Soglia di alimentazione delle portate ai sedimentatori secondari

L'effluente di ciascuna vasca biologica sverserà all'interno di una canaletta in acciaio AISI304, suddivisa in tre parti, ognuna delle quali invierà il liquame ripartito al relativo sedimentatore.

La soglia n°1 sarà munita di pancone e direttamente appoggiata sul canale di uscita, collegato al pozzo di caricamento del sedimentatore secondario n°2.

La soglia n°2 convoglierà il liquame al canale di uscita, attraverso una tubazione presidiata da valvola a saracinesca, giungendo al pozzo di caricamento del sedimentatore secondario n°1.

La soglia n°3 manderà, attraverso una tubazione munita di valvola a saracinesca di esclusione, il reflu effluente al sedimentatore secondario n°3 di nuova realizzazione.

Le dotazioni idrauliche (panconi e saracinesche) permetteranno sia di gestire la configurazione del processo biologico (*in serie o in parallelo*), sia di garantire la massima flessibilità operativa in condizioni di manutenzione di uno dei sedimentatori.

Poiché la superficie di sedimentazione di nuova realizzazione ha caratteristiche dimensionali diverse da quelle dei sedimentatori esistenti, sarà necessario dimensionare le tre soglie sfioranti in modo che il reflu venga proporzionalmente convogliato.

Si rimanda all'elaborato grafico “E-A.19 – Vasche biologiche a cicli alternati Stato di Progetto” per il dettaglio degli interventi.

Tabella 5-3 Calcolo della lunghezza di soglia per le portate da ripartire ai sedimentatori secondari

<u>Voce</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata massima ai sedimentatori esistenti ($Q_{max}+Q_r$)	m ³ /h	179
Portata massima al sedimentatore di nuova realizzazione ($Q_{max}+Q_r$)	m ³ /h	300
Portata media ai sedimentatori esistenti ($Q_{mn}+Q_r$)	m ³ /h	123
Portata media al sedimentatore di nuova realizzazione ($Q_{mn}+Q_r$)	m ³ /h	206
CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DI SOGLIA		
Lunghezza soglie per alimentazione sedimentatori esistenti	m	2.8
Lunghezza soglia per alimentazione sedimentatore nuovo	m	4.7
Tirante sopra soglia alla Portata massima ai sedimentatori esistenti	cm	4.0
Tirante sopra soglia alla Portata massima al sedimentatore nuovo	cm	4.0
Tirante sopra soglia alla Portata media nera ai sedimentatori esistenti	cm	3.5
Tirante sopra soglia alla Portata media nera al sedimentatore nuovo	cm	3.5
Quota soglia sfiorante da fondo vasca biologica	m	+4.5

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 17 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

DIMENSIONI CANALETTA		
Lunghezza TOTALE	m	10.3
Lunghezza S1 e S2	m	2.8
Lunghezza S3	m	4.7
Larghezza	m	0.50
Altezza Vasca n°1	m	0.20
Altezza Vasca n°2	m	0.30
Spessore	m	0.003

6. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA

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

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 7-12m/sec.

La tubazione aria in partenza dalla nuova soffiante si innesterà nella tubazione esistente, che poi si divide in due collettori che trasportano aria alle due vasche. Ogni collettore raggiunge entrambe i reattori biologici: la prima vasca sarà munita di due calate esistenti, mentre alla seconda vasca saranno aggiunte due calate, per un totale di quattro; per ogni collettore 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 seguente tabella è riportato il riepilogo di verifica e dimensionamento delle tubazioni a servizio della rete aria nel processo biologico.

Tabella 6-1: Verifica e 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]
<i>Air.01a - esistente</i>	70	3448	18	400	7.794	9.22	0.90
<i>Air.01b – primo collettore</i>	70	1610	25	400	7.968	15.46	1.52
<i>Air.01c – secondo collettore</i>	70	1838	25	400	8.792	20.08	1.97
Air.02 – nuova tubazione	70	3448	15	350	10.180	37.28	3.66

NB: le righe evidenziate ed in corsivo corrispondono alle tubazioni esistenti

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

1. La configurazione plano-altimetrica del piping aria viene illustrata nella relativa tavola architettonica;

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 19 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

2. La nuova tubazione sarà in AISI304;
3. Tutti gli stacchi dal collettore principale alla rete aria interna alle vasche avranno un diametro DN200 e saranno in AISI304, qualora il costruttore lo richieda potranno in fase di cantierizzazione essere adeguate alla flangia di raccordo previa validazione della D.L.

