



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI

Via della Repubblica n. 24 - 63100 Ascoli Piceno

Servizio Idrico Integrato

COMUNE DI FERMO

Potenziamento fino alla potenzialità di 70.000 AE
del depuratore Basso Tenna nel Comune di Fermo
1° stralcio + 2° stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

elaborato: ALL 1.04	titolo: RELAZIONE IDRAULICA E RELATIVI CALCOLI	scala -/--
data: Marzo 2016		

I PROGETTISTI:



Ing. Enrico Maria Battistoni

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.
Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)
tel. 071-9162094 - fax 071-9189580
e-mail: info@ingegneriaambiente.it

VISTO:
IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO TECNICO
Dott. Ing. Alessandro Tesei

Ing. Amedeo Grilli

Via Perpentì, 16 - 63900 Fermo (FM)
telefax: 0734-225650
e-mail: ingegnerigrilli@virgilio.it

COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE

ING. LORENZO BURZACCA

ING. PIETRO GRILLI

ING. GIORGIA BARIANI

ING. MARTINA SANTINELLI

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO
AGGIORNAMENTI		

CODICE PROGETTO:	D028 D044	CODICE COMMESSA:	DX28 DX44	IDENTIFICATIVO AATO:	192049 192050
------------------	--------------	------------------	--------------	----------------------	------------------

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DATI A BASE PROGETTO	4
2.1. LA STRATEGIA PROGETTUALE.....	8
2.2. DATI A BASE PROGETTO DEL PROCESSO BIOLOGICO.....	8
2.3. FILIERA DI PROCESSO.....	12
3. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO.....	14
3.1. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	15
3.2. CALCOLI IDRAULICI DELLO STATO DI PROGETTO	16
3.3. PERDITE DI CARICO PER LE TUBAZIONI ARIA	23
3.3.1. Tubazione aria alle vasche biologiche.....	23
3.3.1. Trattamento aria	24
4. RIPARTIZIONE DELLE PORTATE.....	25
4.1. METODOLOGIA ADOTTATA PER IL DIMENSIONAMENTO DEL RIPARTITORE DI PORTATA E PER IL CALCOLO DEI TIRANTI SOPRASOGLIA.....	25
4.2. DIMENSIONAMENTO DEL RIPARTITORE DI PORTATA AI SEDIMENTATORI SECONDARI.....	26

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2-1: DATI A BASE PROGETTO – CONTRIBUTO LIDO DI FERMO	5
TABELLA 2-2: DATI A BASE PROGETTO – CONTRIBUTO 5000 AE RESIDUI.....	6
TABELLA 2-3: DATI A BASE PROGETTO – COMPLESSIVI 50.000 AE.....	7
TABELLA 2-4: DATI A BASE PROGETTO – CONTRIBUTO LIDO DI FERMO	9
TABELLA 2-5: DATI A BASE PROGETTO – CONTRIBUTO 5000 AE RESIDUI.....	10
TABELLA 2-6: DATI A BASE PROGETTO – COMPLESSIVI 50.000 AE.....	11
TABELLA 2-7: FILIERA DI PROCESSO ALLO STATO DI PROGETTO DELL’IMPIANTO DEL BASSO TENNA	12
TABELLA 2-8: FILIERA DI PROCESSO ALLO STATO DI PROGETTO DELL’IMPIANTO DEL BASSO TENNA – LINEA BOTTINI	13
TABELLA 3-1: DIMENSIONAMENTO PIPING DI PROGETTO.....	17
TABELLA 3-2: DIMENSIONAMENTO PIPING ARIA – PROCESSO BIOLOGICO – LINEA 1.....	23
TABELLA 3-3: DIMENSIONAMENTO PIPING ARIA – PROCESSO BIOLOGICO – LINEA 2.....	23
TABELLA 3-4: DIMENSIONAMENTO PIPING ARIA – TRATTAMENTO ARIA.....	24
TABELLA 4-1: DIMENSIONAMENTO RIPARTITORE DELLE PORTATE AI SEDIMENTATORI SECONDARI	26

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante degli elaborati del progetto definitivo per l'adeguamento ed ampliamento dell'impianto di depurazione "Basso Tenna" (FM). La presente relazione ha, pertanto, lo scopo di:

- ✓ Illustrare un sunto dei risultati relativi al calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni di collegamento delle unità operative della Linea Acque e della Linea Fanghi, ottenute come somma delle perdite concentrate e distribuite;
- ✓ Illustrare i risultati relativi al calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni Aria;
- ✓ Dimensionare le lunghezze di soglia dei ripartitori di portata sulla base delle portate da laminare;
- ✓ Illustrare i risultati relativi al calcolo dei tiranti sopra soglia.

