

PROVINCIA DI BRESCIA
COMUNE DI BAGOLINO

NUOVO DEPURATORE A SERVIZIO
DEL COMUNE DI BAGOLINO

HEUREIN - Ingegneria e Territorio

Studio Professionisti Associati

40133 Bologna - Via Emilia ponente, 88

Tel. 051.388744 - Fax. 051.388772

Piva 03864610373

e-mail: heurein.segreteria@gmail.com

HEUREIN



Francesco Gradilone

5					
4					
3					
2					
1	12/2019	Seconda emissione	Ing. Francesco Gradilone	Ing. Francesco Gradilone	
0	02/2019	Prima emissione	Gradilone	Gradilone	-
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

DESCRIZIONE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CONTENUTO

Relazione Tecnica

NOME FILE R0009 Cronoprogramma.docx			DISEGNO NUM.			
SCALA	COMMESSA	NUM. PROGETTO	TIPO DOC.	NUMERO	PARTE	REVISIONE
	ACI-3321-018-IE-60AF27AA	P0I81501	PRPR	R0003		00

Il presente documento non potrà essere copiato riprodotto o altrimenti duplicato in tutto o in parte senza autorizzazione scritta d A2A Ciclo Idrico S.p.A.

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	DATI DI PROGETTO	4
2.1	IPOTESI PROGETTUALI.....	4
2.2	DATI DI INPUT PROGETTUALE.....	4
2.2.1	LA CARATTERIZZAZIONE DEI REFLUI	5
2.2.1.1	Il frazionamento dei parametri aggregati di inquinamento	5
2.2.1.1.1	I solidi nei reflui da trattare (SST, SSV, nbSSV)	5
2.2.1.1.2	La sostanza carboniosa nei reflui da trattare (COD).....	6
2.2.1.1.3	La sostanza azotata nei reflui da trattare.....	7
2.2.1.1.4	Il Fosforo nei reflui da trattare	7
2.2.1.2	Il frazionamento per i reflui di Bagolino	8
2.2.1.2.1	Condizioni Invernali.....	8
2.2.1.2.2	Condizioni medie Estive.....	8
2.2.1.2.3	Condizioni massime Estive	9
3	SINTESI DEI DIMENSIONAMENTI EFFETTUATI	9
4	CALCOLI PRELIMINARI NELLE VARIE IPOTESI PROGETTUALI	11
4.1	IPOTESI I – RISTRUTTURAZIONE DEL DEPURATORE ESISTENTE	11
4.1.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	11
4.1.2	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO “IA”	14
4.1.2.1	Condizioni Invernali	14
4.1.2.1.1	Verifica dei sedimentatori	16
4.1.2.1.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	19
4.1.2.2	Condizioni medie Estive.....	21
4.1.2.2.1	Verifica dei sedimentatori	23
4.1.2.2.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	26
4.1.2.3	Condizioni massime Estive	28
4.1.2.3.1	Verifica dei sedimentatori	30
4.1.2.3.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	33
4.2	IPOTESI II-A – NUOVO IMPIANTO A FANGHI ATTIVI (CAS).....	35
4.2.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	35
4.2.2	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO A F.A. CONVENZ. “CAS”	37
4.2.2.1	Condizioni Invernali	37
4.2.2.1.1	Verifica dei sedimentatori	39
4.2.2.1.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	42
4.2.2.2	Condizioni medie Estive.....	44
4.2.2.2.1	Verifica dei sedimentatori	46
4.2.2.2.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	49
4.2.2.3	Condizioni massime Estive	51
4.2.2.3.1	Verifica dei sedimentatori	53
4.2.2.3.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	56
4.3	IPOTESI II-B – NUOVO IMPIANTO A BIOMASSA ADESA IN LETTO MOBILE (MBBR)	58
4.3.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	58
4.3.2	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO “MBBR”	61
4.3.2.1	Condizioni Invernali	61
4.3.2.1.1	Verifica dei sedimentatori	63
4.3.2.1.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	64
4.3.2.2	Condizioni medie Estive.....	66

4.3.2.2.1	Verifica dei sedimentatori	68
4.3.2.2.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	69
4.3.2.3	Condizioni massime Estive	71
4.3.2.3.1	Verifica dei sedimentatori	73
4.3.2.3.2	Verifica della Stabilizzazione Aerobica	74
4.4	IPOTESI II – OPERE A RETE.....	76
4.4.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	76
4.4.2	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL COLLETTORE A GRAVITA'	78
5	DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO TESTA IMPIANTO.....	81

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono illustrati i dimensionamenti preliminari effettuati per ciascuna ipotesi progettuale alternativa, i cui risultati sono illustrati nella Relazione Generale a cui si rimanda. La genesi della stima dei dati di input progettuale, (portate, concentrazioni e qualità del refluo) è ampiamente illustrata nella medesima Relazione Generale.

In questa sede, per snellezza espositiva si riepilogano solo i risultati di sintesi che sono alla base dei calcoli effettuati.

2 DATI DI PROGETTO

2.1 IPOTESI PROGETTUALI

Dalle preliminari verifiche effettuate sono state individuate due alternative di ipotesi progettuale:

- Ristrutturare ed ampliare il depuratore esistente;
- Delocalizzare il depuratore, abbandonando la vecchia struttura e ricostruirne uno nuovo più a valle in prossimità della piccola frazione di Cerreto.

Quest'ultima soluzione ha il pregio di estendere il servizio di fognatura e depurazione alla piccola frazione menzionata e di permettere l'allacciamento al collettore che occorrerà costruire delle numerose abitazioni che sorgono lungo la Statale n. 669.

2.2 DATI DI INPUT PROGETTUALE.

Per chiarezza espositiva vengono riepilogati i dati che saranno posti a base delle elaborazioni successive.

L'impianto in progetto potrà trattare i reflui prodotti da 2.723 a **6.087** Presenze, alle condizioni di portata, temperature e carichi inquinanti su riportati.

Le portate indicate sono corrispondenti alle attuali, mentre le concentrazioni sono da 1,5 a 3,6 volte quelle attualmente riscontrate.

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI BAGOLINO (BS) Dati di input progettuali				
Parametro	Unità di misura	Condizioni operative		
		Medie invernali	Medie estive	Settimana di massimo afflusso
Presenze servite	n.	2 723	3 952	6 087
Temperatura di progetto della Linea Acque	°C	10	20	22
Temperatura di progetto della Linea Fanghi	°C	14	22	24
Portata media in tempo secco - Q_{24}	m ³ /h	67,7	61,7	83,8
Portata massima in tempo secco - Q_p	m ³ /h	113,8	103,6	140,7
Portata massima in tempi di pioggia al biologico - Q_{pp}	m ³ /h	182,9		
Portata massima in tempi di pioggia ai trattamenti primari - Q_{ppp}	m ³ /h	363,6		
SST	mg/l	84	133	151
BOD ₅	mg/l	84	133	151
COD	mg/l	168	267	303
N _{tot}	mg/l	20,3	32,3	36,6
P _{tot}	mg/l	2,2	3,5	3,9

L'impianto progettuale ipotizzato sottintende i seguenti aspetti:

- Si ha la ragionevole convinzione che non tutti i carichi inquinanti generati trovano allo stato attuale recapito in fognatura;
- Si ha la ragionevole certezza che il risanamento della rete fognaria, che comporterà maggiori carichi e minori portate, non può che essere realizzato in tempi non immediati;
- Occorre che il nuovo depuratore sia in grado di trattare le portate idrauliche oggi riscontrate;
- Occorre che il nuovo depuratore sia in grado di trattare i carichi futuri.

È ancora da evidenziare che il PGT del Comune prevede nell'agglomerato di Bagolino incrementi demografici molto limitati (161 abitanti) che lascerebbero sostanzialmente inalterati i carichi inquinanti stimati con la metodologia illustrata.

2.2.1 LA CARATTERIZZAZIONE DEI REFLUI

2.2.1.1 Il frazionamento dei parametri aggregati di inquinamento

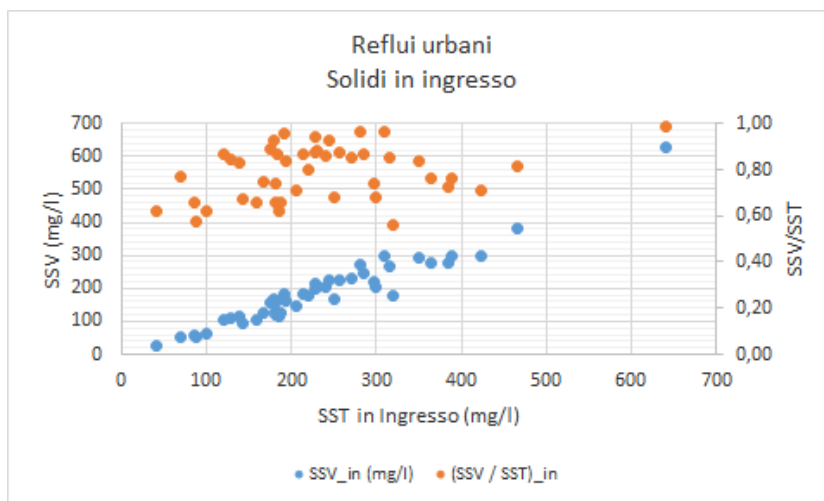
L'approccio delle tradizionali procedure di calcolo si basavano sulla conoscenza del BOD, mentre i modelli di calcolo avanzati si basano sulla caratterizzazione del carico organico da trattare espresso in COD e nelle sue frazioni. L'utilizzo di queste nuove metodologie impone un livello di conoscenza della natura dei reflui molto maggiore, con la caratterizzazione non solo dei parametri aggregati di inquinamento (COD, N, ...), ma anche delle loro componenti ($sCOD$, $sbCOD$, $snbCOD$, $pbCOD$, $pnbCOD$, ...), cioè nelle sue componenti biodegradabili e non biodegradabili, solubili e particolate, rapidamente biodegradabili e lentamente biodegradabili, ...).

In genere questi parametri possono essere desunti dall'esame delle serie storiche dei parametri rilevati in ingresso all'impianto già funzionante, di quelli in uscita e dai dati rilevati nell'impianto stesso (SSV, SST, ΔSST , ...).

2.2.1.1.1 I solidi nei reflui da trattare (SST, SSV, nbSSV)

I Solidi Sospesi presenti nel liquame (SST) si suddividono tra solidi Volatili e Non volatili (o inerti).

Tale suddivisione è stata effettuata sulla base di analisi di laboratorio effettuate su un ampio campione per il quale di disponeva di questo dato. Come riepilogato nel diagramma e nella tabella sottostanti.



Per il calcolo del fango di supero prodotto nell'impianto è necessario conoscere anche la frazione di Solidi Volatili non Biodegradabili, perché vanno ad aumentare la massa di solidi da estrarre giornalmente dal sistema.

La frazione di SSV non biodegradabile è stata determinata, dopo avere frazionato il COD, secondo la relazione:

$$nbSSV = (1 - pbCOD/pCOD) * SSV \quad (\text{vedasi Lubello – Dip. Ing. Civile Univ. Firenze})$$

dove ai pedici si darà il seguente significato:

- s = solubile;
- p = particolato
- b = biodegradabile
- nb = non biodegradabile.

2.2.1.1.2 La sostanza carboniosa nei reflui da trattare (COD)

Il COD si suddivide tra frazione solubile e articolata:

$$sCOD + pCOD = COD_{totale}$$

A loro volta le due frazioni sono così suddivise:

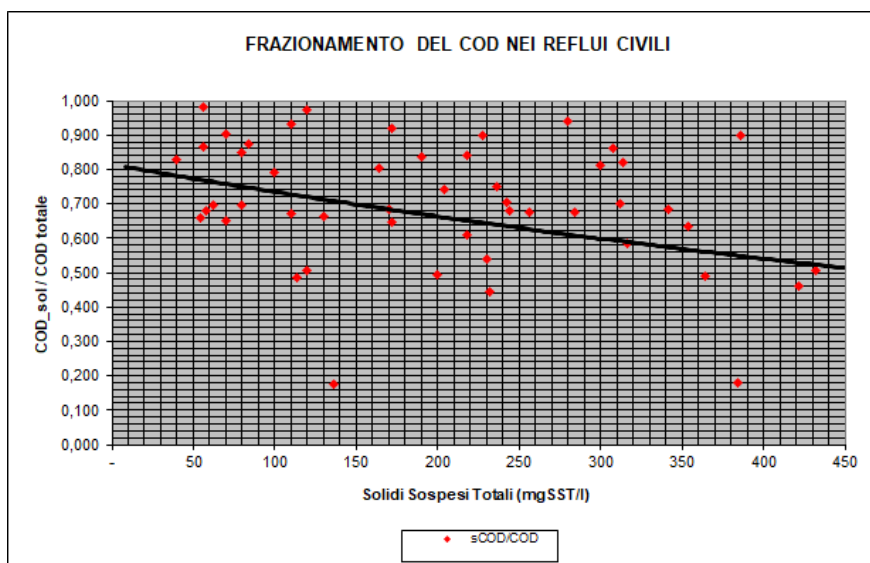
$$sCOD = sbCOD + snbCOD$$

$$pCOD = pbCOD + pnbCOD$$

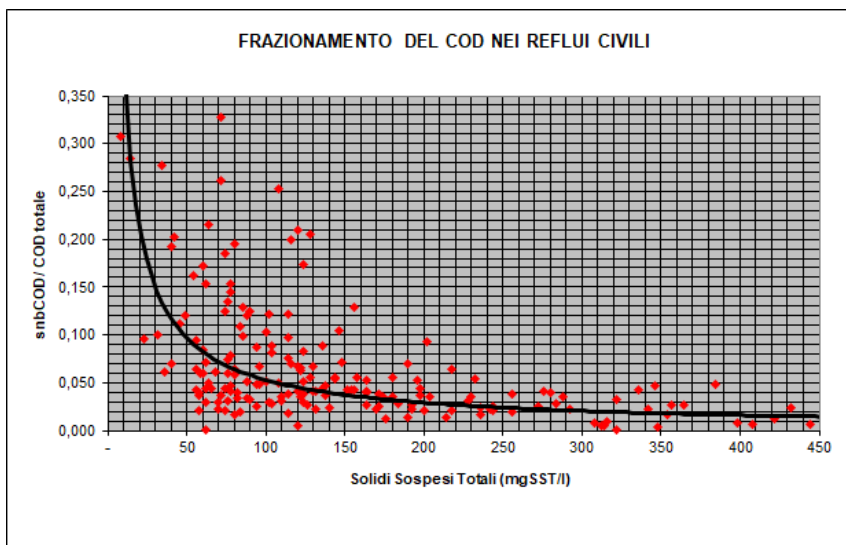
Per quanto riguarda la suddivisione del COD tra frazione solubile e articolata, si pone:

$$sCOD / COD_{totale} = 0,358$$

in analogia a quanto riscontrato in analoghi impianti italiani. il grafico allegato riporta i valori riscontrati in analoghe realtà.



La frazione di COD solubile non biodegradabile può essere direttamente misurata dall'esame dei parametri in uscita dall'impianto, come evidenziato nel grafico successivo; dove era nota la frazione di SSV volatili in uscita dall'impianto, e quindi il COD ad essi connesso. pari a 1,48 gCOD/gSSV.



Pertanto, è stato posto: $\text{snbCOD} = 0,034 \text{ COD}_{\text{totale}}$

Mentre il COD biodegradabile è calcolato con le correlazioni empiriche esistenti tra;

BOD_5 e $\text{BOD}_{\text{totale}}$

$b\text{COD}$ e $\text{COD}_{\text{totale}}$

$b\text{COD}$ e BOD_5

Le altre frazioni vengono calcolate per differenza.

2.2.1.1.3 La sostanza azotata nei reflui da trattare

Anche per l'Azoto vale la stessa suddivisione, dove viene posto:

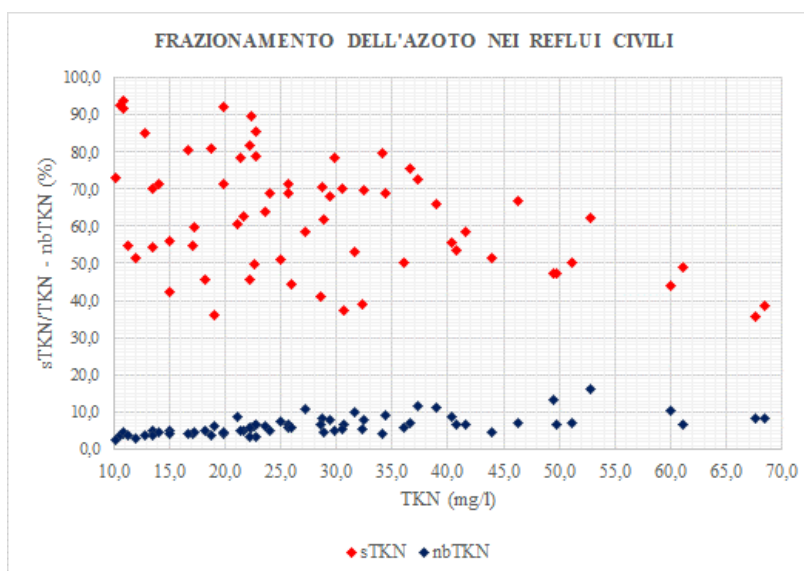
$\text{sTKN} = 0,9 \text{ TKN}$

$\text{pTKN} = 0,1 \text{ TKN}$

Per la frazione di Azoto solubile non biodegradabile si è posto: $\text{snbTKN} = 0,034 \text{ TKN}$

(vedasi Beccari e altri "Rimozione di Azoto e Fosforo dai liquami, Tab. 2.12, pag. 82 – Ed. Hoepli)

I valori normalmente riscontrati sono riportati nel grafico che segue.