Di seguito il dettaglio del dimensionamento e verifica di ogni singolo tratto di tubazione.

Air.01a

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE:[mm] 400.0

RUGOSITÀ ASSOLUTA[micron]=250

Proprietà aria

ALTITUDINE [M] 0

TEMPERATURA ARIA [C] 70.0

MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.029

VISCOSITÀ [CST] 19.8350

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 3448.0

lunghezza canale [m] 18.0

k(perdite concentrate) 2.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITÀ RELATIVA= .0006

coefficiente di attrito= 0.0198

NUMERO DI REYNOLDS= 157180

VELOCITÀ [m/s] 7.794

velocità assegnata[m/s]= 10.000

PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H₂O= 9.22

PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 90.436

PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 27.916

PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 62.520

Scostamento % fra i valori calcolati e quelli di progetto= -28.3

Air.01b

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE:[mm] 275.0

RUGOSITÀ ASSOLUTA[micron]=250

Proprietà aria

ALTITUDINE [M] 0

TEMPERATURA ARIA [C] 70.0

MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.029

VISCOSITÀ [CST] 19.8350

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 1610.0

lunghezza canale [m] 25.0

k(perdite concentrate) 3.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITÀ RELATIVA= .0009

coefficiente di attrito= 0.0217

NUMERO DI REYNOLDS= 106726

VELOCITÀ [m/s] 7.698

PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H₂O= 15.46

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 20 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 151.681
 PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 60.203
 PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 91.478

Air.01c

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE:[mm] 275.0
 RUGOSITA ASSOLUTA[micron]=250

Proprietà aria

ALTITUDINE [M] 0
 TEMPERATURA ARIA [C] 70.0
 MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.029
 VISCOSITA [CST] 19.8350

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 1838.0
 lunghezza canale [m] 25.0
 k(perdite concentrate) 3.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITA RELATIVA= .0009
 coefficiente di attrito= 0.0215
 NUMERO DI REYNOLDS= 121899
 VELOCITA [m/s] 8.792
 PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H2O= 20.08
 PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 196.937
 PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 77.601
 PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 119.336

Air.02

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE:[mm] 350.0
 RUGOSITA ASSOLUTA[micron]=250

Proprietà aria

ALTITUDINE [M] 0
 TEMPERATURA ARIA [C] 70.0
 MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.029
 VISCOSITA [CST] 19.8350

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 3448.0
 lunghezza canale [m] 15.0
 k(perdite concentrate) 6.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITA RELATIVA= .0007
 coefficiente di attrito= 0.0200
 NUMERO DI REYNOLDS= 179634
 VELOCITA [m/s] 10.180
 velocita assegnata[m/s]= 10.000
 PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H2O= 37.28
 PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 365.707
 PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 45.738
 PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 319.969
 Scostamento % fra i valori calcolati e quelli di progetto= 1.8

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 21 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

6.2. Criteri di dimensionamento della tubazione aria a servizio della stabilizzazione aerobica

Allo stato di progetto si prevede l'utilizzo della soffiante esistente per la distribuzione dell'aria alla vasca di stabilizzazione aerobica, così come il piping rimarrà inalterato rispetto allo stato di fatto. Si prevede di collegare la tubazione aria in arrivo alla vasca con la nuova rete aria attraverso una sola calata.

Nella seguente tabella è riportato il riepilogo della verifica della tubazione a servizio della rete aria nella stabilizzazione aerobica con la nuova portata di progetto.

Tabella 6-2: Verifica piping aria Air.03

	Temperatura aria	Aria Pratica	Lunghezza tubazione	Diametro	Velocità	Perdite di carico	
	[°C]	[Nm ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[mmH ₂ O]	[mbar]
Air.03	70	411	50	250	3.491	8.24	0.81

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

1. La configurazione plano-altimetrica del piping aria viene illustrata nella relativa tavola architettonica;
2. Tutti gli stacchi dal collettore principale alla rete aria interna alla vasca avranno un diametro DN100 e saranno in AISI304.

Di seguito il dettaglio del dimensionamento del tratto di tubazione.