2. DATI A BASE PROGETTO

Come illustrato anche nella relazione “ALL 6.01 Relazione tecnica di progetto e di processo”, i dati a base della presente progettazione definitiva sono stati ottenuti come segue:

La potenzialità di progetto viene ricavata come somma:

1. Della potenzialità effettivamente trattata dall’impianto del Lido di Fermo tenendo in considerazione anche la sua potenzialità di picco nelle condizioni di punta nel periodo ESTIVO;
2. da un’implementazione di una potenzialità residua per futuri allacci di 5.000 AE richiesti dalla stazione appaltante in sede di riunione di avvio progetto del 09/10/2013;
3. **La portata media nera teorica** è calcolata utilizzando una dotazione idrica per AE allacciato ulteriore di 250 l/AEd, mentre il coefficiente di sversamento in rete fognaria è pari a 0.8;
4. **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;
5. **Il coefficiente di infiltrazione** viene assunto nello stato di progetto pari a 1,05 per il Lido di Fermo, così come individuato nell’analisi dei dati di gestione, e pari a 1 per i 5.000 AE residui;
6. **La portata di punta secca** è ottenuta moltiplicando la portata media nera teorica per il coefficiente di punta secca pari a 2, oltre al contributo dovuto alle acque parassite;
7. **La portata massima influente in impianto**, ai sensi Art.43 comma 5 del PTA da pretrattare viene assunta pari a 4 volte la media nera in tempo di secco oltre il rumore di fondo.
8. **La portata massima influente in impianto al processo biologico**, si attesta a 2,5 volte la portata media nera teorica oltre il rumore di fondo, conformemente ai sensi del sopracitato all’Art.43 comma 5 del PTA;
9. I **carichi di massa influenti** dei 45.000 AE dal LIDI DI FERMO vengono calcolati sulla base fattori di carico unitari da letteratura, avvalorati nell’analisi dei dati di gestione, e utilizzati per il calcolo della potenzialità dello stato di fatto.
10. I **carichi di massa influenti** dei 5.000 AE residui vengono calcolati sulla base di fattori di carico unitari da letteratura, coerenti con quanto utilizzato nel I lotto del Basso Tenna dei 20.000 AE.

Alla luce di tutto quanto sopra esposto si riportano nella successiva tabella i dati a base progetto relativi al solo ampliamento del 50.000 AE.

Tabella 2-1: Dati a base progetto – Contributo Lido di Fermo

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- LIDO DI FERMO											
AE Stato di Fatto	AE	30000									
AE Fluttuanti	AE	15000									
AE totali Stato di Progetto	AE	45000									
D.I.	l/AE d	250									
ALFA		0,8									
Portata media nera teorica [Q _{mn} teorica]	m ³ /d	9000	m ³ /h	375							
Coefficiente infiltrazione globale		1,05									
Portata di infiltrazione	m ³ /d	450	m ³ /h	19							
Portata media nera effettiva [Q_{mn} effettiva]	m³/d	9450	m³/h	394							
Coefficiente di punta secca		2,0									
Portata di punta secca teorica			m ³ /h	750							
Portata di infiltrazione			m ³ /h	19							
Portata di punta secca effettiva [Q_{punta} effettiva]			m³/h	769							
Coefficiente di massimo afflusso in rete		4									
Portata massima pretrattamenti	m ³ /d	36000	m ³ /h	1500							
Portata di infiltrazione			m ³ /h	19							
Portata massima pretrattamenti con infiltrazione	m ³ /d	36450	m ³ /h	1519							
Portata massima ingresso impianto [Q_{max in1}]	m³/d	36450	m³/h	1519							
Coefficiente di massimo afflusso al biologico		2,5									
Portata massima al biologico	m ³ /d	22500	m ³ /h	938							
Portata di infiltrazione			m ³ /h	19							
Portata massima al biologico con infiltrazione [Q_{maxbio}]	m³/d	22950	m³/h	956							
Fattori di carico unitari			Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso			Concentraz. dati gestione 2012		
Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore
Fcu	gCOD/AE d	105	LCOD	Kg/d	4725	COD	mg/l	500,0	COD	mg/l	445
Fcu	gN _{tot} /AE d	12	LN _{tot}	Kg/d	540	N _{tot}	mg/l	57,1	N _{tot}	mg/l	60
Fcu	gP _{tot} /AE d	1,8	LP _{tot}	Kg/d	81	P _{tot}	mg/l	8,6	P _{tot}	mg/l	9,8
Fcu	gTSS/AE d	50	LTSS	Kg/d	2250	TSS	mg/l	238,1	TSS	mg/l	210

Tabella 2-2: Dati a base progetto – Contributo 5000 AE residui

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- POTENZIALITA' RESIDUA								
AE Stato di Fatto	AE	0						
AE Ampliamento	AE	5000						
AE totali Stato di Progetto	AE	5000						
D.I.	l/AE d	250						
ALFA		0,8						
Portata media nera teorica [Q _{mn} teorica]	m ³ /d	1000	m ³ /h	42				
Coefficiente infiltrazione globale		1,00						
Portata di infiltrazione	m ³ /d	0	m ³ /h	0				
Portata media nera effettiva [Q_{mn} effettiva]	m³/d	1000	m³/h	42				
Coefficiente di punta secca		2,0						
Portata di punta secca teorica			m ³ /h	83				
Portata di infiltrazione			m ³ /h	0				
Portata di punta secca effettiva [Q_{punta} effettiva]			m³/h	83				
Coefficiente di massimo afflusso in rete		4						
Portata massima pretrattamenti	m ³ /d	4000	m ³ /h	167				
Portata di infiltrazione			m ³ /h	0				
Portata massima pretrattamenti con infiltrazione	m ³ /d	4000	m ³ /h	167				
Portata massima ingresso impianto [Q_{max} in1]	m³/d	4000	m³/h	167				
Coefficiente di massimo afflusso al biologico		2,5						
Portata massima al biologico	m ³ /d	2500	m ³ /h	104				
Portata di infiltrazione			m ³ /h	0				
Portata massima al biologico con infiltrazione [Q_{max}bio]	m³/d	2500	m³/h	104				
Fattori di carico unitari			Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso		
Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore
*F _{cu}	gCOD/AE d	150	LCOD	Kg/d	750	COD	mg/l	750,0
*F _{cu}	gN _{tot} /AE d	13,5	LN _{tot}	Kg/d	68	N _{tot}	mg/l	67,5
*F _{cu}	gP _{tot} /AE d	2,0	LP _{tot}	Kg/d	10	P _{tot}	mg/l	10,0
*F _{cu}	gTSS/AE d	90	LTSS	Kg/d	450	TSS	mg/l	450,0