2.2.1.1.4 Il Fosforo nei reflui da trattare

Analogamente a quanto assunto per l'azoto è stato adottato per il fosforo, la cui componente solubile è solitamente presente in una frazione maggiore di quella dell'azoto.

2.2.1.2 Il frazionamento per i reflui di Bagolino

Si riportano le tabelle di sintesi per le condizioni operative in cui si troverà ad operare l'impianto.

2.2.1.2.1 Condizioni Invernali

FRAZIONAMENTO DEI PARAMETRI IN INGRESSO - VALORI MEDI INVERNALI								
		Liquami grezzi						
Parametro	u.m.	Valore	%					
SST	mg/l	83,76	100,0%					
SSV	mg/l	68,7	82,0%		Concnetrazioni usuali (mg/l)			
SSNV	mg/l	15,1	18,0%		Grezzo	Con Sedim. I		
nbSSV	mg/l	10,3	15,0%	<20%	60-100	10-40	M&E pag. 559	$k_{BOD} = 0,19 - 0,75$
BOD5	mg/l	83,76	100,0%				BOD _{tot}	117 0,250
COD	mg/l	167,52	100,0%					$f_p = 0,15 - 0,20$
bCOD	mg/l	142,3	84,9%				bCOD	142 0,175
nbCOD	mg/l	25,2	15,1%					
sCOD	mg/l	60,0	35,8%				bCOD/COD	85% 70-80 %
pCOD	mg/l	107,5	64,2%					
snbCOD	mg/l	9,0	5,4%				bCOD/BOD ₅	1,699 1,6 - 1,7 M&E, pag. 64
sbCOD	mg/l	50,9	30,4%					
pnbCOD	mg/l	16,2	9,7%				pbCOD/SSV	1,57 1,3 - 1,5 Prof. R. Gori
pbCOD	mg/l	91,4	54,5%					
TKN	mg/l	20,27	100,00%					
sTKN	mg/l	14,5	71,3%					
pTKN	mg/l	5,8	28,7%					
snbTKN	mg/l	0,6	3,0%					
sbTKN	mg/l	13,8	68,3%					
pnbTKN	mg/l	1,0	5,2%					
pbTKN	mg/l	4,8	23,5%					
P ₁	mg/l	2,18	100,0%					
sP	mg/l	1,98	91,0%					
pP	mg/l	0,20	9,0%					
TKN/COD		0,121						
Portata media giornaliera (m³/h)	Abitanti Equivalenti serviti (n.)	Presenze servite (n.)			Coeffic. di punta			
67,74	2 270	2 723						
Portata massima in tempo secco (m³/h)			113,80	1,68				
Portata massima in tempo di pioggia al biologico (m³/h)			182,95	2,70				
Portata massima in tempo di pioggia ai Pre trattamenti (m³/h)			363,62	5,37				

2.2.1.2.2 Condizioni medie Estive

FRAZIONAMENTO DEI PARAMETRI IN INGRESSO - VALORI MEDI ESTATE									
		Liquami grezzi							
Parametro	u.m.	Valore	%						
SST	mg/l	133,46	100.0%						
SSV	mg/l	124.1	82.0%						
SSNV	mg/l	27.2	18.0%						
nbSSV	mg/l	18.7	15.0%	<20%	60-100	10-40	M&E pag. 559		k _{BOD} = 0,19 - 0,75
BOD5	mg/l	133,46	100.0%				BOD _{tot}	212	0,250
COD	mg/l	266,92	100.0%						f _p = 0,15-0,20
bCOD	mg/l	257,2	84.9%				bCOD	257	0,175
nbCOD	mg/l	45,6	15.1%						
sCOD	mg/l	108,4	35.8%				bCOD/COD	85%	70-80 %
pCOD	mg/l	194,4	64.2%						
snbCOD	mg/l	16,3	5.4%				bCOD/BOD ₅	1,699	1,6 - 1,7 M&E, pag. 641
sbCOD	mg/l	92,0	30.4%						
pnbCOD	mg/l	29,2	9.7%				pCOD/SSV	1,57	1,3 - 1,5 Prof. R. Gori
pbCOD	mg/l	165,1	54.5%						
TKN	mg/l	32,30	100.00%						
sTKN	mg/l	26,1	71.3%						
pTKN	mg/l	10,5	28.7%						
snbTKN	mg/l	1,1	3.0%						
sbTKN	mg/l	25,0	68.3%						
pnbTKN	mg/l	1,9	5.2%						
pbTKN	mg/l	8,6	23.5%						
P _t	mg/l	3,47	100.0%						
sP	mg/l	3,58	91.0%						
pP	mg/l	0,35	9.0%						
TKN/COD		0,121							
Portata media giornaliera (m³/h)	Abitanti Equivalenti serviti (n.)	Presenze servite (n.)					Coeffic. di punta		
61,69	3 293	3 952							
Portata massima in tempo secco (m³/h)			103,63	1,68					
Portata massima in tempo di pioggia al biologico (m³/h)			182,95	2,18					
Portata massima in tempo di pioggia ai Pre trattamenti (m³/h)			363,62	4,34					

2.2.1.2.3 Condizioni massime Estive

FRAZIONAMENTO DEI PARAMETRI IN INGRESSO - VALORI MEDI SETTIMANA DI MASSIME PRESENZE													
Parametro	u.m.	Liquami grezzi											
		Valore	%										
SST	mg/l	151,38	100,0%										
SSV	mg/l	124,1	82,0%										
SSNV	mg/l	27,2	18,0%										
nbSSV	mg/l	18,7	15,0%	<20%									
BOD ₅	mg/l	151,38	100,0%										
COD	mg/l	302,76	100,0%										
bCOD	mg/l	257,2	84,9%										
nbCOD	mg/l	45,6	15,1%										
sCOD	mg/l	108,4	35,8%										
pCOD	mg/l	194,4	64,2%										
snbCOD	mg/l	16,3	5,4%										
sbCOD	mg/l	92,0	30,4%										
pnbCOD	mg/l	29,2	9,7%										
pbCOD	mg/l	165,1	54,5%										
TKN	mg/l	36,63	100,00%										
sTKN	mg/l	26,1	71,3%										
pTKN	mg/l	10,5	28,7%										
snbTKN	mg/l	1,1	3,0%										
sbTKN	mg/l	25,0	68,3%										
pnbTKN	mg/l	1,9	5,2%										
pbTKN	mg/l	8,6	23,5%										
P _t	mg/l	3,94	100,0%										
sP	mg/l	3,58	91,0%										
pP	mg/l	0,35	9,0%										
TKN/COD		0,121											
Portata media giornaliera (m ³ /h)													
Abitanti Equivalenti serviti (n.)													
Presenze servite (n.)													
83,77	5 072	6 087											
Portata massima in tempo secco (m ³ /h)													
140,73													
Portata massima in tempo di pioggia al biologico (m ³ /h)													
182,95													
Portata massima in tempo di pioggia ai Pre trattamenti (m ³)													
363,62													

3 SINTESI DEI DIMENSIONAMENTI EFFETTUATI

Per agevolare la lettura del documento si anticipa la sintesi dei calcoli e delle verifiche effettuate e puntualmente descritti nei paragrafi successivi.

I risultati ottenuti vengono in questa sede riepilogati in forma tabellare per una rapida consultazione e comparazione. L'esame dei dati riepilogativi permette una visione complessiva dei risultati a cui si è pervenuti; ed altresì un immediato confronto tra le tre ipotesi progettuali sviluppate.

		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)			IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)			IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Linee in Funzione	Linee Acqua in Funzione (n)	1	1	1	2	2	2	1	1	1
	Linee Fango in Funzione (n)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parametri Aggregati di inquinamento in ingresso	Presenze Servite (n)	2 723	3 952	6 087	2 723	3 952	6 087	2 723	3 952	6 087
	Temperatura di riferimento nelle Linee Acqua (°C)	8,0	20,0	22,0	8,0	20,0	22,0	8,0	20,0	22,0
	Temperatura di riferimento nelle Linee Fango (°C)	12,0	22,0	24,0	12,0	22,0	24,0	12,0	22,0	24,0
	SST (mg/l)	84	133	151	84	133	151	84	133	151
	BOD ₅ (mg/l)	84	133	151	84	133	151	84	133	151
	COD (mg/l)	168	267	303	168	267	303	168	267	303
	TKN (mg/l)	20,3	32,3	36,6	20,3	32,3	36,6	20,3	32,3	36,6
	P _{tot}	2,2	3,5	3,9	2,2	3,5	3,9	2,2	3,5	3,9
Portate (m³/h)	Portata media giornaliera - Q ₂₄ (m³/h)	67,7	61,7	83,8	67,7	61,7	83,8	67,7	61,7	83,8
	Portata massima in tempo secco - Q _p (m³/h)	113,8	103,6	140,7	113,8	103,6	140,7	113,8	103,6	140,7
	Portata massima in tempo di pioggia al Biologico - Q _{pp} (m³/h)	182,9	182,9	182,9	182,9	182,9	182,9	182,9	182,9	182,9
	Portata massima in tempo di pioggia alla Desol. - Q _{ppp} (m³/h)	363,6	363,6	363,6	363,6	363,6	363,6	363,6	363,6	363,6
Volumi di processo (m³)	Sollevamento in Rete	0,0			4,2			4,2		
	Sollevamento Iniziale	0,0			8,8			8,8		
	Grigliatura	8,7			8,7			8,7		
	Desoleatura	18,4			18,4			18,4		
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	0,0	14,0	12,0	157			100		
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	24,0	10,0	12,0	291,8			120,0		
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	403			449			220		
	Sedimentazione Secondaria	754,9			756,2			252,5		
	Filtrazione	0,0			0,0			15,9		
	Disinfezione	43,2			43,2			43,2		
	TOTALE LINEA ACQUE	1 228			1 288			572		
	Stabilizzazione	403			150,4			150,0		
	Post Ispessimento	0,0			33,8			33,8		
	TOTALE LINEA FANGHI	403			184			184		
	TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO	1 631			1 473			755		
Biomassa e fanghi di supero	Solidi in Denitrificazione (mgSST/l) - [Carrier Sup. Totale (m²)]	3 700	3 000	3 500	4 000	4 000	4 000	29 250		
	Solidi in Nitrificazione (mgSST/l) - [Carrier Sup. Totale (m²)]	3 700	3 000	3 500	4 000	4 000	4 000	39 000		
	Solidi Volatili nella Biomassa - SSV/SST (%)	70,4%	72,8%	74,5%	68,9%	69,6%	72,6%	73,8%	71,1%	74,8%
	Tempo di ritenzione cellulare - MCRT (d)	17,9	9,3	6,6	22,8	15,4	9,0	10,8	11,2	6,4
	Produzione di Fanghi Totali di supero (kgSST/d)	82,9	131	215	78,9	117	200	93,7	123	218
	Solidi in Stabilizzazione (mgSST/l)	9 000	9 000	9 000	12 000	12 000	16 000	10 000	12 000	16 000
	Riduzione di Solidi Volatili in Stabilizzazione Aerobica (%)	50,3%	56,0%	57,3%	44,5%	49,5%	54,6%	62,3%	59,5%	62,7%
	Fanghi Stabilizzati alla Disidratazione (kgSST/d)	48,9	74,86	117,04	48,8	70,55	114,64	50,6	71,06	115,60
	Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno - SOUR _{SSV} (mgO ₂ /gSSV/h)	1,06	2,11	3,43	1,73	3,05	4,55	2,69	2,52	4,05
	Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno - SOUR _{SST} (mgO ₂ /gSST/h)	0,57	1,14	1,90	0,95	1,63	2,48	1,39	1,26	2,13
	Volatili nei fanghi alla Disidratazione (%)	54,2%	56,0%	55,5%	55,2%	53,6%	54,5%	51,5%	49,9%	52,6%
Sed. II°	Indice del Volume del Fango - SVI (ml/g)	150	100	100	150	100	100			
	Solidi in Uscita con Q ₂₄	4	3	5	5	3	5	16	23	30
	Solidi in Uscita con Q _p	9	6	11	12	10	10			
	Solidi in Uscita con Q _{pp}	25,4	15,5	19,2	38,8	16,6	16,7			
	Carica batterica MEDIA in uscita - E.C. (UFC/100 ml)	5,E+04	4,E+04	5,E+04	5,E+04	4,E+04	5,E+04	7,E+04	7,E+04	8,E+04
	Carico Superficiale dei solidi con Q _p (kg/m²/h)	6,9	4,6	7,49	4,89	8,91	8,94			
	Carico Superficiale dei solidi con Q _{pp} (kg/m²/h)	11,0	8,1	9,73	13,17	11,57	11,58			
Parametri in uscita dai processi biologici - prima della Filtrazione (mg/l)	COD	13,6	17,7	22,0	14,4	17,7	21,6	19,9	30,1	37,7
	BOD ₅	7,7	8,8	11,1	7,0	6,5	9,2	5,7	8,6	10,8
	NH ₄ -N	4,0	0,7	0,9	1,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0
	NO₃-N	14,3	2,0	4,9	2,0	5,9	7,8	3,8	4,9	6,3
	TKN-N	5,1	2,3	2,8	2,0	1,8	2,3	1,2	1,8	2,2
	N_{tot}-N	19,4	4,3	7,7	4,0	7,7	10,1	5,0	6,7	8,5
	P _{tot}	0,7	0,7	0,5	0,9	1,2	0,9	0,2	0,2	0,3
Filtrazione finale e Parametri in uscita dopo la Filtrazione (mg/l)	Numero di Filtri Installati							1		
	Superficie complessiva filtrante Utile (m²)							30,0		
	Carico Superficiale di solidi sulle tele con Q _p (gSST/m²/h)							61	80	142
	Carico Superficiale di solidi sulle tele con Q _{pp} (gSST/m²/h)							98	142	185
	COD allo scarico (mg/l)							8,4	14,2	15,8
	BOD₅ allo scarico (mg/l)							2,4	4,1	4,5
	NH ₄ -N allo scarico (mg/l)							0,0	0,0	0,0
	NO₃-N allo scarico (mg/l)							3,8	4,9	6,3
	TKN-N allo scarico (mg/l)							1,2	1,8	2,2
	N_{tot}-N allo scarico (mg/l)							5,0	6,7	8,5
	P _{tot} allo scarico (mg/l)							0,2	0,2	0,3
	SST allo scarico con Q₂₄ (mg/l)							6	8	11
	Carica batterica MEDIA in uscita dalla Filtrazione - E.C. (UFC/100 ml)							5,E+04	6,E+04	6,E+04
Nitrificazione	AOR (kgO₂/d)	265	292	445	221	331	485	210	331	460
	SOR (kgO₂/d)	525	596	947	447	715	1 063	442	772	1 083
Stabilizzazione	AOR (kgO₂/d)	51	99	166	41	71	143	50	54	123
	SOR (kgO₂/d)	122	244	409	117	205	521	118	146	415
Produzione Aria	Portata di Aria Media necessaria per i processi biologici (m³/h)	497	1 351	1 789	246	394	586	509	888	1 246
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	385	385	385	485	485	485	435	435	435
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	6,6	17,8	23,6	4,0	6,4	9,5	7,5	13,1	18,3
	Portata di Aria Media necessaria per la Stabilizzazione (m³/h)	153	307	515	86	151	383	93	115	305
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	385	385	385	485	485	485	455	455	455
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	2,0	4,4	7,3	1,4	2,6	6,7	1,4	1,9	5,0
Ricircoli Interni	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (0,025 kW/m³) kW	10,1	10,1	10,1	3,9	3,9	3,9	2,5	2,5	2,5
	Portata dalla Sedimentazione II alla Denitrificazione con Q ₂₄	51,8	37,0	54,4	64,4	43,2	62,8	0,0	0,0	0,0
	Prevalenza richiesta	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	0,9	0,7	1,0	1,2	0,8	1,1	0,0	0,0	0,0
	Portata dalla Nitrificazione alla Denitrificazione con Q ₂₄	0	0	0	0	0	0	61,0	61,7	58,6
	Prevalenza richiesta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4
Bilanci Elettrici medi	Potenze Elettriche Impegnate - Totale (kW)	19,6	33,0	42,0	10,5	13,7	21,3	11,4	17,5	25,9
	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (kWh/d)	0	141	121	94	94	94	60	60	60
	Sistema di Aerazione Linea Acque (kWh/d)	157	178	284	96	153	228	180	314	440
	Sistema di Aerazione Linea Fanghi (kWh/d)	36	79	132	25	48	121	26	34	91
	Ricircolo Fanghi (kWh/d)	23	16	24	28	19	27	0	0	0
	Ricircolo Nitrati (kWh/d)	0	0	0	0	0	0	9	9	9
	Consumo Totale Giornaliero (kWh/d)	216	415	560	243	314	470	274	417	600
	Consumo Totale Annuale (kWh/y)	105 360			99 726			120 193		

4 CALCOLI PRELIMINARI NELLE VARIE IPOTESI PROGETTUALI

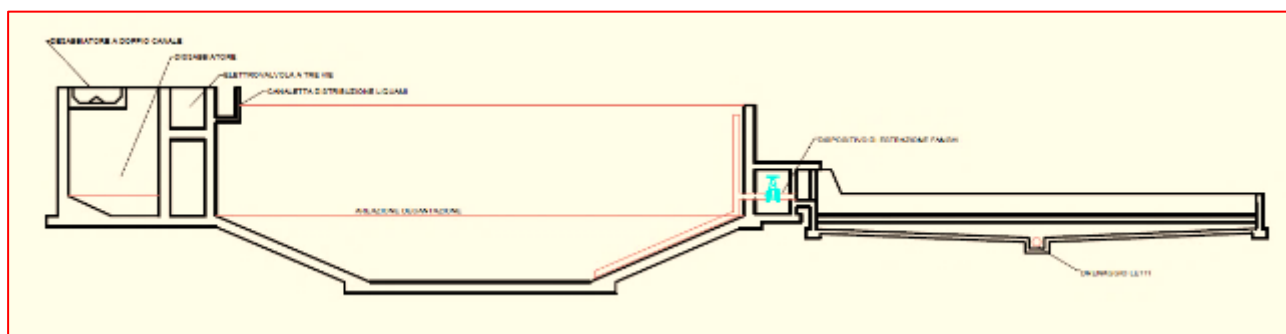
4.1 IPOTESI I – RISTRUTTURAZIONE DEL DEPURATORE ESISTENTE

4.1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'impianto attuale dispone di volumi per circa 805 m³, paria circa 132 litri per presenza servita (6087 presenze), che alla temperatura di 22 gradi (settimana di massime presenze) appare esuberante rispetto a quanto strettamente necessario. Rispetto ai carichi medi invernali i volumi disponibili ammontano a circa 296 litri per presenza servita, che anche a temperature molto basse costituisce un valore elevato rispetto al necessario.