Air.03

DIAMETRO INTERNO O DIAMETRO EQUIVALENTE:[mm] 250.0

RUGOSITA ASSOLUTA[micron]=250

Proprietà aria

ALTITUDINE [M] 0

TEMPERATURA ARIA [C] 70.0

MASSA VOLUMICA [kg/mc] 1.029

VISCOSITA [CST] 19.8350

DATI ASSEGNATI

PORTATA [mc/h] 411.0

lunghezza canale [m] 50.0

k(perdite concentrate) 8.00

DATI CALCOLATI

RUGOSITA RELATIVA= 0.0010

coefficiente di attrito= 0.0245

NUMERO DI REYNOLDS= 44007

VELOCITA [m/s] 3.491

PERDITA DI CARICO TOTALE IN MM H₂O= 8.24

PERDITA DI CARICO TOTALE IN PASCAL= 80.870

PERDITA DI CARICO distribuita IN PASCAL= 30.686

PERDITA DI CARICO concentrata IN PASCAL= 50.184

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 22 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

7. ALLEGATO

Linea Acque

A.13 Qmax
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,025906

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,030631

Qmax	150 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	10 m
Q	150 m ³ /h
D	0,35 m
A	0,096211 m ²
V	0,433075 m/s
e	0,02 mm
l	0,0173
Re	132961,5
Re*	3,577528
J	0,000473 m/m
DH=J*L	0,004725 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,025906

Q	150 m ³ /h
DN	350 mm
A	0,096211 m ²
V	0,433075 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 23 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.13	Qmn		
	PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m		0,012215
	PERDITE DI CARICO TOTALI m		0,014623

Qmn	103 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	10 m
D	103 m3/h
A	0,35 m
V	0,096211 m2
e	0,297378 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0187
Re*	91300,25
J	2,539866
DH=J*L	0,000241 m/m
	0,002408 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,012215

Q	103 m3/h
DN	350 mm
A	0,096211 m2
V	0,297378 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 24 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.13	Qmanutenzione	
	PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,064671
	PERDITE DI CARICO TOTALI m	0,075512

Q manut	237 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	10 m
Q	237 m3/h
D	0,35 m
A	0,096211 m2
V	0,684258 m/s
e	0,02 mm
l	0,0159
Re	210079,2
Re*	5,420327
J	0,001084 m/m
DH=J*L	0,010841 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,064671

Q	237 m3/h
DN	350 mm
A	0,096211 m2
V	0,684258 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 25 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.12 Qmax

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,013644

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,016015

Qmax	90 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	6 m
Q	90 m3/h
D	0,3 m
A	0,070686 m2
V	0,353678 m/s
e	0,02 mm
l	0,0186
Re	93073,07
Re*	3,020715
J	0,000395 m/m
DH=J*L	0,002372 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,013644

Q	90 m3/h
DN	300 mm
A	0,070686 m2
V	0,353678 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 26 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.12 Qmn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,006475

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,007685

Qmn	62 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	6 m
D	62 m3/h
A	0,3 m
V	0,070686 m2
e	0,243645 m/s
l	0,02 mm
Re	0,02
Re*	64117
J	2,163219
DH=J*L	0,000202 m/m
	0,00121 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,006475

Q	62 m3/h
DN	300 mm
A	0,070686 m2
V	0,243645 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 27 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.12 Q manutenzione
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,028466

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,033095

Q manut	130 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Q _{mn}
Q	6 m
D	130 m ³ /h
A	0,3 m
V	0,070686 m ²
e	0,510868 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0174
Re*	134438,9
J	4,208014
DH=J*L	0,000772 m/m
	0,004629 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,028466

Q	130 m ³ /h
DN	300 mm
A	0,070686 m ²
V	0,510868 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 28 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.11	Q _{max}	
	PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,123325
	PERDITE DI CARICO TOTALI m	0,152554

Q _{max}	463 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	15 m
Q	463 m ³ /h
D	0,4 m
A	0,125664 m ²
V	1,023455 m/s
e	0,02 mm
l	0,0146
Re	359106,9
Re*	7,717884
J	0,001949 m/m
DH=J*L	0,02923 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,123325

Q	463 m ³ /h
DN	400 mm
A	0,125664 m ²
V	1,023455 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 31 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.09 Qmn
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,011944