* fattori di CU coerenti al I Lotto dei 20.000 AE

Tabella 2-3: Dati a base progetto – Complessivi 50.000 AE

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- AMPLIAMENTO 50.000AE								
AE totali Stato di Progetto	AE	50000						
Portata media nera effettiva [Q _{mn} effettiva]	m3/d	10450	m3/h	435				
Portata di punta secca effettiva [Q _{punta} effettiva]			m3/h	852				
Portata massima ingresso impianto [Q _{max in}]	m3/d	40450	m3/h	1685				
Portata massima al biologico con infiltrazione [Q _{maxbio}]	m3/d	25450	m3/h	1060				
			Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso		
			Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore
			LCOD	Kg/d	5475	COD	mg/l	524
			LN _{tot}	Kg/d	608	N _{tot}	mg/l	58
			LP _{tot}	Kg/d	91	P _{tot}	mg/l	8,7
			LTSS	Kg/d	2700	TSS	mg/l	258

2.1. La strategia progettuale

Di seguito sono illustrate le scelte progettuali avanzate dai progettisti al fine di desumere i dati a base progetti relativi allo stato di progetto futuro. La scelta dei dati a base progetto relativi allo stato di progetto futuro muove dall'analisi dello stato di fatto dell'impianto Lido di Fermo.

Tale analisi ha permesso di:

- desumere la potenzialità di fatto in AE su base carbonio [COD] ed azoto [Ntot] sia in periodo di alta stagione che in periodo di bassa stagione;
- individuare le condizioni e il carico di picco in termini di fluttuazione dovuta alla stagionalità dell'impianto su base [Ntot], queste devono necessariamente essere tenute in considerazione per l'elaborazione dei dati a base progetto così come previsto all'Art. 47 del PTA;
- calcolare il coefficiente di infiltrazione, sia in alta che in bassa stagione, relativo allo stato di fatto, in relazione al rapporto tra le portate calcolabili da letteratura e le portate misurate dalla stazione Appaltante.

Alla base della progettazione vi è la scelta strategica di far rimanere separate le condotte di adduzione della fognatura all'impianto, rispettivamente per l'esistente agglomerato del I Lotto per 20.000 AE rispetto all'ampliamento del II lotto per ulteriori 50.000 AE.

Questa scelta permette infatti, a meno di un grado di libertà realizzato per le manutenzioni in testa ai pretrattamenti, di ripartire i carichi idraulici e di massa rispettivamente sul 20.000 AE e sul 50.000 AE, equamente e proporzionalmente alle dimensioni delle opere.

I due impianti pertanto si configurano ai fini autorizzativi come un unico impianto, ma avranno punti di interconnessione:

- in testa impianto per eventuali operazioni di manutenzione;
- nel pozzo fiscale unico;
- per la linea fanghi che si configura come unica.

Di seguito si riporta pertanto la disamina della progettazione dell'ampliamento, ossia dei 50.000 AE in aggiunta ai 20.000 AE del I lotto.

2.2. Dati a base progetto del processo biologico

I dati a base progetto in termini di AE, portata media, concentrazioni e carichi di massa dei principali inquinanti sono riassunti in seguito. L'acqua reflua influente proviene dai pretrattamenti (grigliatura fine e dissabbiatura), non esistendo la sedimentazione primaria.

Tabella 2-4: Dati a base progetto – Contributo Lido di Fermo

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- LIDO DI FERMO											
AE Stato di Fatto	AE	30000									
AE Fluttuanti	AE	15000									
AE totali Stato di Progetto	AE	45000									
D.I.	l/AE d	250									
ALFA		0,8									
Portata media nera teorica [Q _{mn} teorica]	m3/d	9000	m3/h	375							
Coefficiente infiltrazione globale		1,05									
Portata di infiltrazione	m3/d	450	m3/h	19							
Portata media nera effettiva [Q_{mn} effettiva]	m3/d	9450	m3/h	394							
Coefficiente di punta secca		2,0									
Portata di punta secca teorica			m3/h	750							
Portata di infiltrazione			m3/h	19							
Portata di punta secca effettiva [Q_{punta} effettiva]			m3/h	769							
Coefficiente di massimo afflusso in rete		4									
Portata massima pretrattamenti	m3/d	36000	m3/h	1500							
Portata di infiltrazione			m3/h	19							
Portata massima pretrattamenti con infiltrazione	m3/d	36450	m3/h	1519							
Portata massima ingresso impianto [Q_{max in1}]	m3/d	36450	m3/h	1519							
Coefficiente di massimo afflusso al biologico		2,5									
Portata massima al biologico	m3/d	22500	m3/h	938							
Portata di infiltrazione			m3/h	19							
Portata massima al biologico con infiltrazione [Q_{maxbio}]	m3/d	22950	m3/h	956							
Fattori di carico unitari			Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso			Concentraz. dati gestione 2012		
Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore
Fcu	gCOD/AE d	105	LCOD	Kg/d	4725	COD	mg/l	500,0	COD	mg/l	445
Fcu	gN _{tot} /AE d	12	LN _{tot}	Kg/d	540	N _{tot}	mg/l	57,1	N _{tot}	mg/l	60
Fcu	gP _{tot} /AE d	1,8	LP _{tot}	Kg/d	81	P _{tot}	mg/l	8,6	P _{tot}	mg/l	9,8
Fcu	gTSS/AE d	50	LTSS	Kg/d	2250	TSS	mg/l	238,1	TSS	mg/l	210