Comparto	ESISTENTE								
	Linee parallele	Larghezza / Diametro (m)	Lunghezza (m)	Altezza totale (m)	Franco Idraulico (m)	Superficie unitaria (m ²)	Volume unitario (m ³)	Volume totale (m ³)	Volume totale di processo (m ³)
Vasca Esistente (piante superiore)	2	12,00	12,00	2,60	0,60	144	374	749	576
Vasca Esistente (base tronco piramide)	2	5,00	5,00	1,50	0,00	25	115	229	229
TOTALE VOLUMI									805

Tuttavia, la forma tronco conica delle due vasche parallele ne sconsiglia la suddivisione in più comparti, sì da poter articolare adeguatamente i volumi disponibili in più sezioni impiantistiche.



Infatti, l'impianto necessita di:

- 1) Una nuova sezione di pretrattamenti, con grigliatura, dissabbiatura, sfioratore delle acque di pioggia;
- 2) Sezioni biologiche di Denitrificazione e Nitrificazione;
- 3) Sedimentazione secondaria e disinfezione finale;
- 4) Stabilizzazione aerobica del fango;
- 5) Locale tecnologico, con sala quadri, sala soffiatori, sala disidratazione del fango, servizi igienici.

Per poter utilizzare al meglio le volumetrie disponibili, si propone un processo biologico con aerazione alternata o **"Intermittent Aeration"**.

Il processo di depurazione biologica con rimozione dell'azoto (Nitrificazione-Denitrificazione) può essere realizzato in bacino unico, attraverso l'alternanza delle fasi di aerobiosi (ossidazione-nitrificazione) e anossia (denitrificazione). In altri termini, si realizza una trasformazione "spazio/tempo", mediante temporizzazione ciclica delle fasi depurative in volume unico, equivalenti

ai volumi di reazione prefissati, come nel caso dei sistemi tradizionali. La fornitura ciclica (on/off) di aria consente l'instaurarsi di condizioni aerobiche ed anossiche adeguate allo sviluppo di processi sequenziali di nitrificazione e denitrificazione.

Dal punto di vista del controllo, il processo di aerazione intermittente può essere implementato attraverso:

- il controllo temporizzato (prefissato dei cicli): più economico, ma in genere meno efficiente (applicabile a situazioni di carico in ingresso con caratteristiche pressoché costanti nel tempo);
- il controllo real-time (cicli definiti di volta in volta in base alle condizioni di processo) utilizzando strumentazione analitica per la misura on-line dei parametri di processo (es.: OD, ORP, pH, NH₄, NO₃): controllo più accurato e che fornisce maggiori garanzie rispetto alla qualità dell'effluente depurato.

Una strategia di controllo ottimale per i processi a cicli alternati, prevede un controllo dell' N_{tot} nell'effluente attraverso una corretta gestione delle fasi di aerazione e anossia, non soltanto in termini di durata, ma anche sulla base del trend di concentrazioni di N_{tot} esistenti. Tali logiche vengono affidate real-time a un controllo automatizzato del sistema di aerazione.

con questa ipotesi, una delle due vasche può essere utilizzata come reattore biologico per la Nitrificazione e Denitrificazione; mentre nell'altra si realizzerebbe la stabilizzazione aerobica.

Non è la migliore scelta per la riconversione dei volumi disponibili, ma è l'unica compatibile con la forma tronco-conica della soletta di fondo.

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con lay-out dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di una sola Linea Acque ed una sola Linea Fanghi, con inevitabili difficoltà nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria.

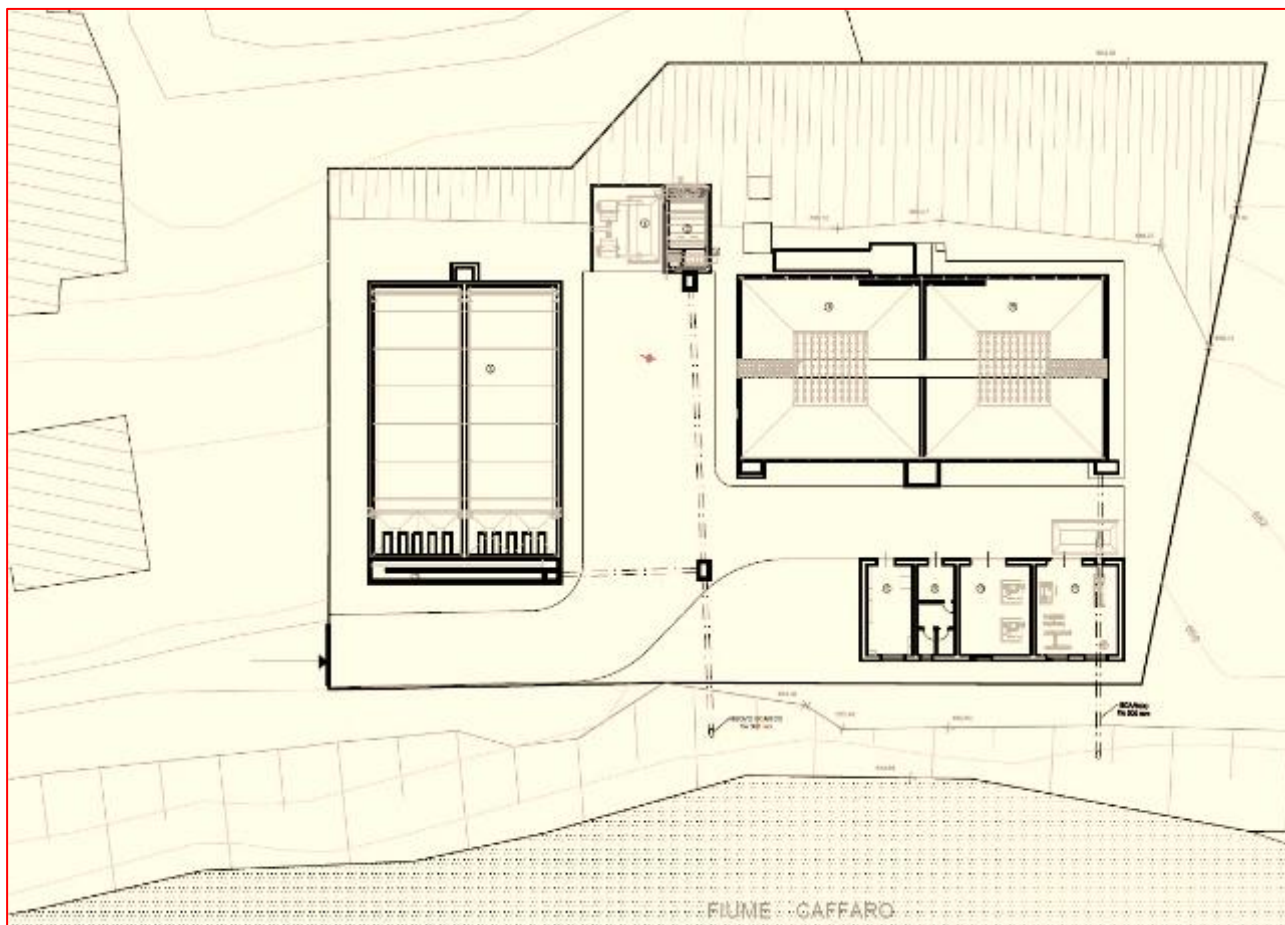
Le sezioni da costruire a nuovo sono:

- grigliatura con dissabbiatura;
- sedimentazione secondaria;
- disinfezione
- disidratazione
- locale tecnologico.

LEGENDA	
①	GRIGLIATURA
②	DISSABBIATURA
③	BYPASS IMPIANTO
④	STABILIZZAZIONE
⑤	CICLI ALTERNATI
⑥	SEDIMENTAZIONE
⑦	DISINFEZIONE
⑧	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑨	SPOGLIATOI/BAGNI
⑩	LOCALE SOFFIATORI
⑪	LOCALE DISIDRATAZIONE
	PALO ENEL DA SPOSTARE

		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione Intermittente)		
Volumi di processo (m ³)	Grigliatura	8,7		
	Desoleatura	18,4		
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	0,0	14,0	12,0
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	24,0	10,0	12,0
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	403		
	Sedimentazione Secondaria	754,9		
	Disinfezione	43,2		
	TOTALE LINEA ACQUE	1 228		
	Stabilizzazione	403		
	TOTALE LINEA FANGHI	403		
TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO		1 631		

I volumi di processo sono riepilogati nella tabella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...).



Ipotesi I - Depuratore Esistente Ristrutturato - Schema di processo "IA"

4.1.2 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO "IA"

4.1.2.1 Condizioni Invernali

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	2 723
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO INVERNALE	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	597
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 8 °C	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M.)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
	simbolo	u.m.	l/d
Portata di progetto:	Q	mc/h	67,7
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Q _r	mc/h	51,8
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	8,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,77
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O ₂ nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	O _a	mg/l	2,0
O ₂ nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	O _s	mg/l	1,0
O ₂ nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	O _r	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	N _{ur}	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	X _t	mg/l	3 700
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	17,9
Età totale dei fanghi	SRT	d	17,9
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	S _f		1,06
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	84
Frazione di solidi non volatili in ingresso	f _{xti}		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nb}		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	167,5
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	20,3
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	2,2
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,20
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,7043
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
Fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{h,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1703
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{h,d}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0852
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{h,O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{h,N_{O3}}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	b _{n,T}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0284
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	K _{n,T}	mgN-NH ₃ /l	0,2486
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	K _{r,T}	l/(mgVASS*d)	0,0106
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgNSSV/(mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mn,T}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0895
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	b _{d,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0284
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{d,T}	mgN-NO ₃ /l	0,0249
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{md,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0497
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1,T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0808
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2,T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0401
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3,T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0505
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{rh}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	1,2516
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{ra}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,5006
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{raN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,2002
Costante di semisaturazione dell'Idrolisi	K _x	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs} - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔS _{bs}	mgSbCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	H _{P,T}	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCOD _h	mgSbCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	S _{bsa}	mgSbCOD/l	50,92

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	Y	mgP/mgSSV	0,0570
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps	mgP/l	1,48
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte		0,69
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,000
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	4,0011
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	0,6
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	4,116
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 218 209 633
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,4586
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	5,07
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	3,5937
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	11,6
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			51,766
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgsCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgsCOD/l	0,03
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0465
Frazione di biomassa utilizzando COD immediatamente disponibile	fx1m		0,2136
COD biodegradabile	Sbi		28,9
Frazione di biomassa utilizzando COD biodegradabile	fx3m		0,3138
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,000
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influento, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	1,3
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	14,33
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 484 816 938
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		1,000
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,000
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	401
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	171
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	81
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	265
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	12,9
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _e	mgO2/gSSV/h	1,99
Coefficiente α			0,81
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	10,86
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			1,98
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	525
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,196
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,092
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	27,4
Residui cellulari	B	KgSSV/d	12,5
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	1,6
nbSSV nell'influento	D	KgSSV/d	16,8
SSNV inerti nell'influento	E	KgSSNV/d	24,5
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px,SST	KgSST/d	82,9
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px,SSV	KgSSV/d	58,4
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SSST		0,70
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,33
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	7,2
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste COD	mg/l	13,6
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste BOD5	mg/l	7,7
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste N	mg/l	19,4
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste P	mg/l	0,7

4.1.2.1.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 8 °C		150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	67,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	51,8
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,77
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	119,56
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		60,4
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,70
SV30	ml/l	555,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	104
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		40,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	7,9
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	384
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,17
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	50,97
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	4,12
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		12,37
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	212,39
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,55
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,31
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	4,1
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	4,1
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m*h)	5,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m*h)	5,6
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	4,4

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO SECCO		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 8 °C	g/ab/d	150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	113,8
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	88,1
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,30
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	201,87
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		101,4
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,70
SV30	ml/l	555,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	104
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		68,4
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	7,9
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	384
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,17
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	86,06
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,36
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		16,07
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	358,59
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,93
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,05
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	5,3
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	6,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m*h)	2,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m*h)	4,1
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	9,4

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 8 °C	g/ab/d	150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	139,55
RAPPORTO DI RICIRCOLO		2,06
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	322,49
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		163,0
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,70
SV30	ml/l	555,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	104
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		109
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	7,9
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	384
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,17
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	137,49
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	6,77
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		20,31
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	572,87
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,49
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	7,1
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	11,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	2,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	25,4

4.1.2.1.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO INVERNALE		Supero (KgSST/d)	76
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 8 °C		Cr (Kg/Mc)	7,9
		SSV/SST	0,70
		Età del fango in ingresso	17,9
		ALTITUDINE (S.L.M.)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	9 646
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,402
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	12,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	9 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	75,00
Età totale dei fanghi	SRT	d	75,35
Fattore di sicurezza	Sf		3,15
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	8 186
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	553
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	315
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,33
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,33
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5422
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1909
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0318
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	0,3953
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0119
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μmnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,1423
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0318
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,0395
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μmdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0791
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	0,1674
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,0546
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0568
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	/Sbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		54,55
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		48,67
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	266,58
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,001

PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,1837
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		357,511
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		524 343 092
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,5503
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		0,73
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		276,4061
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	275,9
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	ρ_x		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0032
COD biodegradabile	Sbi		5 454,9
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0005
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,001
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		6,7
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		269,557
	C		6,730
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,025
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	269,6
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		3 688 037 141
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,999
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,001
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	410
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	39
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	11
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	51
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	1,06
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	0,57
Coefficiente α			0,604
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	9,91
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,40
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	122
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,20
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,03
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,198
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	1 845
Solidi Sospesi inerti nell'influente	nbSSNV _{in}	mgSS/l	2 748
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	36
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	9
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	18
SST inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	27
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,54
Fanghi estratti dalla stabilizzazione		KgSST/d	49
Riduzione di solidi volatili ottenuta			0,50
riduzione totale di solidi			0,35
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str SST	mg/l	90
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste COD	mg/l	72
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste BOD5	mg/l	21
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste N	mg/l	270
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste P	mg/l	267

4.1.2.2 Condizioni medie Estive

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	3 952
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO ESTATE	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	375
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 20 °C	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M.)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
	simbolo	u.m.	l/d
			1480456,825
Portata di progetto:	Q	mc/h	61,7
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Q _r	mc/h	37,0
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	20,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,60
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O ₂ nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	O _a	mg/l	2,0
O ₂ nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	O _s	mg/l	1,0
O ₂ nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	O _r	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	N _{ur}	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	X _t	mg/l	3 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	9,3
Età totale dei fanghi	SRT	d	9,2
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	Sf		1,01
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	133
Frazione di solidi non volatili in ingresso	f _{xti}		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nb}		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	266,9
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	32,3
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	3,5
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,23
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,7284
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
Fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{h,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2400
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{hdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1200
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{h_h,O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{h_h,NO₃}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	b _{nT}	mgN/SSV/(mgN/SSV*d)	0,0400
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	K _{nT}	mgN-NH ₃ /l	1,0000
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0150
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgN/SSV/mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgN/SSV/(mgN/SSV*d)	0,3600
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0400
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO ₃ /l	0,1000
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2000
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	0,7200
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,1010
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0720
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{th}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	2,0270
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{thA}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,8108
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{thAN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,3243
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs} - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔS _{bs}	mgscCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	H _{P1}	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCOD _h	mgscCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	S _{bsa}	mgscCOD/l	81,14
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ	mgP/mgSSV	0,0570
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	P _s	mgP/l	2,74
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	P _{te}		0,73
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	f _{xm}		0,583

PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	0,6990
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	1,0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	6,559
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 005 500 015
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,5862
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	2,25
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	6,4262
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	23,6
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			90,992
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HPT	d	0,099
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgCOD/l	90,99
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,1298
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,1082
COD biodegradabile	Sbi		141,7
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0658
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,583
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	32,3
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	2,00
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 208 167 281
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,417
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,583
Volume del reattore anossico	V1	mc	235
Volume del reattore aerobico	V2	mc	168
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	233
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	150
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	292
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	16,6
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _H	mgO2/gSSV/h	4,00
Coefficiente α			0,85
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	8,26
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,04
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	596
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,300
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,164
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	50,8
Residui cellulari	B	KgSSV/d	16,9
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	3,2
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	24,4
SSNV inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	35,6
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	P _{x,SST}	KgSST/d	130,9
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	P _{x,SSV}	KgSSV/d	95,4
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,73
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,35
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	4,6
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste_COD	mg/l	17,7
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste_BOD5	mg/l	8,8
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste_N	mg/l	4,3
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste_P	mg/l	0,7

4.1.2.2.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 20 °C	SVI (ml/g)	100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	61,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	37,0
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,60
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	98,70
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		36,0
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,00
SV30	ml/l	300,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	100
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		30,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,1
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	300
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,50
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	32,90
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	3,31
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		9,93
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	137,08
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,46
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,00
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,29
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	2,7
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	2,7
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	5,1
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	5,1
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	3,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 20 °C	SVI (ml/g)	100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	103,6
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	61,7
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,00
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	165,32
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		60,4
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,00
SV30	ml/l	300,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	100
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		51
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,1
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	300
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,50
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	55,11
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	4,29
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		12,86
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	229,61
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,77
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,00
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,96
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	3,4
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	4,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m ² *h)	2,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	3,7
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	6,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 20 °C	SVI (ml/g)	100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	107,95
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,75
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	290,90
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		106,7
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	3,00
SV30	ml/l	300,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	100
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		89,8
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,1
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	300
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,50
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	96,97
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,69
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		17,06
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	404,03
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,35
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,00
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	4,7
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	8,1
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	2,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	15,5

4.1.2.2.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO ESTATE		Supero (KgSST/d)	126
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 20 °C		Cr (Kg/Mc)	8,1
		SSV/SST	0,73
		Età del fango in ingresso	9,3
		ALTITUDINE (S.L.M)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	15 521
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,647
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	22,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	9 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	49,46
Età totale dei fanghi	SRT	d	48,46
Fattore di sicurezza	Sf		7,25
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	8 779
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	593
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	338
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,28
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,27
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5414
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0159
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	µmnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,4540
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,1261
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	µmdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2522
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	1,0368
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,1178
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0764
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	ΔSbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		63,59
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		47,91
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	290,18
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,001

PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,2016
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		417,811
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		709 821 067
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,5744
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		0,78
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		256,1320
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	336,2
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	ρ_x		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0007
COD biodegradabile	Sbi		6 359,2
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0004
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,001
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		8,8
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		327,765
	C		8,823
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,027
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	327,8
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		3 631 649 506
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,999
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,001
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	403
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	77
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	22
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	99
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	2,11
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	1,14
Coefficiente α			0,604
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,89
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,45
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	244
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,63
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,10
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,225
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	1 635
Solidi Sospesi inerti nell'influente	nbSSNV _{in}	mgSS/l	2 420
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	67
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	15
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	25
SST inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	38
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,54
Fanghi estratti dalla stabilizzazione		KgSST/d	75
Riduzione di solidi volatili ottenuta			0,56
riduzione totale di solidi			0,41
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str SST	mg/l	90
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste COD	mg/l	72
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste BOD5	mg/l	21
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste N	mg/l	329
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste P	mg/l	290

4.1.2.3 Condizioni massime Estive

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	6 087
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MASSIME PRESENZE	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	330
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 22 °C	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			l/d
	simbolo	u.m.	2010435,31
Portata di progetto:	Q	mc/h	83,8
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Qr	mc/h	54,4
Temperatura di progetto	Tmin	°C	22,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,65
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	2,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	3 500
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	6,6
Età totale dei fanghi	SRT	d	6,6
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	Sf		1,17
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	151
Frazione di solidi non volatili in ingresso	f _{xti}		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nb}		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	302,8
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	36,6
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	3,9
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,23
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,7447
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{hHT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{hdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1271
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{h_O2}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{h_NO3}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	b _{nT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	K _{nT}	mgN-NH3/l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	k _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0159
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,4540
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO3/l	0,1261
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2522
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	1,0368
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,1178
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0764
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	2,1967
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,8787
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{hAN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,3515
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs} - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔS _{bs}	mgSbCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	H _{PT}	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCOD _h	mgSbCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	S _{bsa}	mgSbCOD/l	92,03

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	Y	mgP/mgSSV	0,0570
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps	mgP/l	3,48
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte		0,46
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,500
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	0,9360
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	1,1
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	7,439
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 186 017 940
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,7174
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	2,75
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	7,8897
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	26,0
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			100,082
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HPT	d	0,061
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgCOD/l	100,08
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,1298
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0916
COD biodegradabile	Sbi		155,9
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0709
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,500
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influyente, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	32,8
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	4,91
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 410 074 369
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,500
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,500
Volume del reattore anossico	V1	mc	201
Volume del reattore aerobico	V2	mc	201
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	341
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	225
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	445
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	21,0
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _H	mgO2/gSSV/h	4,49
Coefficiente α			0,82
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,89
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,13
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	947
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,318
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,216
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	93,4
Residui cellulari	B	KgSSV/d	23,6
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	5,3
nbSSV nell'influyente	D	KgSSV/d	37,5
SSNV inerti nell'influyente	E	KgSSNV/d	54,8
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px.SST	KgSST/d	214,6
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px.SSV	KgSSV/d	159,8
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,74
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,38
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	10,4
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste_COD	mg/l	22,0
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste_BOD5	mg/l	11,1
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste_N	mg/l	7,7
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste_P	mg/l	0,5

4.1.2.3.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	83,8
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	62,8
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,75
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	146,59
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		59,0
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		43,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	54,82
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	4,27
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		12,82
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	228,43
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,68
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,39
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	5,4
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	5,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	7,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	7,0
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	4,9

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	140,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	100,5
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,20
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	241,25
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		99,2
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		71,6
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	90,22
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,48
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		16,45
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	375,94
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,12
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,30
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	6,8
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	8,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m ² *h)	3,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	5,0
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	10,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	129,84
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,55
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	312,79
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		128,9
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		92,8
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	116,98
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	6,24
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		18,73
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	487,41
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,45
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	7,9
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	11,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	3,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	16,6

4.1.2.3.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MASSIME PRESENZE		Supero (KgSST/d)	204
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO - T = 22 °C		Cr (Kg/Mc)	8,9
		SSV/SST	0,74
		Età del fango in ingresso	6,6
		ALTITUDINE (S.L.M.)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	22 860
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,952
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	24,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	9 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	30,98
Età totale dei fanghi	SRT	d	30,98
Fattore di sicurezza	Sf		7,42
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	9 844
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	665
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	379
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,25
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,27
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5546
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2691
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	1,5904
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0168
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	µmnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,5726
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,1590
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	µmdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,3181
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	1,4930
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,1374
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0810
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatizzazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	ΔSbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		73,49
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		58,55
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	320,60

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,001
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,2476
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		483,265
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		980,241582
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,6692
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		0,92
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		284,0459
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	380,2
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0005
COD biodegradabile	Sbi		7349,2
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0004
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,001
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influento, che può subire denitrificazione	Dpp		9,4
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		371,192
	C		9,361
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,025
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	371,2
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		3627395688
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,999
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,001
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	403
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	129
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	37
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	166
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	3,43
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	1,90
Coefficiente α			0,604
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,54
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,47
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	409
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,79
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,13
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,232
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	1686
Solidi Sospesi inerti nell'influento	nbSSNV _{in in}	mgSS/l	2484
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	114
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	26
nbSSV nell'influento	D	KgSSV/d	39
SST inerti nell'influento	E	KgSSNV/d	57
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,55
Fanghi estratti dalla stabilizzazione		KgSST/d	117
Riduzione di solidi volatili ottenuta			0,57
Riduzione totale di solidi			0,43
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str _{SST}	mg/l	90
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste _{COD}	mg/l	74
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste _{BOD5}	mg/l	22
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste _N	mg/l	372
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste _P	mg/l	321

4.2 IPOTESI II-A – NUOVO IMPIANTO A FANGHI ATTIVI (CAS)

4.2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con lay-out dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di n.2 Linee Acque in parallelo ed una sola Linea Fanghi, con evidenti vantaggi nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria.

Rispetto alla soluzione precedente è presente anche una sezione di post-ispessimento dei fanghi, introdotta per agevolare il funzionamento in automatico della sezione di disidratazione del fango. Sono inoltre presenti n. 2 sollevamenti; il primo presso l'impianto dismesso, come già illustrato al paragrafo precedente ed il secondo presso l'impianto.

LEGENDA	
①	SOLLEVAMENTO IN RETE
②	SOLLEVAMENTO INIZIALE
③	GRIGLIATURA
④	DESOLEATURA
⑤	DENITRIFICAZIONE
⑥	NITRIFICAZIONE
⑦	STABILIZZAZIONE
⑧	POST ISPESSIMENTO
⑨	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA
⑩	DISINFEZIONE
⑪	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑫	SPOGLIATOI/BAGNI
⑬	LOCALE SOFFIATORI
⑭	LOCALE DISIDRATAZIONE
×-×-×	RECINZIONE

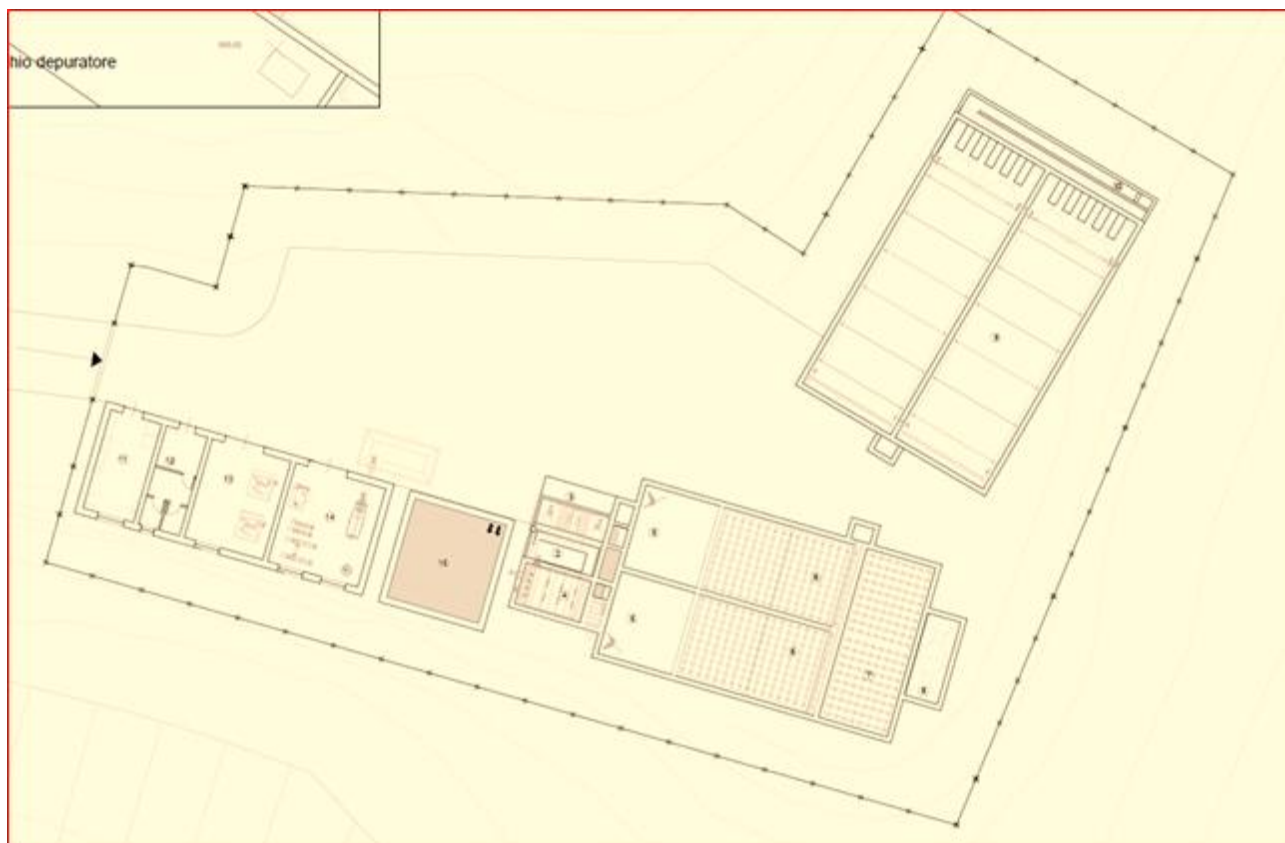
I volumi di processo sono riepilogati nella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...).

Come può rilevarsi, i volumi di processo della Linea Acque sono dello stesso ordine di grandezza di quelli della precedente soluzione, mentre vengono ridimensionati i volumi della stabilizzazione aerobica, in quanto rigorosamente ristretti al necessario.

		IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)
Volumi di processo (m³)	Sollevamento in Rete	4,2
	Sollevamento Iniziale	8,8
	Grigliatura	8,7
	Desoleatura	18,4
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	157
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	291,8
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	449
	Sedimentazione Secondaria	756,2
	Disinfezione	43,2
	TOTALE LINEA ACQUE	1 288
	Stabilizzazione	150,4
	Post Ispessimento	33,8
	TOTALE LINEA FANGHI	184
TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO		1 473

I sedimentatori secondari hanno le stesse dimensioni di quanto precedentemente previsto, non essendosi tenuto conto della probabile minore qualità dei fanghi nel processo "IA", anche se in Italia questo fenomeno sembra che non venga condiviso dalle imprese commerciali che forniscono i sistemi di gestione di questo processo. Lo scrivente è di parere contrario.

Per gli aspetti planimetrici, il lay-out dell'impianto dovrà svilupparsi utilizzando al massimo la parte pianeggiante del terrazzamento naturale, come evidenziato nelle immagini successive.



Ipotesi II-A – Nuovo Depuratore delocalizzato - Schema di processo convenzionale “CAS”

4.2.2 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO A F.A. CONVENZ. "CAS"

4.2.2.1 Condizioni Invernali

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	2 723
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO INVERNALE	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	597
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M.)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
	simbolo	u.m.	l/d
			1625770,175
Portata di progetto:	Q	mc/h	67,7
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Qr	mc/h	64,4
Temperatura di progetto	Tmin	°C	8,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,95
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	2,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	4 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{ca}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	22,8
Età totale dei fanghi	SRT	d	22,8
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	Sf		0,81
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	84
Frazione di solidi non volatili in ingresso	f _{x_{ti}}		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nb}		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	167,5
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	20,3
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	2,2
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,19
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,6893
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{hT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1703
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{hD}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0852
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{h_{O2}}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{h_{NO3}}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	b _{nT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0284
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	K _{nT}	mgN-NH3/l	0,2486
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0106
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0895
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0284
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO3/l	0,0249
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0497
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0808
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0401
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0505
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	1,2516
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,5006
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{hAN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,2002
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs} - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔS _{bs}	mgbsCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	HPT	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCOD _h	mgbsCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	S _{bsa}	mgbsCOD/l	50,92

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	Y	mgP/mgSSV	0,0570
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps	mgP/l	1,31
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte		0,86
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,350
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	1,0416
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	0,6
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	4,116
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 420 665 241
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,3996
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	2,05
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	3,3398
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	14,9
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			46,855
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0,050
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgCOD/l	46,85
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,1298
Frazione di biomassa utilizzando COD immediatamente disponibile	fx1m		0,5455
COD biodegradabile	Sbi		73,0
Frazione di biomassa utilizzando COD biodegradabile	fx3m		0,1255
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,350
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influento, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	12,5
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	2,00
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 795 944 764
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,650
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,350
Volume del reattore anossico	V1	mc	157
Volume del reattore aerobico	V2	mc	292
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	177
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	104
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	221
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	9,4
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _e	mgO2/gSSV/h	1,99
Coefficiente α			0,80
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	10,86
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,02
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	447
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,196
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,076
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	22,6
Residui cellulari	B	KgSSV/d	13,2
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	1,8
nbSSV nell'influento	D	KgSSV/d	16,8
SSNV inerti nell'influento	E	KgSSNV/d	24,5
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px.SST	KgSST/d	78,9
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px.SSV	KgSSV/d	54,4
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,69
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,32
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	8,6
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste COD	mg/l	14,4
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste BOD5	mg/l	7,0
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste N	mg/l	4,0
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste P	mg/l	0,9

4.2.2.1.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: ESTIVE - FANGO CON SVI =		150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	67,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	64,4
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,95
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	132,09
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		64,1
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	600,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	99
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		46,1
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,2
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	396
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,14
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	58,10
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	4,40
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		13,20
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	242,08
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,61
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,31
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	4,9
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	4,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	5,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	5,6
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	5,3

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO SECCO		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	113,8
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	108,4
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,60
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	222,19
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		107,7
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	600,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	99
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		77,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,2
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	396
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,14
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	97,73
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,71
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		17,12
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	407,19
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,03
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,05
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	6,5
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	8,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m ² *h)	2,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	4,1
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	11,6

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		150
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	67,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	172,74
RAPPORTO DI RICIRCOLO		2,55
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	355,69
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		173,1
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	600,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	99
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		124
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	8,2
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	396
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,14
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	156,44
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	7,22
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		21,66
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	651,85
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,65
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,63
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	8,9
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	13,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	2,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	38,8