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,036026

Qmn	103 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	100 m
Q	103 m3/h
D	0,35 m
A	0,096211 m2
V	0,297378 m/s
e	0,02 mm
l	0,0187
Re	91300,25
Re*	2,539866
J	0,000241 m/m
DH=J*L	0,024082 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	5
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,011944

Q	103 m3/h
DN	350 mm
A	0,096211 m2
V	0,297378 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 32 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08a-b Q max

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,072173

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,142105

Q max	300 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	80 m
Q	300 m ³ /h
D	0,4 m
A	0,125664 m ²
V	0,663146 m/s
e	0,02 mm
l	0,0156
Re	232682,7
Re*	5,203605
J	0,000874 m/m
DH=J*L	0,069932 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	6
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,072173

Q	300 m ³ /h
DN	400 mm
A	0,125664 m ²
V	0,663146 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 33 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08a-b Qmn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,03403

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,069329

Qmn	206 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	80 m
Q	206 m ³ /h
D	0,4 m
A	0,125664 m ²
V	0,45536 m/s
e	0,02 mm
l	0,0167
Re	159775,4
Re*	3,68518
J	0,000441 m/m
DH=J*L	0,035299 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	6
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,03403

Q	206 m ³ /h
DN	400 mm
A	0,125664 m ²
V	0,45536 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 34 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08a-b Q manutenzione

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,085225

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,166745

Q manut	326 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	80 m
Q	326 m ³ /h
D	0,4 m
A	0,125664 m ²
V	0,720618 m/s
e	0,02 mm
l	0,0154
Re	252848,5
Re*	5,600299
J	0,001019 m/m
DH=J*L	0,08152 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	6
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,085225

Q	326 m ³ /h
DN	400 mm
A	0,125664 m ²
V	0,720618 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 35 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.07

Q max

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,022106

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,033744

Q max

179 m³/h

Condotta

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

1 Q_{mn}

L

25 m

Q

179 m³/h

D

0,375 m

A

0,110447 m²

V

0,450192 m/s

e

0,02 mm

l

0,0169

Re

148089,6

Re*

3,675938

J

0,000466 m/m

DH=J*L

0,011638 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

2

Curve 45°

0

Valvole

1

Elementi a T

0

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO
CONCENTRATE m

0,022106

Q

179 m³/h

DN

375 mm

A

0,110447 m²

V

0,450192 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 36 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.07

Qmn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,010438

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,016389

Qmn

123 m³/h

Condotta

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

1 Qmn

L

25 m

Q

123 m³/h

D

0,375 m

A

0,110447 m²

V

0,30935 m/s

e

0,02 mm

l

0,0183

Re

101759,9

Re*

2,613554

J

0,000238 m/m

DH=J*L

0,005951 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

2

Curve 45°

0

Valvole

1

Elementi a T

0

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO
CONCENTRATE m

0,010438

Q

123 m³/h

DN

375 mm

A

0,110447 m²

V

0,30935 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 37 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.07

Q manutenzione

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,046999

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,070278

Q manut	261 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	25 m
Q	261 m ³ /h
D	0,375 m
A	0,110447 m ²
V	0,656426 m/s
e	0,02 mm
l	0,0159
Re	215929,5
Re*	5,167254
J	0,000931 m/m
DH=J*L	0,02328 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,046999

Q	261 m ³ /h
DN	375 mm
A	0,110447 m ²
V	0,656426 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 38 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.06

Q max

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,022106

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,029555

Q max

179 m³/h

Condotta

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

1 Q_{mn}

L

16 m

Q

179 m³/h

D

0,375 m

A

0,110447 m²

V

0,450192 m/s

e

0,02 mm

l

0,0169

Re

148089,6

Re*

3,675938

J

0,000466 m/m

DH=J*L

0,007449 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

2

Curve 45°

0

Valvole

1

Elementi a T

0

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO

CONCENTRATE m

0,022106

Q

179 m³/h

DN

375 mm

A

0,110447 m²

V

0,450192 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 39 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.06