Tabella 2-5: Dati a base progetto – Contributo 5000 AE residui

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- POTENZIALITA' RESIDUA								
AE Stato di Fatto	AE	0						
AE Ampliamento	AE	5000						
AE totali Stato di Progetto	AE	5000						
D.I.	l/AE d	250						
ALFA		0,8						
Portata media nera teorica [Qmn teorica]	m3/d	1000	m3/h	42				
Coefficiente infiltrazione globale		1,00						
Portata di infiltrazione	m3/d	0	m3/h	0				
Portata media nera effettiva [Qmn effettiva]	m3/d	1000	m3/h	42				
Coefficiente di punta secca		2,0						
Portata di punta secca teorica			m3/h	83				
Portata di infiltrazione			m3/h	0				
Portata di punta secca effettiva [Qpunta effettiva]			m3/h	83				
Coefficiente di massimo afflusso in rete		4						
Portata massima pretrattamenti	m3/d	4000	m3/h	167				
Portata di infiltrazione			m3/h	0				
Portata massima pretrattamenti con infiltrazione	m3/d	4000	m3/h	167				
Portata massima ingresso impianto [Qmax in1]	m3/d	4000	m3/h	167				
Coefficiente di massimo afflusso al biologico		2,5						
Portata massima al biologico	m3/d	2500	m3/h	104				
Portata di infiltrazione			m3/h	0				
Portata massima al biologico con infiltrazione [Qmaxbio]	m3/d	2500	m3/h	104				
Fattori di carico unitari			Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso		
Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore
*Fcu	gCOD/AE d	150	LCOD	Kg/d	750	COD	mg/l	750,0
*Fcu	gNtot/AE d	13,5	LNtot	Kg/d	68	Ntot	mg/l	67,5
*Fcu	gPtot/AE d	2,0	LPtot	Kg/d	10	Ptot	mg/l	10,0
*Fcu	gTSS/AE d	90	LTSS	Kg/d	450	TSS	mg/l	450,0

* fattori di CU coerenti al I Lotto dei 20.000 AE

Tabella 2-6: Dati a base progetto – Complessivi 50.000 AE

DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO- AMPLIAMENTO 50.000AE									
AE totali Stato di Progetto	AE	50000							
Portata media nera effettiva [Q_{mn} effettiva]	m3/d	10450		m3/h	435				
Portata di punta secca effettiva [Q_{punta} effettiva]				m3/h	852				
Portata massima ingresso impianto [Q_{max in}]	m3/d	40450		m3/h	1685				
Portata massima al biologico con infiltrazione [Q_{maxbio}]	m3/d	25450		m3/h	1060				
				Carichi di massa in ingresso			Concentrazioni in ingresso		
			Parametro	u.m.	Valore	Parametro	u.m.	Valore	
			LCOD	Kg/d	5475	COD	mg/l	524	
			LN _{tot}	Kg/d	608	N _{tot}	mg/l	58	
			LP _{tot}	Kg/d	91	P _{tot}	mg/l	8,7	
			LTSS	Kg/d	2700	TSS	mg/l	258	

2.3. Filiera di processo

Di seguito si riporta la filiera di processo dell'impianto nel suo stato riformato totale per i 70.000 AE (comprensivo di I Lotto 20.000 e di Ampliamento del II Lotto 50.000), in modo da comprendere le ricollocazioni di alcune unità operative della linea fanghi esistente, anche in previsione della linea di trattamento bottini richiesta dalla stazione appaltante per un carico massimo di 49 m3/d:

Tabella 2-7: Filiera di processo allo stato di progetto dell'impianto del Basso Tenna

Operazioni unitarie		I Lotto Impianto esistente 20.000 AE	II Lotto Impianto in progettazione
Linea Acque	N. di linee		
Pozzetto di ingresso	N.	1	1
Interconnessione 20.000 AE con 50.000 AE	N.	////////	1 ¹
Grigliatura grossolana	N.	1	2
Grigliatura fine	N.	2	2
Desabbiatura tipo pista pre-sollevamento	N.	////////	2
Stazione di sollevamento	N.	1	1
Desabbiatura tipo pista post-sollevamento	N.	1	////////
Ripartitore di portata / selettore anossico	N.	1	1
Vasca biologica a Cicli Alternati – N. Linee	N.	2	2
Sedimentatore secondario	N.	2	4
Filtrazione su tela	N.	2	2
Disinfezione (vasca di contatto)	N.	2	2
Disinfezione (UV)	N.	1 ²	1 ³
Pozzetto di uscita	N.	1	
Linea Fanghi			
Pozzo fanghi	N.	1 ⁴	2 ⁴
Ozonolisi dei fanghi di ricircolo	N.	////////	1 ⁸
Ispessitore fanghi	N.	1 ^{5-6a}	
Addensatore dinamico	N.	2 ^{5-6b}	
Stabilizzazione aerobica	N.	2	
Estrattore centrifugo	N.	2 ⁷	
Pirolisi dei fanghi	N.	1 ⁹	