4.2.2.1.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO INVERNALE		Supero (KgSST/d)	70
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	8,2
		SSV/SST	0,69
		Età del fango in ingresso	22,8
		ALTITUDINE (S.L.M.)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	8 547
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,356
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	12,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	12 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	37,00
Età totale dei fanghi	SRT	d	37,00
Fattore di sicurezza	Sf		2,43
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	8 395
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	567
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	323
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,37
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,36
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5519
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1909
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0318
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	0,3953
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0119
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	µ _{am} T	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,1423
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0318
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,0395
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	µ _{md} T	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0791
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	0,1674
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,0568
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0568
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	ΔSbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		53,13

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		60,44
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	262,87
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		-0,003
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,2787
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		347,646
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		347,244,708
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,7156
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		0,99
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		314,0180
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	252,2
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0034
COD biodegradabile	Sbi		5,313,0
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0006
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		-0,003
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influenza, che può subire denitrificazione	Dpp		4,6
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		247,986
	C		4,560
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,018
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	248,0
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1,799,276,791
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		1,003
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		-0,003
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	150
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	32
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	9
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	41
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	1,73
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	0,95
Coefficiente α			0,511
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporramento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	9,91
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,84
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	117
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,20
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,03
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,190
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	2,082
Solidi Sospesi inerti nell'influenza	nbSSNV _{in}	mgSS/l	3,102
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	31
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	9
nbSSV nell'influenza	D	KgSSV/d	18
SST inerti nell'influenza	E	KgSSNV/d	27
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,55
Fanghi estratti dalla stabilizzazione			
Riduzione di solidi volatili ottenuta		KgSST/d	49
riduzione totale di solidi			0,31
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str _{SST}	mg/l	120
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste _{COD}	mg/l	98
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste _{BOD5}	mg/l	29
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste _N	mg/l	249
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste _P	mg/l	263

4.2.2.2 Condizioni medie Estive

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	3 952
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MESI 6-7-8	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	375
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			l/d
	simbolo	u.m.	1480456,825
Portata di progetto:	Q	mc/h	61,7
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Qr	mc/h	43,2
Temperatura di progetto	Tmin	°C	20,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,70
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	2,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	4 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	15,4
Età totale dei fanghi	SRT	d	15,4
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	Sf		2,22
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	Xti	mg/l	133
Frazione di solidi non volatili in ingresso	fxti		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	ftv_nb		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	266,9
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	32,3
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	3,5
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbS		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	fbp		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,21
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,6960
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	bh _{HT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2400
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	bhd _T	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1200
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Yh _{H₂O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Yh _{H₂NO₃}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	bn _T	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0400
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	Kn _T	mgN-NH ₃ /l	1,0000
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	Kr _T	l/(mgVASS*d)	0,0150
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/(mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,3600
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	bd _T	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0400
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	Kd _T	mgN-NO ₃ /l	0,1000
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2000
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1 _T	mgN/(mgVASS*d)	0,7200
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2 _T	mgN/(mgVASS*d)	0,1010
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3 _T	mgN/(mgVASS*d)	0,0720
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	2,0270
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,8108
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{hAN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,3243
Costante di semisaturazione dell'Idrolisi	K _x	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔSbs	mgSbCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	H _{FT}	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCOD _H	mgSbCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	Sbsa	mgSbCOD/l	81,14

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	Y	mgP/mgSSV	0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps	mgP/l	2,25
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte		1,22
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,352
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	0,4126
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	1,0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	6,559
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 416 334 275
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,4273
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	1,81
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	5,5112
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	25,0
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			85,639
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0,063
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgCOD/l	85,64
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,1298
Frazione di biomassa utilizzando COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0878
COD biodegradabile	Sbi		133,4
Frazione di biomassa utilizzando COD biodegradabile	fx3m		0,0603
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,352
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influento, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	27,0
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	5,88
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 799 376 593
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,648
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,352
Volume del reattore anossico	V1	mc	158
Volume del reattore aerobico	V2	mc	292
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	253
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	159
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	331
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	14,0
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _e	mgO2/gSSV/h	4,00
Coefficiente α			0,80
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	8,26
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,16
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	715
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,300
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,110
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	35,0
Residui cellulari	B	KgSSV/d	19,3
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	2,8
nbSSV nell'influento	D	KgSSV/d	24,4
SSNV inerti nell'influento	E	KgSSNV/d	35,6
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px,SST	KgSST/d	117,0
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px,SSV	KgSSV/d	81,4
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,70
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,32
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	4,7
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste COD	mg/l	17,7
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste BOD5	mg/l	6,5
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste N	mg/l	7,7
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste P	mg/l	1,2

4.2.2.2.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: ESTATE - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	61,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	43,2
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,70
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	104,87
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		43,5
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		31,1
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	39,22
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	3,62
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		10,85
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	163,41
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,49
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,29
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	3,9
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	3,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	5,1
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	5,1
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	3,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO SECCO		
CONDIZIONI: ESTATE - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	140,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	99,9
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,62
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	240,66
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		99,2
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		71,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	90,00
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,48
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		16,43
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	375,02
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,11
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,30
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	6,0
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	8,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	2,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	5,0
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	10,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: ESTATE - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	61,7
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	129,54
RAPPORTO DI RICIRCOLO		2,10
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	312,49
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		128,9
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		92,8
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	116,87
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	6,24
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		18,72
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	486,94
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,45
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,57
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	7,1
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	11,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	2,2
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	16,6

4.2.2.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MESI 6-7-8		Supero (KgSST/d)	108
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	9,7
		SSV/SST	0,70
		Età del fango in ingresso	15,4
		ALTITUDINE (S.L.M.)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	11 128
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,464
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	22,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	12 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	25,60
Età totale dei fanghi	SRT	d	25,60
Fattore di sicurezza	Sf		5,58
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	9 969
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	674
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	404
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,34
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,28
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5360
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0159
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	µmnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,4540
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,1261
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	µmdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2522
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	1,0368
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,1178
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0764
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatizzazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	ΔSbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		65,95
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		68,73
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	335,42

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		-0,001
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,2756
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		432,116
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		405 627 807
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,7451
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		1,02
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		339,5586
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	333,0
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0007
COD biodegradabile	Sbi		6 594,7
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0005
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		-0,001
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influenza, che può subire denitrificazione	Dpp		6,9
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		326,430
	C		6,925
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,021
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	326,4
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 804 703 696
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		1,001
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		-0,001
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	150
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSS/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	55
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	16
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	71
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	3,05
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	1,63
Coefficiente α			0,511
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,89
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,90
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	205
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,63
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,10
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,205
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	2 280
Solidi Sospesi inerti nell'influenza	nbSSNV _{in in}	mgSS/l	3 376
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	50
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	12
nbSSV nell'influenza	D	KgSSV/d	25
SST inerti nell'influenza	E	KgSSNV/d	38
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,54
Fanghi estratti dalla stabilizzazione		KgSST/d	71
Riduzione di solidi volatili ottenuta			0,50
riduzione totale di solidi			0,34
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str _{SST}	mg/l	120
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste _{COD}	mg/l	95
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste _{BOD5}	mg/l	28
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste _N	mg/l	327
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste _P	mg/l	335

4.2.2.3 Condizioni massime Estive

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		ABITANTI (PRESENZE)	6 087
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MASSIME PRESENZE	l/ab/d	PORTATA AFFLUITA	330
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUIRE	g/ab/d	COD SPECIFICO	100
	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
PASSO 1: DATI DI INGRESSO		ALTITUDINE (S.L.M)	800
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			l/d
	simbolo	u.m.	2010435,31
Portata di progetto:	Q	mc/h	83,8
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	Qr	mc/h	62,8
Temperatura di progetto	Tmin	°C	22,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla Sedimentazione	s		0,75
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	2,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	2,00
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	4 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	9,0
Età totale dei fanghi	SRT	d	9,0
Fattore di sicurezza sul volume di Nitrificazione	Sf		1,93
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Totali in ingresso	Xti	mg/l	151
Frazione di solidi non volatili in ingresso	fxti		0,18
Frazione di Solidi volatili non biodegradabili in ingresso	ftv nb		0,150
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	302,8
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	36,6
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	3,9
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbS		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	fbp		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,71
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,03
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	nbSSV/SSV	0,22
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,7255
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	bh _{HT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	bhdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1271
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Yh _{H₂O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Yh _{H₂NO₃}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa in ambiente aerobico	bnT	mgN/SSV/(mgN/SSV*d)	0,0424
Costante di semisaturaz. della biom. Autotrofa	KnT	mgN-NH ₃ /l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0159
Rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgN/SSV/(mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgN/SSV/(mgN/SSV*d)	0,4540
Tasso di respirazione endogena della massa Denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO ₃ /l	0,1261
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2522
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	1,0368
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,1178
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0764
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	2,1967
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,8787
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anaerobico	k _{hAN}	mgbpCOD/(mgSSV*d)	0,3515
Costante di semisaturazione dell'Idrolisi	Kx	mgbpCOD/d/mgSSV _H	0,6757
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs - COD solubile biodegradabile consumato nel reattore anaerobico	ΔSbs	mgSbCOD/l	0,00
Tempo di ritenzione idraulica in Defosfatazione	HPT	d	0,000
COD particolato Idrolizzato in Defosfatazione	sCODh	mgSbCOD/l	0,00
COD solubile prontamente biodegradabile (solubile + idrolizzato)	Sbsa	mgSbCOD/l	92,03

PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ	mgP/mgSSV	0,0570
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps	mgP/l	3,06
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte		0,87
PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,351
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae	mgN/l	0,6409
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue	mgN/l	1,1
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi	mgN/l	7,439
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)	mgSSV	1 499 537 840
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe	mgN/l	0,6791
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte	mgN/l	2,32
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns	mgN/l	7,1850
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	27,1
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
			94,363
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HPT	d	0,045
COD particolato Idrolizzato in ingresso dalla Dfosfatazione	sCODh	mgCOD/l	0,00
COD particolato Idrolizzato in Denitrificazione	sCODh	mgCOD/l	94,36
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,1298
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0783
COD biodegradabile	Sbi		147,0
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0681
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,351
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influenza, che può subire denitrificazione	Dpp	mgNO3/l	28,8
PASSO 7: si fissa il rapporto di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		-
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mgNO3/l	7,79
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 799 807 482
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,649
Frazione di biomassa nel reattore anaerobico	fx1		0,351
Volume del reattore anossico	V1	mc	158
Volume del reattore aerobico	V2	mc	292
Concentrazione di solidi nel reattore anaerobico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	362
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	235
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	485
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR	mgO2/gSSV/h	18,6
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno in condizioni Endogene	SOUR _e	mgO2/gSSV/h	4,49
Coefficiente α			0,80
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	2,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,89
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,19
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	1 063
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,318
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			2,00
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Carico del fango		kgBOD5/kgSST/d	0,169
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	76,1
Residui cellulari	B	KgSSV/d	26,2
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	5,0
nbSSV nell'influenza	D	KgSSV/d	37,5
SSNV inerti nell'influenza	E	KgSSNV/d	54,8
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px,SST	KgSST/d	199,6
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px,SSV	KgSSV/d	144,8
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SSST		0,73
Produzione specifica di Solidi Totali	DSST/DCOD	kgSSV/kgCODr	0,35
Solidi Totali in uscita dalla sedimentazione	DSSTe/d	kgSST/d	9,8
PASSO 12: calcolo delle concentrazioni nell'effluente			
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste_COD	mg/l	21,6
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste_BOD5	mg/l	9,2
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste_N	mg/l	10,1
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste_P	mg/l	0,9

4.2.2.3.1 Verifica dei sedimentatori

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MEDIA CON SECCO		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	83,8
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	62,8
RAPPORTO DI RICIRCOLO		0,75
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	146,59
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		59,0
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		43,5
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	54,82
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	4,27
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		12,82
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	228,43
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	0,68
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	12,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,39
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	5,4
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	5,4
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	7,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	7,0
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	4,9

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON SECCO SECCO		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	140,7
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	100,5
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,20
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	241,25
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		99,2
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		71,6
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	90,22
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	5,48
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		16,45
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	375,94
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,12
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,30
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	6,8
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	8,9
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m³/(m²*h)	3,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m³/(m²*h)	5,0
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	10,1

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		
SIMULAZIONE: PROGETTO - PORTATA MASSIMA CON PIOGGIA		
CONDIZIONI: INVERNALI - FANGO CON SVI =		100
PASSO 1. DATI DI PROGETTO:	U.M.	
PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /h	83,8
PORTATA DI PROGETTO	m ³ /h	182,9
PORTATA DI RICIRCOLO	m ³ /h	129,84
RAPPORTO DI RICIRCOLO		1,55
PORTATA DI CALCOLO AL SEDIMENTATORE	m ³ /h	312,79
PORTATA DI RICIRCOLO MINIMO NECESSARIO		128,9
NUMERO DI LINEE PARALLELE	n	2
TIPOLOGIA DEL PONTE (aspirato = 1; altro = 0)		1
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NELLA MISCELA AERATA	Kg/m ³	4,00
SV30	ml/l	400,0
INDICE DEL FANGO DILUITO DSVI	ml/g	84
CARICO SUPERFICIALE DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv})	l/(m ² *h)	450
CARICO IDRAULICO DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv} /h _{tot})		92,8
EFFICIENZA DI ISPESSIMENTO DEL FANGO		0,6
TEMPO DI ISPESSIMENTO (t _{TH})	h	2,5
CONCENTRAZIONE DI FANGHI NEL RICIRCOLO	Kg/m ³	9,7
Comparative Sludge Volume (CSV)	(ml/l)	337
Carico idraulico superficiale ammissibile (q _A)	(m ³ /m ² *h)	1,34
Superficie di sedimentazione necessaria	m ²	116,98
Larghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore	m	6,24
Lunghezza minima accettabile per il singolo sedimentatore		18,73
LARGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE	m	6,0
LUNGHEZZA ADOTTATA PER IL SINGOLO SEDIMENTATORE		18,0
CARICO EFFETTIVO SUP. DEL VOLUME DEL FANGO (q _{sv_eff})	l/(m ² *h)	487,41
CARICO IDRAULICO EFFETTIVO (q _{A_eff})	(m ³ /m ² *h)	1,45
ALTEZZA TOTALE DEL SEDIMENTATORE	m	3,50
SVILUPPO CANALINA	m	28,0
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE MEDIO	m ³ /(m ² *h)	0,78
CARICO IDRAULICO SUPERFICIALE DI PUNTA	m ³ /(m ² *h)	1,69
CARICO DEI SOLIDI MEDIO	KgSST/(m ² *h)	7,9
CARICO DEI SOLIDI DI PUNTA	KgSST/(m ² *h)	11,6
PORTATA ALLO STRAMAZZO MEDIA	m ³ /(m*h)	3,0
PORTATA ALLO STRAMAZZO DI PUNTA	m ³ /(m*h)	6,5
SOLIDI TOTALI IN USCITA	mg/l	16,6

4.2.2.3.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO (BS)		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA DI PROGETTO MASSIME PRESENZE		Supero (KgSST/d)	190
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	9,7
		SSV/SST	0,73
		Età del fango in ingresso	9,0
		ALTITUDINE (S.L.M.)	800,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	19 616
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,817
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	24,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	16 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	fxa		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	20,87
Età totale dei fanghi	SRT	d	20,86
Fattore di sicurezza	Sf		6,16
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	10 392
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	702
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	400
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	fbs		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	fup		0,28
Frazione di COD solubile non biodegradabile	fus		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	fna		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	fni		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,25
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	fi	SSV/SST	0,5455
COD dei solidi volatili	fcv	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	fn	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	fp	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	bhT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2691
rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Yh	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	bnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	KnT	mgN-NH3/l	1,5904
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	KrT	l/(mgVASS*d)	0,0168
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Yn	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	µmnT	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,5726
tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	bdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	KdT	mgN-NO3/l	0,1590
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	µmdT	mgSSV/(mgSSV*d)	0,3181
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K1T	mgN/(mgVASS*d)	1,4930
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K2T	mgN/(mgVASS*d)	0,1374
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K3T	mgN/(mgVASS*d)	0,0810
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatizzazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta Sbs	ΔSbs		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	Sbsa		74,84
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	Pf		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	Ps		70,81
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	Pte	mg/l	329,41

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,002
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,3075
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		491,606
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		712 132 441
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,8039
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		1,11
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		319,3360
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	381,7
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0006
COD biodegradabile	Sbi		7 483,6
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0004
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,002
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		11,7
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		370,360
	C		11,672
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,032
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	370,4
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		2 396 522 253
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,998
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,002
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	149
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	111
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	32
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	143
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	4,55
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	2,48
Coefficiente α			0,408
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	7,54
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			3,65
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	521
PASSO 11: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Costante di decadimento endogeno della biomassa eterotrofa	Kd	d ⁻¹	0,79
Costante di decadimento endogeno della biomassa autotrofa	Kdn	d ⁻¹	0,13
Frazione di biomassa sotto forma di residui cellulari	f _d	gSSV/gSSV	0,220
Solidi Sospesi Volatili non biodegradabili nella biomassa attiva	nbSSV _{bio}	mgSSV/l	1 965
Solidi Sospesi inerti nell'influente	nbSSNV _{in_in}	mgSSV/l	2 895
Solidi Volatili Biodegradabili in ingresso	SSV _{in}	KgSSV/d	99
Solidi Volatili Biodegradabili in Uscita	SSV _{out}	KgSSV/d	24
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	39
SST inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	57
Contenuto in solidi volatili in uscita		SSV/SST	0,55
Fanghi estratti dalla stabilizzazione		KgSST/d	115
Riduzione di solidi volatili ottenuta			0,55
riduzione totale di solidi			0,40
PASSO 12: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str _{SST}	mg/l	160
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste _{COD}	mg/l	129
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste _{BOD5}	mg/l	38
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste _N	mg/l	371
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste _P	mg/l	329

4.3 IPOTESI II-B – NUOVO IMPIANTO A BIOMASSA ADESA IN LETTO MOBILE (MBBR)

4.3.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con layout dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di n. 1 Linea Acque ed una sola Linea Fanghi. Per dare maggiore flessibilità all'impianto si può equipaggiare la Denitrificazione con gli aeratori di fondo, che nel caso specifico, sono costituiti da semplici tubi forati. Sono evidenti vantaggi nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria: infatti una sola vasca può far fronte, in emergenza alla domanda di depurazione, almeno per la componente carbonio (BOD5, COD ed SST), si veda al proposito l'Allegato 1 alla Relazione Tecnica.