Qmn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,010438

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,014246

Qmn

123 m³/h

Condotta

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

1 Qmn

L

16 m

Q

123 m³/h

D

0,375 m

A

0,110447 m²

V

0,30935 m/s

e

0,02 mm

l

0,0183

Re

101759,9

Re*

2,613554

J

0,000238 m/m

DH=J*L

0,003808 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

2

Curve 45°

0

Valvole

1

Elementi a T

0

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO
CONCENTRATE m

0,010438

Q

123 m³/h

DN

375 mm

A

0,110447 m²

V

0,30935 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 40 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.06

Q manutenzione

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,046999

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,061898

Qmanut	261 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	16 m
D	261 m ³ /h
A	0,375 m
V	0,110447 m ²
e	0,656426 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0159
Re*	215929,5
J	5,167254
DH=J*L	0,000931 m/m
	0,014899 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,046999

Q	261 m ³ /h
DN	375 mm
A	0,110447 m ²
V	0,656426 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 43 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.05 Q manutenzione
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,114743

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,131257

Q manut	261 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Q _{mn}
Q	6 m
D	261 m ³ /h
A	0,3 m
V	0,070686 m ²
e	1,025665 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0154
Re*	269911,9
J	7,945056
DH=J*L	0,002752 m/m
	0,016514 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,114743

Q	261 m ³ /h
DN	300 mm
A	0,070686 m ²
V	1,025665 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 44 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.04 Q max
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,155973

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,176829

Q max	659 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	10 m
Q	659 m ³ /h
D	0,45 m
A	0,159043 m ²
V	1,150981 m/s
e	0,02 mm
l	0,0139
Re	454334,4
Re*	8,528599
J	0,002086 m/m
DH=J*L	0,020856 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,155973

Q	659 m ³ /h
DN	450 mm
A	0,159043 m ²
V	1,150981 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 46 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.03

Q max

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m

0,185838

PERDITE DI CARICO TOTALI m

0,246422

Q max

433 m³/h

Condotta

Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita,
Acciaio

1 Q_{mn}

L

30 m

Q

433 m³/h

D

0,4 m

A

0,125664 m²

V

0,95714 m/s

e

0,15 mm

l

0,0173

Re

335838,6

Re*

59,12968

J

0,002019 m/m

DH=J*L

0,060584 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

4

Curve 45°

0

Valvole

2

Elementi a T

3

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

m

0,185838

Q

433 m³/h

DN

400 mm

A

0,125664 m²

V

0,95714 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 47 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.03

Qmn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m

0,050626

PERDITE DI CARICO TOTALI m

0,068276

Qmn	226 m3/h
Condotta	Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita, Acciaio
L	1 Qmn
Q	30 m
D	226 m3/h
A	0,4 m
V	0,125664 m2
e	0,49957 m/s
l	0,15 mm
Re	0,0185
Re*	175287,6
J	31,82819
DH=J*L	0,000588 m/m
	0,017649 m
Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	2
Elementi a T	3
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE	
m	0,050626
Q	226 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,49957 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 48 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.02a/b

Q max

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m

0,185838

PERDITE DI CARICO TOTALI m

0,252481

Q max

433 m³/h

Condotta

Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita,
Acciaio

1 Q_{mn}

L

33 m

Q

433 m³/h

D

0,4 m

A

0,125664 m²

V

0,95714 m/s

e

0,15 mm

l

0,0173

Re

335838,6

Re*

59,12968

J

0,002019 m/m

DH=J*L

0,066643 m

Imbocco

1

Sbocco

1

Curve 90°

4

Curve 45°

0

Valvole

2

Elementi a T

3

Altro

0

Altro

0

1

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

m

0,185838

Q

433 m³/h

DN

400 mm

A

0,125664 m²

V

0,95714 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 49 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.02a/b

Q mn

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m

0,050626

PERDITE DI CARICO TOTALI m

0,07004

Qmn	226 m3/h
Condotta	Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita, Acciaio
L	1 Qmn
Q	33 m
D	226 m3/h
A	0,4 m
V	0,125664 m2
e	0,49957 m/s
l	0,15 mm
Re	0,0185
Re*	175287,6
J	31,82819
DH=J*L	0,000588 m/m
	0,019414 m
Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	2
Elementi a T	3
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE	
m	0,050626
Q	226 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,49957 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 51 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.01 Q mn
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,175281