¹ Tubazione di interconnessione realizzata nell'ampliamento per collegare i 2 impianti in testa alla filiera di processo della linea Acque, non oggetto del presente appalto

² Portata di progetto: ½ Qmaxbio (1/2 Portata massima afferente al processo biologico)

³ Portata di progetto: Qmaxbio (Portata massima afferente al processo biologico)

⁴ Pozzo fanghi parzializzato con paratoia per ogni sedimentatore

⁵ Nell'ampliamento l'ispessitore gravitazionale esistente e l'addensatore dinamico esistente verranno adeguati per il trattamento dei bottini

^{6a} Nuova realizzazione

^{6b} Nuove forniture

⁷ N.1 estrattore centrifugo esistente + N.1 proveniente dal Lido di Fermo

⁸ Proveniente dal Lido di Fermo, per la presente progettazione l'intervento concerne solo lo spostamento delle utilities e la realizzazione dei locali di alloggio

⁹ Non oggetto del presente appalto

Come anticipato il progetto prevede l'implementazione di una filiera per il trattamento dei bottini – fosse settiche (Fanghi di fosse settiche, rifiuti della pulizia di reti fognarie CER200304/20.03.06) per una portata di 45 m³/d.

Tabella 2-8: Filiera di processo allo stato di progetto dell'impianto del Basso Tenna – Linea Bottini

Operazioni unitarie		II Lotto Impianto in progettazione Ampliamento
Linea Bottini	N. di linee	
Pesa	N.	1
Punto di scarico	N.	1
Sistema combinato di grigliatura, dissabbiatura	N.	1
Sollevamento all'accumulo	N.	1
Accumulo (ex ispessitore statico per I lotto)	N.	1
Addensamento dinamico (ex addensatore per I lotto)	N.	1
Rilancio surnatanti alla nuova vasca biologica	N.	1

3. 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 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 L della condotta di un fluido

$$\Delta H_L = JL$$

J = perdita di carico per unità di lunghezza

L = della condotta di un fluido

3.1. 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 in *pressione per dislivello geodetico* valgono i seguenti assunti:

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

Per le tubazioni *pompate* valgono i seguenti assunti:

- Il diametro della tubazione viene dimensionato considerando la portata massima [Q_{max}] che attraversa la condotta;
- Nella valutazione della Q_{max} su ciascun tratto vengono valutati ulteriormente i fermo impianti dovuti alla manutenzione ordinaria e/o straordinaria delle singole unità operative;

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

3.2. Calcoli idraulici dello stato di progetto

La Tabella seguente riporta i risultati ottenuti per la verifica delle velocità e delle perdite di carico ammissibili in ciascun tratto di tubazione di progetto.

Tabella 3-1: Dimensionamento piping di progetto

DA/A	LINEA	D	Item	Materiale	Portata max/media		L	Imbo cco	Sbo cco	Cu rve 90°	Cu rve 45°	Valv ole	Inn esti T	Altro (cambia mento di sezione)	V max/m in	DH max/mi n	
		m				m ³ /h	m								m/s	m	
Alimentazione canale pretrattamenti	ACQUE	0.80	TU00a.2L	COMPOSITO	1 (Q _{max} pret-Q _{max} bio)	1685	1.0	1	1	0	0	0	0	0	1.200	0.007	
Sollevamento iniziale	ACQUE	0.50	TU01.2L	AISI304/COMP	2,5 Q _{mn}	1060	100	1	1	6	0	0	4	0	1.500	0.874	
Reattore biologico					Q _{mn}	435									0.615	0.155	
By pass impianto primo tratto	ACQUE - A GRAVITA' - i=0.32%	0.50	TU02a.2L	COMPOSITO	1 (Q _{max} pret-Q _{max} bio)	625	1.5	1	1	0	0	0	0	0	1.200	0.007	
Primo tratto	ACQUE - A GRAVITA' - i=0.32%	0.50	TU02b.2L	COMPOSITO	1 (Q _{max} pret-Q _{max} bio)	625	27	1	1	0	0	0	0	0	1.200	0.065	
Reattore biologico	ACQUE	0.60	TU03.2L	AISI304/COMP	2,5+1	Q _{mn} +Q _r	1495	20	1	1	2	2	0	0	0	1.469	0.329
Ripartitore delle portate					1+1	Q _{mn} +Q _r	870									0.855	0.113
Ripartitore delle portate	ACQUE	0.40	TU04.2L	AISI304/COMP	1/4(2,5Q _{mn} +Q _r)	374	45	1	1	2	2	1	0	0	0.827	0.149	
Sedimentatore II					1/4(Q _{mn} +Q _r)	218									0.482	0.051	
					1/3(Q _{ps} +Q _r)	429									0.948	0.196	
Ripartitore delle portate	ACQUE	0.40	TU05.2L	AISI304/COMP	1/4(2,5Q _{mn} +Q _r)	374	23	1	1	1	0	1	0	0	0.827	0.104	
Sedimentatore II					1/4(Q _{mn} +Q _r)	218									0.482	0.036	
					1/3(Q _{ps} +Q _r)	429									0.948	0.136	
Ripartitore delle portate	ACQUE	0.40	TU06.2L	AISI304/COMP	1/4(2,5Q _{mn} +Q _r)	374	15	1	1	1	0	1	0	0	0.827	0.092	
Sedimentatore II					1/4(Q _{mn} +Q _r)	218									0.482	0.031	
					1/3(Q _{ps} +Q _r)	429									0.948	0.120	
Ripartitore delle portate	ACQUE	0.40	TU07.2L	AISI304/COMP	1/4(2,5Q _{mn} +Q _r)	374	30	1	1	1	2	1	0	0	0.827	0.121	