Per la chiarificazione ci si affida a n. 2 sedimentatori lamellari, la cui efficienza è assicurata dal basso contenuto di solidi nell'effluente da chiarificare (in genere dell'ordine di qualche centinaio di milligrammi al litro). Alla chiarificazione seguirà una sezione di filtrazione. Essa è consigliabile perché una frazione del fango prodotto è molto fine (filler) e di difficile sedimentabilità a meno che non si ricorra a flocculanti o ad altre tecniche di chiarificazione (p.e. la flottazione ad aria disciolta – DAF). Come nella soluzione precedente, è presente anche una sezione di post-ispessimento dei fanghi, introdotta per agevolare il funzionamento in automatico della sezione di disidratazione del fango. Sono inoltre presenti n. 2 sollevamenti; il primo presso l'impianto dimesso, come già illustrato al paragrafo precedente ed il secondo presso l'impianto.

La stabilizzazione avrà lo stesso volume previsto per la soluzione precedente. I volumi di processo sono riepilogati nella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...). Come può rilevarsi, i volumi di processo della Linea Acque sono circa la metà di quanto necessario per un processo a biomassa sospesa (F.A.).

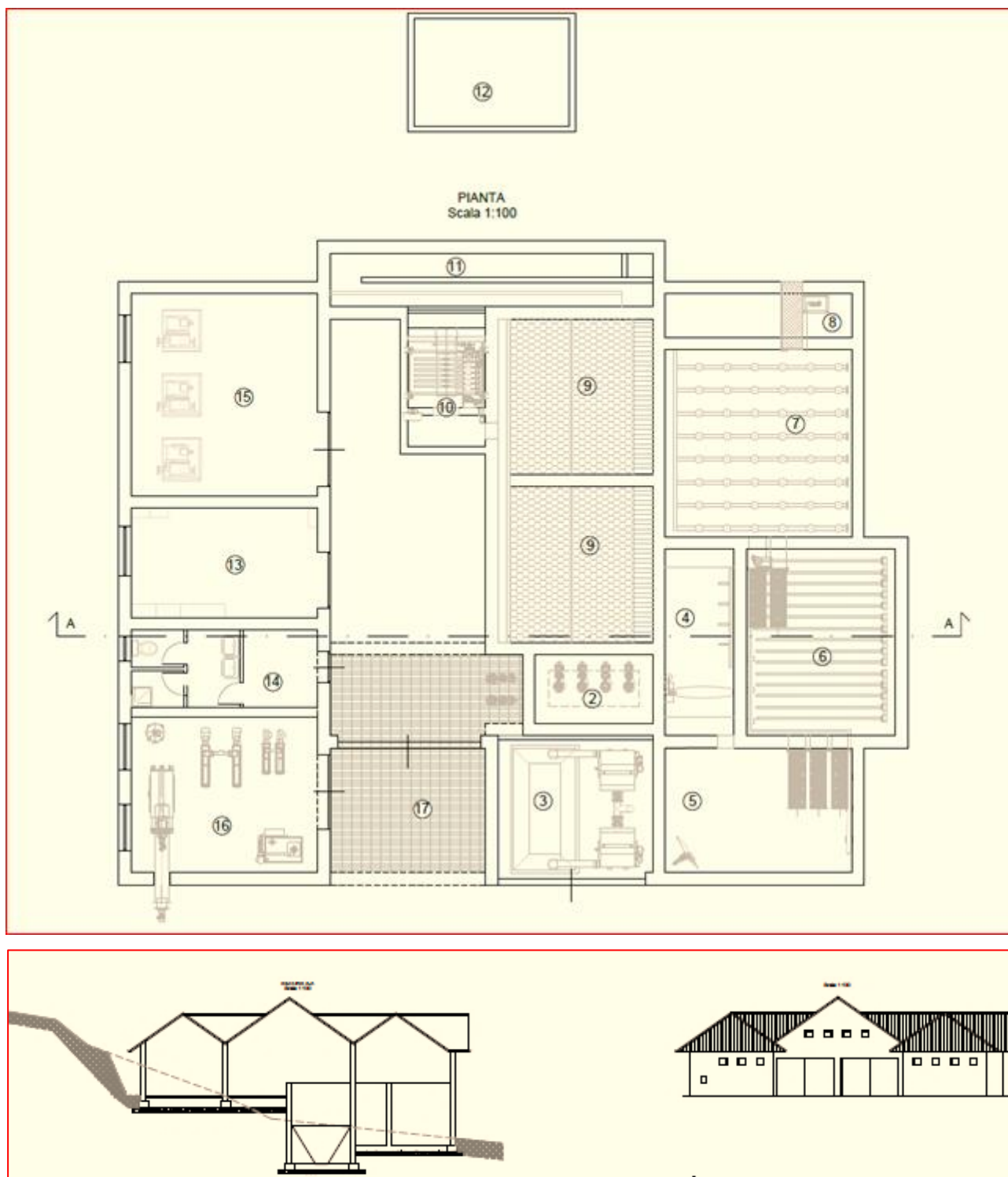
Ma la maggiore economia in termini di volumi si ottiene dalla possibilità di fare conveniente utilizzo della tecnologia di chiarificazione mediante pacchi lamellari.

Mentre le profondità delle vasche possono essere mantenute identiche a quelle previste per il processo a fanghi attivi, ma con un franco maggiore (generalmente è di 80 cm), necessario per le

LEGENDA	
①	SOLLEVAMENTO IN RETE
②	SOLLEVAMENTO INIZIALE
③	GRIGLIATURA
④	DESOLEATURA
⑤	DENITRIFICAZIONE
⑥	NITRIFICAZIONE
⑦	STABILIZZAZIONE
⑧	POST ISPESSIMENTO
⑨	SEDIMENTAZIONE
⑩	FILTRAZIONE
⑪	DISINFEZIONE
⑫	BIOFILTRO
⑬	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑭	SPOGLIATOI/BAGNI
⑮	LOCALE SOFFIATORI
⑯	LOCALE DISIDRATAZIONE

		IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)
Volumi di processo (m³)	Sollevamento in Rete	4,2
	Sollevamento Iniziale	8,8
	Grigliatura	8,7
	Desoleatura	18,4
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	100
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	120,0
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	220
	Sedimentazione Secondaria	252,5
	Filtrazione	15,9
	Disinfezione	43,2
	TOTALE LINEA ACQUE	572
	Stabilizzazione	150,0
	Post Ispessimento	33,8
	TOTALE LINEA FANGHI	184
	TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO	755

fasi di avvio del processo, che in questo caso non può essere innescato con inoculi, ma bisogna attendere che la biomassa adesiva si formi da sola. Per gli aspetti planimetrici, date le minori superfici necessarie, l'impianto può essere contenuto in un unico edificio coperto, di cui si riporta una planimetria ipotetica di prima approssimazione. Complessivamente, l'impianto occuperebbe una superficie di appena 468 m².



La tabella seguente riepiloga le dimensioni dei reattori biologici di Denitrificazione e Nitrificazione.

A seguire la tabella con le caratteristiche dei mezzi di riempimento che faranno da supporto per pellicola biologica.

VOLUME DISPONIBILE	DENITRIFICAZIONE	NITRIFICAZIONE
Larghezza (m)	5,00	5,00
Lunghezza (m)	5,00	6,00
Altezza totale (m)	4,80	4,80
Franco idraulico (m)	0,80	0,80
Volume lordo (m3)	120,0	144,0
Volume netto (m3)	100,0	120,0

Volume di carirere (m3)		
DENITRIFICAZIONE	OSSID/NITRIFICAZ	
45	60	Volumi Apparente carriers (m3)
650,0	650,0	Superficie specifica (m2/m3)
100	120	Volumi vasche (m3)
45,0%	50,0%	Grado di riempimento (%)
131	131	Peso in Mucchio (kg/m3)
0,958	0,958	Peso specifico dei carrier (kg/m3)
6,2	8,2	Volume effettivo dei carrier (m3)
0,058	0,069	Tempo di residenza idraulica effettivo (d)
1,39	1,65	Tempo di residenza idraulica effettivo (h)

È da evidenziare che il grado di riempimento dei due reattori è inferiore al massimo consentito, evidenziandosi quindi una potenzialità di depurazione residua che può essere attivata in qualsiasi momento, aggiungendo ulteriori carriers. Questo fattore costituisce nei fatti una “**riserva operativa**” dell'impianto.

4.3.2 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL PROCESSO “MBBR”

4.3.2.1 Condizioni Invernali

IMPIANTO: BAGOLINO		PRESENZE	2 723
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA MESI 1-2-12	l/ab/d	PORTATA UNITARIA	597.0
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE	g/ab/d	BOD5 SPECIFICO	50.0
	g/ab/d	COD SPECIFICO	100.0
PASSO 1: DATI DI INGRESSO	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12.1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1.3
		ALTITUDINE (S.L.M.)	0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
Portata di progetto:	Q	mc/h	67.74
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	8.0
Superficie disponibile di Carrier	Scarrier	m ²	68 250.0
Biomassa adesiva specifica in Denitrificazione	XSSV _{H, DN}	g/m ²	6.96
Biomassa adesiva specifica in Ossidazione	XSSV _{H, OX}	g/m ²	7.54
Biomassa totale presente nel sistema	M	kgSSV	498
Biomassa presente specifica media	Mi	gSST/m ²	7.29
Età totale media dei fanghi	SRT _T	d	10.77
Età dei fanghi in Denitrificazione	SRT _{DN}		14.48
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Eterotrofi)	SRT _{OX}		9.75
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Autotrofi)	SRT _{NT}		7.58
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Sospesi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	84
Frazione di Solidi Sospesi non volatili in ingresso	f _{x ti}		0.180
Frazione di Solidi Sospesi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{lv nb}		0.150
BOD ₅ totale in ingresso	Sti _{COD}	mg/l	83.8
COD biodegradabile come frazione del BOD ₅	bCOD/BOD ₅		1.699
COD totale in ingresso	Sti _{COD}	mg/l	167.5
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	20.3
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	2.2
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0.304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0.097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0.545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0.054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0.680
Frazione di Azoto organico particolato non biodegradabile	f _{n nb}		0.0515
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0.034
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0.738
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1.42
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0.12
Fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0.015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{H, T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0.1703
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{a, T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0.0284
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{H, O2}	mgSSV/mgCOD	0.4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{H, NO3}	mgSSV/mgCOD	0.3803
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _d	mgN-NO3/l	0.0249
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa	b _{N, T}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0.0284
Costante di semisaturaz. per la nitrificazione	K _{N, T}	mgN-NH3/l	0.2486
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	K _r	l/(mgSSV*d)	0.0106
Rendimento di crescita della biom. Autotrofa	Y _{N, A}	mgNSSV/mgN-NH3	0.1000
Tasso di crescita della biomassa Autotrofa	μ _{mn, T}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0.0895
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{OH}	d ⁻¹	1.8523
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{oA}	d ⁻¹	0.7409
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	gbpCOD/d/gSSV _H	0.6757
PASSO 2: DENITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Denitrificazione	SST _{H, DN}	kgSSV	204
COD solubile non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	s _{nb} COD _{in}	mg _{nb} COD/l	9.0
COD solubile biodegradabile nel reattore di denitrificazione	s _b COD _{in}	mg _s bCOD/l	72.7
COD particolato non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	p _{nb} COD _{in}	mg _{pnb} COD/l	16.2
COD particolato biodegradabile nel reattore di denitrificazione	p _b COD _{in}	mg _p bCOD/l	3.74
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0.06
COD Idrolizzato	sCOD _h	mg _s COD/l	44.4
Velocità specifica massima di denitrificazione	v _D	gNOx-N/m ² /d	0.4200
Rapporto di ricircolo dalla Nitrificazione	Q _r /Q ₂₄		0.90
Concentrazione di Nitrati nel ricircolo dalla Nitrificazione	S _{NO3, rD}	mgNO ₃ /l	3.8
Nitrati in ingresso nella Denitrificazione (Massa)	NO _{3, in}	gNO ₃ /d	5 521
Concentrazione di Nitrati in ingresso alla Denitrificazione	S _{NO3, in}	mgNO ₃ /l	1.8
Velocità specifica massima di denitrificazione alle condiz. di progetto	v _{D, T}	gNOx-N/m ² /d	0.3518
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione (Massa)	N _{DO}	gNOx-N/d	10 291
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione	N _{DO}	mgNOx-N/l	3.33
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di denitrificazione	SCOD _s	mgCOD/l	16.90
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	14.070
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	0.723
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	N _{rs, DN}	mgNOx-N/l	0.55
Azoto ridotto in uscita dal reattore di denitrificazione	NH ₄ -N _{out}	mgNH ₄ -N/l	10.31
Azoto Ossidato in uscita dal reattore di Denitrificazione	NO ₃ -N _{out}	mgNO ₃ -N/l	0.09
Diametro griglia di passaggio	P _g	mm	549.2
Lunghezza griglia di passaggio	L _g	mm	1 800.0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	55.0
numero di griglie necessarie	n		3.0
Carico idraulico applicato		m/h	45.6

PASSO 3: OSSIDAZIONE DEL CARBONIO E NITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Ossidazione	SST _{A,NT}	kgSSV	294
Rapporto bCOD/TKN nei reflui in ingresso	bCOD/TKN	mgbCOD/mgTKN	8,24
Frazione di biomassa Autotrofa	f _N	%	0,033
Fosforo in ingresso alla Nitrificazione	Pin	mgP/l	1,234
Carico specifico di Fosforo applicato	LR _{A,P}	gPO4-p/m2/d	0,098
Fosforo che si può rimuovere	LR _P	mP/m2/d	0,083
Fosforo rimosso	Pr	mgP/l	1,049
Contenuto di fosforo nei solidi volatili	gP/gSSV	P/SSV	0,0878
Azoto solubile non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	snbN _{in}	mgN/l	0,69
Azoto particolato non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	pnbN _{in}	mgN/l	1,0
Azoto ridotto biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	sbNH4-N _{in}	mgNH4-N/l	7,2
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Nitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	1,17
Azoto ridotto totale da ossidare nel reattore di Nitrificazione	NH4-N _{in}	mgNH4-N/l	6,05
COD solubile non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	snbCOD _{in}	mgsnbCOD/l	9,05
COD solubile biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpnbCOD/l	59,5
COD particolato non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpbCOD/l	16,2
COD particolato biodegradabile nel reattore di Ossidazione	sCOD _{h/l}	mgCOD/l	-
Tempo di ritenzione idraulica in Nitrificazione	HRT	d	0,0688
COD Idrolizzato	sCOD _h	mgCOD/l	3,74
Carico Organico applicato	LR _{sCOD}	gsCOD/m2/d	0,2206
Resa di abbattimento del COD	1/sCOD	%sCOD	0,9463
COD solubile rimosso	sCOD _r	sCOD/l	56,3
Cinetica intrinseca di ossidazione con ossigeno	k _{OF,O}	kgO2/m3/d	100
Cinetica intrinseca di ossidazione con nitrati	k _{OF,N}	kgNO3-N2/m3/d	35
Coefficiente di diffusione dell'ossigeno	D _{O2}	m ² /d	0,00021
Coefficiente di diffusione del nitrato	D _{NO3-N}	m ² /d	0,00016
Concentrazione di ossigeno nel reattore di Ossidazione	DO _{ox}	mgO2/l	3,0
Velocità specifica massima di denitrificazione in presenza di ossigeno	v _{0,T0}	gNOx-N/m ² /d	0,1873
Potenziale di denitrificazione nel reattore di Ossidazione	N_{ro}	mgNOx-N/l	2,36
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Ossidazione	SCOD _s	mgCOD/l	9,53
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	1,17
COD solubile biodegradabile in uscita	sbCOD _l	mgCODout/l	1,00
Velocità specifica di nitrificazione alle condizioni di progetto	v _{0,T0}	gNOx-N/m ² /d	0,67
Azoto ridotto ossidato in Nitrati	NO3-N	gNOx-N/l	6,05
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di Nitrificazione (Autotrofi)	Px _A	KgSSV/d	1,3
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di ossidazione (Eterotrofi)	ΔSSVOX	kgSSV/d	30,1
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di ossidazione	ΔSSVOX	kgSSV/d	5,5
Azoto Ossidato in uscita dall'impianto	NO3-N_{out}	mgNO3-N/l	3,77
Azoto ammoniacale in uscita dall'impianto	NH4-N _{out}	mgN/l	0,0
COD Solubile biodegradabile in uscita dall'impianto	sbCOD _{out}	mgCOD/l	3,2
Fosforo in uscita dall'impianto	P _{out}	mgP/l	0,19
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Eterotrofa (AOTR)	AOTR _H	KgO2/h	5,5
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Autotrofa (AOTR)	AOTR _A	KgO2/h	3,3
Richiesta Biologica totale di ossigeno in Ossidazione	ΔOTP _{ox}	kgO2/h	8,8
Coefficiente α	a		0,80
Coefficiente β	b		0,95
Fattore di sporamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto	DO ₂	mgO2/l	11,90
Solubilità dell'ossigeno in acqua pulita alla Temperatura di progetto	sO ₂	mgO2/l	9,46
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,10
Richiesta di ossigeno in condizioni standard (SOTR)		Kg O2/h	18
Battente utile nel reattore	hu	m	3,80
Concentrazione di ossigeno in aria alla temperatura di progetto	O ₂	gO2/m3	287,5
Rendimento di trasferimento del sistema di aerazione	SOTE	%/m	3,50%
Portata di aria necessaria	N	m3/h	509
Portata di aria specifica	N/S	m3/h/m2	16,1
Diametro griglia di passaggio	Pg	mm	549,2
Lunghezza griglia di passaggio	Lg	mm	1 800,0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	60,0
numero di griglie necessarie	n		2,0
Carico idraulico applicato		m/h	58,5
PASSO 4: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Residui cellulari	Px _{DSSV}	KgSSV/d	6,2
Biomassa eterotrofa	Px _H		44,2
Biomassa autotrofa	Px _A	KgSSV/d	2,0
nbSSV nell'influenza	Px _{nbSSV}	KgSSV/d	16,8
SST inerti nell'influenza	Px _{SSNV}	KgSSNV/d	24,5
Px _{SST} (A+B+C+D+E)	Px _{SST}	kgSST/d	93,7
Px _{SSV} (A+B+C+D)	Px _{SSV}	kgSST/d	69,2
SSV/SST =			0,738
DSST/DCOD			0,39
PASSO 5: PARAMETRI AGGREGATI DI INQUINAMENTO IN USCITA			
Solidi Sospesi Totali	SST	mgSST/l	58
Efficienza di rimozione dei solidi nella SEDIMENTAZIONE	η _{SST}	%	0,90
Solidi Sospesi totali	SST _{out}	mgSST/l	5,8
COD solubile non biodegradabile	snbCOD _{out}	mgsnbCOD/l	9,0
COD solubile biodegradabile	sbCOD _{out}	mgpbCOD/l	3,2
COD particolato non biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pnbCOD _{out}	mgpnbCOD/l	1,6
COD particolato biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pbCOD _{out}	mgpbCOD/l	6,0
COD Totale	COD_{out}	mgCOD/l	19,9
BOD₅	BOD_{5, out}	mgBOD₅/l	5,7
Azoto ammoniacale	NH4-N _{out}	mgN/l	-
Azoto organico solubile non biodegradabile	Norg _{out}	mgN/l	0,69
Azoto organico in uscita dall'impianto nei fanghi di supero	Norg _{out}	mgN/l	0,51
Azoto ossidato	NO3-N _{out}	mgN/l	3,77
Azoto Totale	N_{tot, out}	mgN/l	4,97
Fosforo totale	P_{out}	mgP/l	0,19