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,238398

Qmn	226 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn 30 m
Q	226 m ³ /h
D	0,3 m
A	0,070686 m ²
V	0,888124 m/s
e	0,02 mm
l	0,0157
Re	233716,8
Re*	6,991136
J	0,002104 m/m
DH=J*L	0,063117 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	8
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	3
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,175281

Q	226 m ³ /h
DN	300 mm
A	0,070686 m ²
V	0,888124 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 52 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Configurazione in parallelo

A.08a	Q max		
	PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m		0,016138
	PERDITE DI CARICO TOTALI m		0,023577

Q max	150 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Q _{mn}
L	30 m
Q	150 m ³ /h
D	0,4 m
A	0,125664 m ²
V	0,331573 m/s
e	0,02 mm
l	0,0177
Re	116341,3
Re*	2,770349
J	0,000248 m/m
DH=J*L	0,007439 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,016138

Q	150 m ³ /h
DN	400 mm
A	0,125664 m ²
V	0,331573 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 53 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08a Qmn
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,007609

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,011394

Qmn	103 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	30 m
D	103 m3/h
A	0,4 m
V	0,125664 m2
e	0,22768 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0191
Re*	79887,72
J	1,970549
DH=J*L	0,000126 m/m
	0,003785 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,007609

Q	103 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,22768 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 54 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08a Q manutenzione
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,040287

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,057388

Q manut	237 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	30 m
D	237 m3/h
A	0,4 m
V	0,125664 m2
e	0,523885 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0163
Re*	183819,3
J	4,175795
DH=J*L	0,00057 m/m
	0,017101 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,040287

Q	237 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,523885 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 56 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08b Qmn
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,023673

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,045735

Qmn	206 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	50 m
D	206 m3/h
A	0,4 m
V	0,125664 m2
e	0,45536 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0167
Re*	159775,4
J	3,68518
DH=J*L	0,000441 m/m
	0,022062 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	0
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,023673

Q	206 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,45536 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 57 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

A.08b Q manutenzione
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,059287

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,110237

Q manut	326 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	50 m
Q	326 m3/h
D	0,4 m
A	0,125664 m2
V	0,720618 m/s
e	0,02 mm
l	0,0154
Re	252848,5
Re*	5,600299
J	0,001019 m/m
DH=J*L	0,05095 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	0
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,059287

Q	326 m3/h
DN	400 mm
A	0,125664 m2
V	0,720618 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 58 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

Linea Fanghi

F.01a

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,076959

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,154277

Qmn	95 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	25 m
Q	95 m3/h
D	0,2 m
A	0,031416 m2
V	0,839984 m/s
e	0,02 mm
l	0,0172
Re	147365,7
Re*	6,918946
J	0,003093 m/m
DH=J*L	0,077318 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,076959

Q	95 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,839984 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 59 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.01b

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,060056

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,066242

Qmn	95 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	2 m
Q	95 m3/h
D	0,2 m
A	0,031416 m2
V	0,839984 m/s
e	0,02 mm
l	0,0172
Re	147365,7
Re*	6,918946
J	0,003093 m/m
DH=J*L	0,006185 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	1
Curve 45°	0
Valvole	0
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,060056

Q	95 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,839984 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 60 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.02

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,064732

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,095659

Qmn	95 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	10 m
D	95 m3/h
A	0,2 m
V	0,031416 m2
e	0,839984 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0172
Re*	147365,7
J	6,918946
DH=J*L	0,003093 m/m
	0,030927 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	0
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,064732

Q	95 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,839984 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 61 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.03a

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,044803

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,12315

Q _{mn}	62 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Q _{mn}
Q	55 m
D	62 m ³ /h
A	0,2 m
V	0,031416 m ²
e	0,5482 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0186
Re*	96175,5
J	4,694678
DH=J*L	0,001425 m/m
	0,078348 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	1
Valvole	2
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,044803

Q	62 m ³ /h
DN	200 mm
A	0,031416 m ²
V	0,5482 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 62 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.03b

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,037987

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,049383

Qmn	62 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	8 m
D	62 m3/h
A	0,2 m
V	0,031416 m2
e	0,5482 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0186
Re*	96175,5
J	4,694678
DH=J*L	0,001425 m/m
	0,011396 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,037987

Q	62 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,5482 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 63 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.04