ALL 1.04 – Relazione idraulica e relativi calcoli

Sedimentatore II					1/4(Qmn+Qr)	218										0.482	0.041
					1/3(Qps+Qr)	429										0.948	0.158
Sedimentatore II					1/4(2,5Qmn)	265										1.041	0.116
Disinfezione	ACQUE	0.3	TU08.2L	AISI304/COMP	1/4Qmn	109	7	1	1	1	0	0	0	0		0.428	0.020
					1/3(Qps)	275										1.081	0.124
Sedimentatore II					1/4(2,5Qmn)	265										1.041	0.256
Disinfezione	ACQUE	0.3	TU09.2L	AISI304/COMP	1/4Qmn	109	47	1	1	0	3	0	0	0		0.428	0.045
					1/3(Qps)	275										1.081	0.274
Sedimentatore II					1/4(2,5Qmn)	265										0.765	0.186
Disinfezione	ACQUE	0.35	TU10.2L	AISI304/COMP	1/4Qmn	109	85	1	1	0	4	0	0	0		0.315	0.034
					1/3(Qps)	265										0.794	0.200
Sedimentatore II					1/4(2,5Qmn)	265										0.765	0.256
Disinfezione	ACQUE	0.35	TU11.2L	AISI304/COMP	1/4Qmn	109	125	1	1	1	5	0	0	0		0.315	0.047
					1/3(Qps)	275										0.794	0.275
Disinfezione	ACQUE - A GRAVITA' - i=0.28%	0.60	TU12a.2L	AISI304/COMP	Qmaxbio	1060	10	1	1	0	0	0	0	0		1.400	0.020
Pozzo fiscale																	
Disinfezione	ACQUE	0.50	TU12b.2L	AISI304/COMP	(2,5-1)Qmn	625	25	1	1	0	0	1	0	0		0.884	0.105
Vasca di accumulo per il riutilizzo																	
Sistema di raccolta schiume	SCHIUME	0.10	TU13a/b/c/d.2L	AISI304	Qschiume	30	25	1	1	2	1	1	0	0		1.061	0.526
Pozzo schiume																	
Pozzo schiume 1	SCHIUME	0.10	TU13e.2L	AISI304/COMP	Qschiume	30	50	1	1	2	2	0	2	0		1.061	0.815
Pozzo schiume 2	SCHIUME	0.10	TU13f.2L	AISI304/COMP	Qschiume	30	22	1	1	3	0	0	2	1		1.061	0.465
Ccollettore unico schiume	SCHIUME	0.15	TU13g.2L	AISI304/COMP	Qschiume	30	80	1	1	4	1	0	2	1		0.472	0.181

ALL 1.04 – Relazione idraulica e relativi calcoli

Ispessore statico																
Pozzo fanghi 1	FANGHI	0.25	TU14a.2L	AISI304/COMP	1/2Qr	220	40	1	1	4	0	0	0	0	1.245	0.455
Pozzo fanghi 2	FANGHI	0.25	TU14b.2L	AISI304/COMP	1/2Qr	220	20	1	1	4	0	0	0	0	1.245	0.304
Collettore unico fanghi di ricircolo	FANGHI	0.30	TU15.2L	AISI304/COMP	1/2Qr	435	58	1	1	4	0	0	2	0	1.709	0.922
Reattore biologico																
Collettore unico fanghi di ricircolo	FANGHI	0.15	TU.15b.2L	AISI304/COMP			10									
Ozonolisi																
Ozonolisi	FANGHI	0.15	TU.15c.2L	AISI304/COMP			20									
Collettore unico fanghi di ricircolo																
Pozzo fanghi 1	FANGHI	0.15	TU16a.2L	AISI304/COMP	1Qw	52	48	1	1	2	2	0	2	0	0.817	0.336
Pozzo fanghi 2	FANGHI	0.15	TU16b.2L	AISI304/COMP	1Qw	52	20	1	1	4	0	0	2	0	0.817	0.201
Collettore unico fanghi di supero	FANGHI	0.20	TU17.2L	AISI304/COMP	1Qw	52	70	1	1	4	1	0	2	0	0.460	0.115
Ispessore statico																
Tubazione supero esistente I lotto	FANGHI	0.15	TU18.2L	Fe52	Qw del I lotto	25	138	1	1	2	1	0	0	1	0.393	0.188
Ispessore statico																
Sedimentatore II	FANGHI	0.25	TU19.2L	AISI304/COMP	1/4Qr	109	18	1	1	2	1	1	0	0	0.617	0.130
Pozzo fanghi																
Sedimentatore II	FANGHI	0.25	TU20.2L	AISI304/COMP	1/4Qr	109	18	1	1	2	1	1	0	0	0.617	0.130
Pozzo fanghi																
Sedimentatore II	FANGHI	0.25	TU21.2L	AISI304/COMP	1/4Qr	109	20	1	1	2	1	1	0	0	0.617	0.136
Pozzo fanghi																