4.3.2.1.1 Verifica dei sedimentatori

Tipo di processo		Sedimentazione secondaria
Concentrazione media di solidi in ingresso (mgSST/l)		58
Parametri di Progetto		
Carico idraulico (m/h)	Ci	0,40
Velocità nei condotti (m/s)	v₀	6,00
Tipo di pacco lamellare		Fianco a losanga
Angolo di Inclinazione (gradi sessagesimali)	ϑ	60
Interasse tra i piani (m)	d	0,032
Sezione dei condotti		Circolare
Fattore di incremento per collaborazione pareti laterali	Sc	1,3
Raggio idraulico (m)	R	0,0139
Superficie proiettata (m ² /m ³)	Sp	14,9
Lunghezza del modulo (m)	A	2,000
Larghezza del modulo (m)	B	0,990
Altezza del modulo (m)	h	1,070
Numero di lastre per pacco (n)	ni _{Lastre}	26
Numero di tubi per lastra (n)	ni _{tubi}	62
Numero di tubi per pacco (n)	Ntubi	1612
Interasse appoggi (m)	i	3,0 - 4,0
Incidenza negativa degli appoggi (%)		3,0%
Calcolo della superficie necessaria (m ²)	A _{N sed}	457,37
V₀/Ci		15,0
Lunghezza relativa (l/d)	L	38,6
Lunghezza del canale (m)	l	1,24
Altezza del pacco lamellare (m)	h'	1,070
Superficie proiettata del singolo condotto (m ²)	A _{pt}	0,0197632
Numero di tubi necessari (n.)	*Ntubi	30086
Numero di tubi necessari al lordo delle perdite (n.)	Ntubi	31016
Numero di pacchi necessari (n)	Npacchi	19,2
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q₂₄ (m/h)	*v₀	2,8
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q_p (m/h)		4,7
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q_{pp} (m/h)		7,6
Superficie proiettata (m ²)	St	607,4
Velocità Apparente di Hazen con Q ₂₄ (m/h)	Va	0,11
Velocità Apparente di Hazen con Q _p (m/h)		0,19
Velocità Apparente di Hazen con Q _{pp} (m/h)		0,30
Rendimento di rimozione SST con Q₂₄ (%)	μ_{SST}	72%
Concentrazione media di solidi in uscita (mgSST/l)		16

4.3.2.1.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA MESI 1-2-12		Supero (KgSST/d)	94
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	8,0
		SSV/SST	0,74
		Età del fango in ingresso	10,8
		ALTITUDINE (S.L.M)	243,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	11 714
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,488
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Q _r	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	12,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O ₂ nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	O _a	mg/l	1,0
O ₂ nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	O _s	mg/l	0,0
O ₂ nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	O _r	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	N _{ur}	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	X _t	mg/l	10 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	29,6
Età totale dei fanghi	SRT	d	29,6
Fattore di sicurezza	S _f		2,17
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	6 621
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	447
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	393
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,24
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,42
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,5154
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	b _{hT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,1909
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Y _h	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	b _{nT}	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,0318
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	K _{nT}	mgN-NH ₃ /l	0,3953
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0119
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgN _{SSV} /mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,1423
Tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0318
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO ₃ /l	0,0395
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0791
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	0,1674
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0546
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0568
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs}	ΔS _{bs}		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	S _{bsa}		50,14
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	P _f		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	P _s		48,72
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	P _{te}	mg/l	344,18

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,002
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,3381
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		329,823
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		402 837 757
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,8017
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		1,14
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		223,0219
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	223,2
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0035
COD biodegradabile	Sbi		5 013,8
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0006
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,002
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		6,9
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		216,607
	C		6,939
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,032
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	216,6
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 500 354 591
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,998
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,002
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	150
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	39
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	11
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	50
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{ssv}	mgO2/gSSV/h	2,69
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{sst}	mgO2/gSST/h	1,39
Coefficiente α			0,571
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	10,60
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,35
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	118
PASSO 11: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str_SST	mg/l	500
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste_COD	mg/l	381
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste_BOD5	mg/l	86
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste_N	mg/l	218
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste_P	mg/l	344
PASSO 12: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica	(y+f)20		1,300
Coefficiente di crescita della biomassa eterotrofica alla temperatura di progetto	(y+f)T		1,229
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			4,50
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	4,9
Residui cellulari	B	KgSSV/d	4,2
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	0,1
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	16,8
SSNV inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	24,5
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px_SST	KgSST/d	50,6
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px_SSV	KgSSV/d	26,1
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,5154
Riduzione di solidi volatili ottenuta			62,3%
Riduzione totale di solidi			46,0%

4.3.2.2 Condizioni medie Estive

IMPIANTO: BAGOLINO		PRESENZE	3 952
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA MESI 6-7-8	l/ab/d	PORTATA UNITARIA	374,6
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE	g/ab/d	BOD5 SPECIFICO	50,0
	g/ab/d	COD SPECIFICO	100,0
PASSO 1: DATI DI INGRESSO	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
		ALTITUDINE (S.L.M)	0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
Portata di progetto:	Q	mc/h	61,69
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	20,0
Superficie disponibile di Carrier	Scarrier	m ²	68 250,0
Biomassa adesiva specifica in Denitrificazione	XSSV _{H-DN}	g/m ²	8,72
Biomassa adesiva specifica in Ossidazione	XSSV _{H-ox}	g/m ²	9,04
Biomassa totale presente nel sistema	M	kgSSV	608
Biomassa presente specifica media	Mi	gSST/m ²	8,90
Età totale media dei fanghi	SRT _T	d	11,21
Età dei fanghi in Denitrificazione	SRT _{DN}		12,17
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Eterotrofi)	SRT _{ox}		11,86
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Autotrofi)	SRT _{NT}		5,44
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Sospesi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	133
Frazione di Solidi Sospesi non volatili in ingresso	f _{dti}		0,180
Frazione di Solidi Sospesi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nbd}		0,150
BOD ₅ totale in ingresso	Sti _{cod}	mg/l	133,5
COD biodegradabile come frazione del BOD ₅	bCOD/BOD ₅		1,699
COD totale in ingresso	Sti _{cod}	mg/l	266,9
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	32,3
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	3,5
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,680
Frazione di Azoto organico particolato non biodegradabile	f _{nrb}		0,0515
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,034
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,711
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,42
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,12
Fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{h,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2400
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{daT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0400
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{hH₂O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{hH₂NO₃}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO ₃ /l	0,1000
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa	b _{hA} T	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,0400
Costante di semisaturaz. per la nitrificazione	K _{NH₃T}	mgN-NH ₃ /l	1,0000
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgSSV*d)	0,0150
Rendimento di crescita della biom. Autotrofa	Y _{hA}	mgN _{SSV} /mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa Autotrofa	μ _{mnT}	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,3600
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	d ⁻¹	3,0000
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	d ⁻¹	1,2000
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	gbpCOD/d/gSSV _H	0,6757
PASSO 2: DENITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Denitrificazione	SST _{H-DN}	kgSSV	255
COD solubile non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	sbnCODin	mgSbnCOD/l	14,4
COD solubile biodegradabile nel reattore di denitrificazione	sbCODin	mgSbnCOD/l	115,7
COD particolato non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	pnbCODin	mgpnbcOD/l	25,8
COD particolato biodegradabile nel reattore di denitrificazione	pbCODin	mgpbCOD/l	-
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0,06
COD Idrolizzato	sCODh	mgSbnCOD/l	72,8
Velocità specifica massima di denitrificazione	v _D	gNOx-N/m ² /d	0,4200
Rapporto di ricircolo dalla Nitrificazione	r ₉	Q _r /Q ₂₄	1,00
Concentrazione di Nitrati nel ricircolo dalla Nitrificazione	S _{NO₃-r}	mgNO ₃ /l	4,91
Nitrati in ingresso nella Denitrificazione (Massa)	NO ₃ -in	gNO ₃ /d	7 262
Concentrazione di Nitrati in ingresso alla Denitrificazione	S _{NO₃-in}	mgNO ₃ /l	2,5
Velocità specifica massima di denitrificazione alle condiz. di progetto	v _{D,T}	gNOx-N/m ² /d	0,7199
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione (Massa)	N _D	gNOx-N/d	21 057
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione	N _D	mgNOx-N/l	7,11
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di denitrificazione	SCOD _s	mgCOD/l	27,67
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	20,950
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	1,275
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	N _{rs-DN}	mgNOx-N/l	0,85
Azoto ridotto in uscita dal reattore di denitrificazione	NH ₄ -N _{out}	mgNH ₄ -N/l	15,60
Azoto Ossidato in uscita dal reattore di Denitrificazione	NO ₃ -N _{out}	mgNO ₃ -N/l	0,12
Diametro griglia di passaggio	Pg	mm	549,2
Lunghezza griglia di passaggio	Lg	mm	1 800,0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	55,0
numero di griglie necessarie	n		3,0
Carico idraulico applicato		m/h	45,6

PASSO 3: OSSIDAZIONE DEL CARBONIO E NITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Ossidazione	SST _{A,NT}	kgSSV	353
Rapporto bCOD/TKN nei reflui in ingresso	bCOD/TKN	mgbCOD/mgTKN	7,77
Frazione di biomassa Autotrofa	f _N	%	0,035
Fosforo in ingresso alla Nitrificazione	P _{in}	mgP/l	1,857
Carico specifico di Fosforo applicato	LR _{AP}	gPO4-p/m2/d	0,141
Fosforo che si può rimuovere	LR _P	mP/m2/d	0,122
Fosforo rimosso	P _r	mgP/l	1,613
Contenuto di fosforo nei solidi volatili	gP/gSSV	P/SSV	0,1199
Azoto solubile non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	snbN _{in}	mgN/l	1,10
Azoto particolato non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	pnbN _{in}	mgN/l	1,7
Azoto ridotto biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	sbNH4-N _{in}	mgNH4-N/l	11,3
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Nitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	1,21
Azoto ridotto totale da ossidare nel reattore di Nitrificazione	NH4-N _{in}	mgNH4-N/l	10,13
COD solubile non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	snbCOD _{in}	mgsnbCOD/l	14,41
COD solubile biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpnbCOD/l	88,1
COD particolato non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpbCOD/l	25,8
COD particolato biodegradabile nel reattore di Ossidazione	sCOD _{h/l}	mgscOD/l	-
Tempo di ritenzione idraulica in Nitrificazione	HRT	d	0,0755
COD Idrolizzato	sCOD_h	mgscOD/l	-
Carico Organico applicato	LR _{sCOD}	gsCOD/m2/d	0,1556
Resa di abbattimento del COD	η _{sCOD}	%sCOD	0,9461
COD solubile rimosso	sCOD _r	sCOD/l	83,3
Cinetica intrinseca di ossidazione con ossigeno	k _{OF,O}	kgO2/m3/d	100
Cinetica intrinseca di ossidazione con nitrati	k _{OF,N}	kgNO3-N2/m3/d	35
Coefficiente di diffusione dell'ossigeno	D _{O2}	m ² /d	0,00021
Coefficiente di diffusione del nitrato	D _{NO3-N}	m ² /d	0,00016
Concentrazione di ossigeno nel reattore di Ossidazione	DO _{ox}	mgO2/l	3,0
Velocità specifica massima di denitrificazione in presenza di ossigeno	V _{DO,TO}	gNOx-N/m ² /d	0,4059
Potenziale di denitrificazione nel reattore di Ossidazione	N_{ro}	mgNOx-N/l	5,35
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Ossidazione	SCOD _s	mgCOD/l	16,16
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	1,21
COD solubile biodegradabile in uscita	sbCOD _l	mgscODout/l	1,00
Velocità specifica di nitrificazione alle condizioni di progetto	V _{DO,TO}	gNOx-N/m ² /d	1,54
Azoto ridotto ossidato in Nitrati	NO3-N	gNOx-N/l	10,13
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di Nitrificazione (Autotrofi)	Px _A	KgSSV/d	2,3
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di ossidazione (Eterotrofi)	ΔSSVOX	kgSSV/d	29,7
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di ossidazione	ΔSSVOX	kgSSV/d	7,8
Azoto Ossidato in uscita dall'impianto	NO3-N_{out}	mgNO3-N/l	4,91
Azoto ammoniacale in uscita dall'impianto	NH4-N _{out}	mgN/l	0,0
COD Solubile biodegradabile in uscita dall'impianto	sbCOD _{out}	mgCOD/l	4,7
Fosforo in uscita dall'impianto	P _{out}	mgP/l	0,24
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Eterotrofa (AOTR)	AOTR _H	KgO2/h	8,5
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Autotrofa (AOTR)	AOTR _A	KgO2/h	5,3
Richiesta Biologica totale di ossigeno in Ossidazione	AOTR _{ox}	kgO2/h	13,8
Coefficiente α	α		0,80
Coefficiente β	β		0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto	DO ₂	mgO2/l	9,09
Solubilità dell'ossigeno in acqua pulita alla Temperatura di progetto	sO ₂	mgO2/l	9,46
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,33
Richiesta di ossigeno in condizioni standard (SOTR)		Kg O2/h	32
Battente utile nel reattore	hu	m	3,80
Concentrazione di ossigeno in aria alla temperatura di progetto	O ₂	gO2/m3	287,5
Rendimento di trasferimento del sistema di aerazione	SOTE	%/m	3,50%
Portata di aria necessaria	N	m3/h	888
Portata di aria specifica	N/S	m3/h/m2	28,1
Diametro griglia di passaggio	Pg	mm	549,2
Lunghezza griglia di passaggio	Lg	mm	1 800,0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	60,0
numero di griglie necessarie	n		2,0
Carico idraulico applicato		m/h	58,5
PASSO 4: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Residui cellulari	Px _{DSSV}	KgSSV/d	9,1
Biomassa eterotrofa	Px _H		50,7
Biomassa autotrofa	Px _A	KgSSV/d	3,5
nbSSV nell'influenza	Px _{nbSSV}	KgSSV/d	24,4
SST inerti nell'influenza	Px _{SSNV}	KgSSNV/d	35,6
Px _{SST} (A+B+C+D+E)	Px _{SST}	kgSST/d	123,2
Px _{SSV} (A+B+C+D)	Px _{SSV}	kgSST/d	87,7
SSV/SST =			0,711
DSST/DCOD			0,35
PASSO 5: PARAMETRI AGGREGATI DI INQUINAMENTO IN USCITA			
Solidi Sospesi Totali	SST	mgSST/l	83
Efficienza di rimozione dei solidi nella SEDIMENTAZIONE	η _{SST}	%	0,90
Solidi Sospesi totali	SST _{out}	mgSST/l	8,3
COD solubile non biodegradabile	snbCOD _{out}	mgsnbCOD/l	14,4
COD solubile biodegradabile	sbCOD _{out}	mgpbCOD/l	4,7
COD particolato non biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pnbCOD _{out}	mgpnbCOD/l	2,6
COD particolato biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pbCOD _{out}	mgpbCOD/l	8,4
COD Totale	COD_{out}	mgCOD/l	30,1
BOD₅	BOD_{5, out}	mgBOD₅/l	8,6
Azoto ammoniacale	NH4-N _{out}	mgN/l	-
Azoto organico solubile non biodegradabile	Norg _{out}	mgN/l	1,10
Azoto organico in uscita dall'impianto nei fanghi di supero	Norg _{out}	mgN/l	0,71
Azoto ossidato	NO3-N _{out}	mgN/l	4,91
Azoto Totale	Nyot_{out}	mgN/l	6,71
Fosforo totale	P_{out}	mgP/l	0,24