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,176351

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,255501

Qmn	33 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	6 m
D	33 m3/h
A	0,1 m
V	0,007854 m2
e	1,167136 m/s
l	0,02 mm
Re	0,019
Re*	102380,4
J	10,04843
DH=J*L	0,013192 m/m
	0,07915 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,176351

Q	33 m3/h
DN	100 mm
A	0,007854 m2
V	1,167136 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 64 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.05a

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,043501

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,121848

Qmn	62 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	55 m
D	62 m ³ /h
A	0,2 m
V	0,031416 m ²
e	0,5482 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0186
Re*	96175,5
J	4,694678
DH=J*L	0,001425 m/m
	0,078348 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	2
Curve 45°	0
Valvole	2
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,043501

Q	62 m ³ /h
DN	200 mm
A	0,031416 m ²
V	0,5482 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 65 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.05b

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,037987

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,049383

Qmn	62 m ³ /h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	8 m
D	62 m ³ /h
A	0,2 m
V	0,031416 m ²
e	0,5482 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0186
Re*	96175,5
J	4,694678
DH=J*L	0,001425 m/m
	0,011396 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	4
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,037987

Q	62 m ³ /h
DN	200 mm
A	0,031416 m ²
V	0,5482 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 66 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.06

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,016077

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,036776

Qmn	33 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	45 m
D	33 m3/h
A	0,2 m
V	0,031416 m2
e	0,291784 m/s
l	0,02 mm
Re	0,0212
Re*	51190,19
J	2,65429
DH=J*L	0,00046 m/m
	0,020699 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	6
Curve 45°	1
Valvole	1
Elementi a T	2
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,016077

Q	33 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,291784 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 67 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.07

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,026205

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,034552

Qmn	136 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	10 m
Q	136 m3/h
D	0,3 m
A	0,070686 m2
V	0,534446 m/s
e	0,02 mm
l	0,0172
Re	140643,7
Re*	4,389488
J	0,000835 m/m
DH=J*L	0,008347 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	0
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,026205

Q	136 m3/h
DN	300 mm
A	0,070686 m2
V	0,534446 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 68 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.08a

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,136121

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,225953

Qmn	103 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	25 m
D	103 m3/h
A	0,2 m
V	0,031416 m2
e	0,91072 m/s
l	0,02 mm
Re	0,017
Re*	159775,4
J	7,458106
DH=J*L	0,003593 m/m
	0,089832 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	6
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,136121

Q	103 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,91072 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 69 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.08b

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,112025

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,165924

Qmn	103 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	15 m
D	103 m3/h
A	0,2 m
V	0,031416 m2
e	0,91072 m/s
l	0,02 mm
Re	0,017
Re*	159775,4
J	7,458106
DH=J*L	0,003593 m/m
	0,053899 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	5
Curve 45°	0
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,112025

Q	103 m3/h
DN	200 mm
A	0,031416 m2
V	0,91072 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 70 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.09

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,033052

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,161054

Qmn	33 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
L	1 Qmn
Q	70 m
D	33 m3/h
A	0,15 m
V	0,017671 m2
e	0,518727 m/s
l	0,02 mm
Re	0,02
Re*	68253,58
J	4,605563
DH=J*L	0,001829 m/m
	0,128002 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	3
Curve 45°	0
Valvole	0
Elementi a T	1
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,033052

Q	33 m3/h
DN	150 mm
A	0,017671 m2
V	0,518727 m/s

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.	Rev. 00	Data: Luglio 2017	Elaborato E-R.05 – Relazione specialistica dei calcoli idraulici e aeraulici	Pag. 71 di 71
	Rev. 01	Data: Novembre 2017		

F.09a

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m 0,206612

PERDITE DI CARICO TOTALI m 0,878723

Qmn	33 m3/h
Condotta	Tubi nuovi PE, PVC, PRFV, Rame, Acciaio Inox
	1 Qmn
L	50 m
Q	33 m3/h
D	0,1 m
A	0,007854 m2
V	1,181283 m/s
e	0,02 mm
l	0,0189
Re	103621,3
Re*	10,14329
J	0,013442 m/m
DH=J*L	0,672111 m

Imbocco	1
Sbocco	1
Curve 90°	5
Curve 45°	3
Valvole	1
Elementi a T	0
Altro	0
Altro	0
	1
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE m	0,206612

Q	33 m3/h
DN	100 mm
A	0,007854 m2
V	1,181283 m/s