ALL 1.04 – Relazione idraulica e relativi calcoli

Sedimentatore II	FANGHI	0.25	TU22.2L	AISI304/COMP	1/4Qr	109	20	1	1	2	1	1	0	0	0.617	0.136
Pozzo fanghi																
Ispessitore statico	FANGHI	0.15	TU23.2L	AISI304/COMP		20	45									
Pompe caricamento addensatore dinamico/ addensatori																
Pompe di rilancio fanghi ispessiti	FANGHI	0.15	TU24.2L	AISI304/COMP		10	141									
Stabilizzazione aerobica																
Stabilizzazione aerobica	FANGHI	0.15	TU25.2L	AISI304/COMP		45	70									
Pompe caricamento estrattore centrifugo																
Dissabbiatori aerati	SABBIE	0.15	TU26.2L	AISI304			18									
Selezionatore sabbie																
Scarico sistema combinato	BOTTINI	0.10	TU27.2L	AISI304	Qbottini	45	10	1	1	3	0	1	0	0	1.592	0.578
Pozzo di sollevamento																
Pozzo di sollevamento	BOTTINI	0.10	TU28a.2L	AISI304/COMP	Qbottini	10	15	1	1	5	0	0	2	0	0.354	0.046
Ispessitore statico/Vasca di accumulo																
Scarico fanghi addensati	BOTTINI	0.15	TU28b.2L	AISI304/COMP	Qbottini addensati	10	110	1	1	7	1	2	1	0	0.553	0.637
Nuovo ispessitore statico																
Scarico surnatanti addensatore dinamico	BOTTINI	0.10	TU28c.2L	AISI304	Surnatanti bottini	15	10	1	1	4	0	1	1	0	0.531	0.078
Pozzetto rilancio surnatanti																
Pozzetto rilancio surnatanti	BOTTINI	0.10	TU28d.2L	AISI304/COMP	Surnatanti bottini	15	120	1	1	10	2	0	2	0	0.531	0.501
Reattore biologico																

ALL 1.04 – Relazione idraulica e relativi calcoli

Locale compressori	ARIA	0.50	TU29 a-b.2L	AISI304/COMP		7986	65										
Fino a prima calata																	
Prima calata	ARIA	0.40	TU30 a-b.2L	AISI304/COMP		4790	15										
Seconda calata																	
Seconda calata	ARIA	0.30	TU31 a-b.2L	AISI304/COMP		2126	15										
Terza calata																	
Compressori dissabbiatura	ARIA	0.10	TU32 a-b.2L	AISI304/COMP		100	16										
Dissabbiatori aerati																	
Aspirazione griglie	TRATTAMENTO ARIA	0.08	TU34.2L	AISI304/COMP		179	7										
Aspirazione monte stazione di sollevamento	TRATTAMENTO ARIA	0.10	TU35.2L	AISI304/COMP		359	7										
Locale fanghi	TRATTAMENTO ARIA	0.25	TU36.2L	AISI304/COMP		1400	30										
Ispezzatore statico	TRATTAMENTO ARIA	0.10	TU37.2L	AISI304/COMP		311	35										
Collettore unico valle ispezzatore statico e locale fanghi	TRATTAMENTO ARIA	0.25	TU38.2L	AISI304/COMP		1711	35										
Grigliatura fine I lotto	TRATTAMENTO ARIA	0.10	TU40.2L	AISI304/COMP		214	15										
Sollevamento iniziale I lotto	TRATTAMENTO ARIA	0.10	TU41.2L	AISI304/COMP		232	5										
Collettore a valle della grigliatura e del sollevamento I lotto	TRATTAMENTO ARIA	0.15	TU42.2L	AISI304/COMP		446	15										
		0.08	TU43.2L	AISI304/COMP		107	10										

ALL 1.04 – Relazione idraulica e relativi calcoli

Canale di alimentazione Pista e dissabbiatore Pista	TRATTAMENTO ARIA															
Collettore unico aspirazione pretrattamenti I lotto	TRATTAMENTO ARIA	0.15	TU44.2L	AISI304/COMP		553	40									
Collettore unico monte scrubber	TRATTAMENTO ARIA	0.30	TU39.2L	AISI304/COMP		2249	12									
Volume di invaso acque meteoriche	ACQUE METEORICHE	0.20	TU45.2L	AISI304/COMP	Qdrenaggio	200	35	1	1	2	0	1	2	0	1.768	0.982
Manufatto pretrattamenti nuovo																
Volume di invaso acque meteoriche	ACQUE METEORICHE	0.20	TU46.2L	AISI304/COMP	Qdrenaggio	200	70	1	1	4	0	1	2	0	1.768	1.549
Manufatto pretrattamenti esistente																

*(ACCIAIO- CON RIVESTIMENTO INTERNO IN MALTA CEMENTIZIA E RIVESTIMENTO ESTERNO POLIETILENE STABILIZZATO)

3.3. Perdite di carico per le tubazioni aria

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, imbrocchi 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 6-12 m/sec.

3.3.1. Tubazione aria alle vasche biologiche

Le tubazioni aria, destinate a fornire aria al processo biologico, disporranno di N.3 calate per ciascuna delle 2 linee biologiche; per ogni calata viene calcolato il fabbisogno d'aria da garantire al settore di vasca (prodotto fra il numero di diffusori installati per la portata erogata dal singolo diffusore).

Nelle successive tabelle sono illustrate le portate transitate su ciascun tratto di tubazione per ogni linea biologica.

Tabella 3-2: Dimensionamento piping aria – Processo biologico – Linea 1

	Temperatura aria	Aria pratica	Aria pratica calata	Lunghezza tubazione	D	V	DH	
	°C	Nm ³ /h	Nm ³ /h	m	mm	m/sec	$\frac{mm}{H_2O}$	mbar
Dal compressore fino a I calata	70	7986	3196	65	500	11.298	82.86	8.13
I-II calata	70	4790	2664	15	400	10.590	33.67	3.30
II-III calata	70	2126	2128	15	300	8.355	22.17	2.17

Tabella 3-3: Dimensionamento piping aria – Processo biologico – Linea 2

	Temperatura aria	Aria pratica	Aria pratica calata	Lunghezza tubazione	D	V	DH	
	°C	Nm ³ /h	Nm ³ /h	m	mm	m/sec	$\frac{mm}{H_2O}$	mbar
Dal compressore fino a I calata	70	7986	3196	65	500	11.298	82.86	8.13
I-II calata	70	4790	2664	15	400	10.590	33.67	3.30
II-III calata	70	2126	2128	15	300	8.355	22.17	2.17

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

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

2. Tutte gli stacchi dal collettore principale alla rete aria interna alla vasca saranno DN150 in AISI316;

3.3.1. Trattamento aria

Lo stato di progetto prevede l'implementazione di un'unità di trattamento aria con scrubber Venturi.

Il processo di trattamento aria sarà a servizio delle seguenti unità operative:

- Nuovo ispessitore statico;
- Nuovo locale fanghi (aspirazione dedicata di N.2 addensatori dinamici e di N.2 estrattori centrifughi);
- Manufatto pretrattamenti/sollevamento di nuova realizzazione (Griglie grossolane, griglie fini, dissabbiatura e sollevamento);
- Manufatto pretrattamenti/sollevamento esistente.

Nella successiva tabella sono illustrate le portate transitate su ciascun tratto di tubazione, funzione dei volumi di aspirazione di aria da trattare.

Tabella 3-4: Dimensionamento piping aria – Trattamento aria

	Portata	Temperatura aria	Lunghezza tubazione	Diametro	Velocità	Perdite di carico	
	$\frac{m^3}{h}$	$^{\circ}C$	m	mm	$\frac{m}{sec}$	$\frac{mm}{H_2O}$	$\frac{mbar}{r}$
Ispessitore statico	311	30	35	100	10.999	82.07	8.05
Locale fanghi nuovo	1400	30	30	250	7.922	17.18	1.68
Coll. Valle ispessitore e locale fanghi	1711	30	35	250	9.682	27.82	2.73
Valle griglie grossolane	179	30	7	80	9.892	26.3	2.58
Valle dissabbiatura	359	30	7	100	12.697	37.01	3.63
Grigliatura fine I lotto	214	30	15	100	7.569	48.16	4.72
Sollevamento I lotto	232	30	5	100	8.205	45.48	4.46
Valle sollevamento I lotto	446	30	15	150	7.011	36.49	3.58
Dissabbiatura ed alimentazione dissabbiatura	107	30	10	80	5.913	28.6	2.80
Valle dissabbiatura	553	30	40	150	8.693	74.26	7.28
Collettore unico alimentazione	2802	30	12	300	11.011	77.84	7.63

4. RIPARTIZIONE DELLE PORTATE

Per consentire una corretta ripartizione delle portate alle linee sedimentazione si provvederà alla realizzazione di un adeguato ripartitore dei flussi.

4.1. Metodologia adottata per il dimensionamento del ripartitore di portata e per il calcolo dei tiranti sopra-soglia

La lunghezza della soglia di stramazzo del ripartitore di portata viene dimensionata utilizzando la formula generale della portata su pareti sottili dunque la portata su soglia viene calcolata secondo l'Equazione 4.1, mentre l'Equazione 4.2 permette di calcolare il coefficiente di efflusso in funzione del tirante sopra-soglia e dell'altezza della soglia rispetto al fondo del ripartitore.

Equazione 4.1

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

Equazione 4.2

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

Dove:

Q	m ³ /h	Portata transitata su soglia
μ	μ_0	coefficiente di efflusso delle luci (adimensionale)
l	m	lunghezza di soglia
h	m	Tirante
g	m/sec ²	Accelerazione di gravità
p	m	Approfondimento sotto soglia di stramazzo

4.2. Dimensionamento del ripartitore di portata ai sedimentatori secondari

Si riportano nella seguente tabella i risultati del dimensionamento del ripartitore delle portate ai N.4 sedimentatori secondari di nuova realizzazione.

Tabella 4-1: Dimensionamento ripartitore delle portate ai sedimentatori secondari

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
<u>Soglia 1 al Sedimentatore 1 (alla Omax)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	374,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	9.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,00
<u>Soglia 1 al Sedimentatore 1 (alla Omn)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	218,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	6.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,70
<u>Soglia 2 al Sedimentatore 2 (alla Omax)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	374,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	9.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,00
<u>Soglia 2 al Sedimentatore 2 (alla Omn)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	218,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	6.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,70
<u>Soglia 3 al Sedimentatore 3 (alla Omax)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	374,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	9.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,00
<u>Soglia 3 al Sedimentatore 3 (alla Omn)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	218,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	6.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,70
<u>Soglia 4 al Sedimentatore 4 (alla Omax)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	374,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	9.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,00
<u>Soglia 4 al Sedimentatore 4 (alla Omn)</u>		
Portata defluita Q =	m ³ /h	218,0
Lunghezza di soglia L =	m	1.85
Tirante sopra soglia h =	cm	6.81
Altezza pelo libero alla soglia p =	m	4,70