4.3.2.2.1 Verifica dei sedimentatori

BAGOLINO (A2A SpA) - SEDIMENTAZIONE LAMELLARE		
Dati di progetto		
Portata media giornaliera (m³/h)		61,7
Portata massima nera (m³/h)		103,6
Portata massima in tempo di pioggia (m³/h)		182,9
Tipologia del sedimentatore	a pianta rettangolare	
Dimensioni del Sedimentatore		
Numeo di linee in parallelo (n)		2
Lunghezza al pelo libero (m)		5,00
Larghezza al pelo libero (m)		5,00
Tipo di processo		Sedimentazione secondaria
Concentrazione media di solidi in ingresso (mgSST/l)		83
Parametri di Progetto		
Carico idraulico (m/h)	Ci	0,40
Velocità nei condotti (m/s)	v ₀	6,00
Tipo di pacco lamellare		Fianco a losanga
Angolo di Inclinazione (gradi sessagesimali)	∩	60
Interasse tra i piani (m)	d	0,032
Sezione dei condotti		Circolare
Fattore di incremento per collaborazione pareti laterali	Sc	1,3
Raggio idraulico (m)	R	0,0139
Superficie proiettata (m2/m3)	Sp	14,9
Lunghezza del modulo (m)	A	2,000
Larghezza del modulo (m)	B	0,990
Altezza del modulo (m)	h	1,070
Numero di lastre per pacco (n)	ni_Lastre	26
Numero di tubi per lastra (n)	ni_tubi	62
Numero di tubi per pacco (n)	Ntubi	1612
Interasse appoggi (m)	i	3,0 - 4,0
Incidenza negativa degli appoggi (%)		3,0%
Calcolo della superficie necessaria (m2)	AN_sed	457,37
Vo/Ci		15,0
Lungnezza relativa (l/d)	L	38,6
Lunghezza del canale (m)	l	1,24
Altezza del pacco lamellare (m)	h'	1,070
Superficie proiettata del singolo condotto (m2)	Apt	0,0197632
Numero di tubi necessari (n.)	*Ntubi	30086
Numero di tubi necessari al lordo delle perdite (n.)	Ntubi	31016
Numero di pacchi necessari (n)	Npacchi	19,2
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q24 (m/h)	*v ₀	2,5
Verifica della velocità effettiva di risalita con Qp (m/h)		4,3
Verifica della velocità effettiva di risalita con Qpp (m/h)		7,6
Superficie proiettata (m²)	St	607,4
Velocità Apparente di Hazen con Q24 (m/h)	Va	0,10
Velocità Apparente di Hazen con Qp (m/h)		0,17
Velocità Apparente di Hazen con Qpp (m/h)		0,30
Rendimento di rimozione SST con Q24 (%)	μ SST	72%
Rendimento di rimozione SST con Qp (%)		74%
Rendimento di rimozione SST con Qpp (%)		74%
Concentrazione media di solidi in uscita (mgSST/l)		23

4.3.2.2.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA MESI 6-7-8		Supero (KgSST/d)	123
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	10,0
		SSV/SST	0,71
		Età del fango in ingresso	11,2
		ALTITUDINE (S.L.M)	243,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	12 325
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,514
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	22,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	12 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	25,7
Età totale dei fanghi	SRT	d	25,3
Fattore di sicurezza	Sf		5,60
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	7 602
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	514
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	616
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,28
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,50
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,4995
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	b _{hT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Y _h	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	b _{nT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	K _{nT}	mgN-NH3/l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0159
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,4540
Tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO3/l	0,1261
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2522
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	1,0368
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,1178
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0764
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs}	ΔS _{bs}		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	S _{bsa}		54,89
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	P _f		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	P _s		57,16
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	P _{te}	mg/l	558,99

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		-0,002
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,2749
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		360,620
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		374 628 449
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,7454
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		1,02
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		282,6920
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	230,0
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0007
COD biodegradabile	Sbi		5 489,2
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0005
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		-0,002
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		4,1
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		226,251
	C		4,064
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,018
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	226,3
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		1 792 620 263
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		1,002
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		-0,002
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	150
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSST/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	42
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	12
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	54
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	2,52
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	1,26
Coefficiente α			0,511
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	8,43
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,69
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	146
PASSO 11: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str _{SST}	mg/l	120
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste _{COD}	mg/l	89
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste _{BOD5}	mg/l	26
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste _N	mg/l	227
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste _P	mg/l	559
PASSO 12: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	5,5
Residui cellulari	B	KgSSV/d	5,4
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	0,2
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	24,4
SSNV inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	35,6
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px _{SST}	KgSST/d	71,1
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px _{SSV}	KgSSV/d	35,5
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,4995
Riduzione di solidi volatili ottenuta			59,5%
Riduzione totale di solidi			42,3%

4.3.2.3 Condizioni massime Estive

IMPIANTO: BAGOLINO		PRESENZE	6 087
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA AGOSTO MASSIMI	l/ab/d	PORTATA UNITARIA	330,3
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE	g/ab/d	BOD5 SPECIFICO	50,0
	g/ab/d	COD SPECIFICO	100,0
PASSO 1: DATI DI INGRESSO	g/ab/d	TKN SPECIFICO	12,1
	g/ab/d	P SPECIFICO	1,3
		ALTITUDINE (S.L.M)	0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto			
Portata di progetto:	Q	mc/h	83,77
Temperatura di progetto	T _{min}	°C	22,0
Superficie disponibile di Carrier	Scarrier	m ²	68 250,0
Biomassa adesa specifica in Denitrificazione	XSSV _{H-DN}	g/m ²	9,97
Biomassa adesa specifica in Ossidazione	XSSV _{H-ox}	g/m ²	10,79
Biomassa totale presente nel sistema	M	kgSSV	713
Biomassa presente specifica media	Mi	gSST/m ²	10,44
Età totale media dei fanghi	SRT _T	d	6,36
Età dei fanghi in Denitrificazione	SRT _{DN}		13,91
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Eterotrofi)	SRT _{ox}		4,88
Età dei fanghi in Ossidazione/Nitrificazione (Autotrofi)	SRT _{NT}		4,16
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
Solidi Sospesi Totali in ingresso	X _{ti}	mg/l	151
Frazione di Solidi Sospesi non volatili in ingresso	f _{xti}		0,180
Frazione di Solidi Sospesi volatili non biodegradabili in ingresso	f _{tv_nb}		0,150
BOD ₅ totale in ingresso	Sti _{COD}	mg/l	151,4
COD biodegradabile come frazione del BOD ₅	bCOD/BOD ₅		1,699
COD totale in ingresso	Sti _{COD}	mg/l	302,8
Azoto totale in ingresso	N _{ti}	mg/l	36,6
Fosforo totale in ingresso	P _{ti}	mg/l	3,9
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,304
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,097
Frazione di COD particolato biodegradabile	f _{bp}		0,545
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,054
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,680
Frazione di Azoto organico particolato non biodegradabile	f _{nrb}		0,0515
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,034
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,748
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,42
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,12
Fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	b _{H,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2541
Tasso di resp. endogena della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	b _{an,T}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0424
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente aerobico	Y _{H₂O₂}	mgSSV/mgCOD	0,4437
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofa in ambiente anossico	Y _{H₂NO₃}	mgSSV/mgCOD	0,3803
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO ₃ /l	0,1261
Tasso di resp. Endogena della biom. Autotrofa	b _{na,T}	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,0424
Costante di semisaturaz. per la nitrificazione	K _{N,T}	mgN-NH ₃ /l	1,2611
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. in N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgSSV*d)	0,0159
Rendimento di crescita della biom. Autotrofa	Y _{na}	mgN _{SSV} /mgN-NH ₃	0,1000
Tasso di crescita della biomassa Autotrofa	μ _{mn,T}	mgN _{SSV} /(mgN _{SSV} *d)	0,4540
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente aerobico	k _{hH}	d ⁻¹	3,2510
Resa di Idrolisi del COD particolato in ambiente anossico	k _{hA}	d ⁻¹	1,3004
Costante di semisaturazione dell'idrolisi	K _x	gbpCOD/d/gSSV _H	0,6757
PASSO 2: DENITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Denitrificazione	SST _{H-DN}	kgSSV	292
COD solubile non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	s _{nbCODin}	mg _{snbCOD} /l	16,3
COD solubile biodegradabile nel reattore di denitrificazione	s _{bCODin}	mg _{sbCOD} /l	145,1
COD particolato non biodegradabile nel reattore di denitrificazione	p _{nbCODin}	mg _{pnbCOD} /l	29,2
COD particolato biodegradabile nel reattore di denitrificazione	p _{bCODin}	mg _{pbCOD} /l	8,99
Tempo di ritenzione idraulica in Denitrificazione	HRT	d	0,05
COD Idrolizzato	s _{CODh}	mg _{sCOD} /l	88,2
Velocità specifica massima di denitrificazione	v _D	gNOx-N/m ² /d	0,4200
Rapporto di ricircolo dalla Nitrificazione	r ₀	Q _r /Q ₂₄	0,70
Concentrazione di Nitrati nel ricircolo dalla Nitrificazione	S _{NO₃-r₀}	mgNO ₃ /l	6,3
Nitrati in ingresso nella Denitrificazione (Massa)	NO ₃ -in	gNO ₃ /d	8 811
Concentrazione di Nitrati in ingresso alla Denitrificazione	S _{NO₃-in}	mgNO ₃ /l	2,6
Velocità specifica massima di denitrificazione alle condiz. di progetto	v _{D,T}	gNOx-N/m ² /d	0,8108
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione (Massa)	N _D	gNOx-N/d	23 716
Potenziale di Azoto rimosso nel reattore di Denitrificazione	N _D	mgNOx-N/l	6,94
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di denitrificazione	SCOD _s	mgCOD/l	25,63
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	20,960
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di denitrificazione	ΔSSVDN	kgSSV/d	1,544
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	N _{rs-DN}	mgNOx-N/l	0,74
Azoto ridotto in uscita dal reattore di denitrificazione	NH ₄ -N _{out}	mgNH ₄ -N/l	20,82
Azoto Ossidato in uscita dal reattore di Denitrificazione	NO ₃ -N _{out}	mgNO ₃ -N/l	0,13
Diametro griglia di passaggio	P _g	mm	549,2
Lunghezza griglia di passaggio	L _g	mm	1 800,0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	55,0
numero di griglie necessarie	n		3,0
Carico idraulico applicato		m/h	45,3

PASSO 3: OSSIDAZIONE DEL CARBONIO E NITRIFICAZIONE			
Biomassa Eterotrofa presente in Ossidazione	SST _{A,NT}	kgSSV	421
Rapporto bCOD/TKN nei reflui in ingresso	bCOD/TKN	mgbCOD/mgTKN	8,77
Frazione di biomassa Autotrofa	f _N	%	0,031
Fosforo in ingresso alla Nitrificazione	P _{in}	mgP/l	2,433
Carico specifico di Fosforo applicato	LR _{AP}	gPO4-p/m2/d	0,213
Fosforo che si può rimuovere	LR _P	mP/m2/d	0,188
Fosforo rimosso	P _r	mgP/l	2,147
Contenuto di fosforo nei solidi volatili	gP/gSSV	P/SSV	0,0723
Azoto solubile non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	snbN _{in}	mgN/l	1,25
Azoto particolato non biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	pnbN _{in}	mgN/l	1,9
Azoto ridotto biodegradabile in ingresso alla Nitrificazione	sbNH4-N _{in}	mgNH4-N/l	14,7
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Nitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	3,03
Azoto ridotto totale da ossidare nel reattore di Nitrificazione	NH4-N _{in}	mgNH4-N/l	11,62
COD solubile non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	snbCOD _{in}	mgsnbCOD/l	16,35
COD solubile biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpnbCOD/l	128,5
COD particolato non biodegradabile nel reattore di Ossidazione	pnbCOD _{in}	mgpbCOD/l	29,2
COD particolato biodegradabile nel reattore di Ossidazione	sCOD _{h/l}	mgscOD/l	-
Tempo di ritenzione idraulica in Nitrificazione	HRT	d	0,0556
COD Idrolizzato	sCOD_h	mgscOD/l	8,99
Carico Organico applicato	LR _{sCOD}	gsCOD/m2/d	0,2332
Resa di abbattimento del COD	η _{sCOD}	%sCOD	0,9463
COD solubile rimosso	sCOD _r	sCOD/l	121,6
Cinetica intrinseca di ossidazione con ossigeno	k _{OF,O}	kgO2/m3/d	100
Cinetica intrinseca di ossidazione con nitrati	k _{OF,N}	kgNO3-N2/m3/d	35
Coefficiente di diffusione dell'ossigeno	D _{O2}	m ² /d	0,00021
Coefficiente di diffusione del nitrato	D _{NO3-N}	m ² /d	0,00016
Concentrazione di ossigeno nel reattore di Ossidazione	DO _{ox}	mgO2/l	3,0
Velocità specifica massima di denitrificazione in presenza di ossigeno	V _{DO,TO}	gNOx-N/m ² /d	0,4808
Potenziale di denitrificazione nel reattore di Ossidazione	N_{ro}	mgNOx-N/l	5,49
COD rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Ossidazione	SCOD _s	mgCOD/l	17,21
Azoto rimosso per sintesi cellulare nel reattore di Denitrificazione	Nrs _{DN}	mgNOx-N/l	3,03
COD solubile biodegradabile in uscita	sbCOD _l	mgscODout/l	1,00
Velocità specifica di nitrificazione alle condizioni di progetto	V _{DO,TO}	gNOx-N/m ² /d	1,73
Azoto ridotto ossidato in Nitrati	NO3-N	gNOx-N/l	11,62
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di Nitrificazione (Autotrofi)	Px _A	KgSSV/d	3,2
Solidi sospesi volatili prodotti nel reattore di ossidazione (Eterotrofi)	ΔSSVOX	kgSSV/d	86,3
Residui cellulari volatili prodotti nel reattore di ossidazione	ΔSSVOX	kgSSV/d	11,9
Azoto Ossidato in uscita dall'impianto	NO3-Nout	mgNO3-N/l	6,26
Azoto ammoniacale in uscita dall'impianto	NH4-Nout	mgN/l	0,0
COD Solubile biodegradabile in uscita dall'impianto	sbCODout	mgCOD/l	6,9
Fosforo in uscita dall'impianto	Pout	mgP/l	0,29
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Eterotrofa (AOTR)	AOTR _H	KgO2/h	12,2
Richiesta biologica di ossigeno della biomassa Autotrofa (AOTR)	AOTR _A	KgO2/h	7,0
Richiesta Biologica totale di ossigeno in Ossidazione	AOTR _{ox}	kgO2/h	19,2
Coefficiente α	a		0,80
Coefficiente β	b		0,95
Fattore di sporamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto	DO ₂	mgO2/l	8,76
Solubilità dell'ossigeno in acqua pulita alla Temperatura di progetto	sO ₂	mgO2/l	9,46
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			2,35
Richiesta di ossigeno in condizioni standard (SOTR)		Kg O2/h	45
Battente utile nel reattore	hu	m	3,80
Concentrazione di ossigeno in aria alla temperatura di progetto	O ₂	gO2/m3	287,5
Rendimento di trasferimento del sistema di aerazione	SOTE	%/m	3,50%
Portata di aria necessaria	N	m3/h	1 246
Portata di aria specifica	N/S	m3/h/m2	39,5
Diametro griglia di passaggio	Pg	mm	549,2
Lunghezza griglia di passaggio	Lg	mm	1 800,0
Carico idraulico applicabile	HLR	m/h	60,0
numero di griglie necessarie	n		2,0
Carico idraulico applicato		m/h	58,5
PASSO 4: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Residui cellulari	Px _{DSSV}	KgSSV/d	13,5
Biomassa eterotrofa	Px _H		107,3
Biomassa autotrofa	Px _A	KgSSV/d	4,7
nbSSV nell'influenza	Px _{nbSSV}	KgSSV/d	37,5
SST inerti nell'influenza	Px _{SSNV}	KgSSNV/d	54,8
Px _{SST} (A+B+C+D+E)	Px _{SST}	kgSST/d	217,8
Px _{SSV} (A+B+C+D)	Px _{SSV}	kgSST/d	163,0
SSV/SST =			0,748
DSST/DCOD			0,41
PASSO 5: PARAMETRI AGGREGATI DI INQUINAMENTO IN USCITA			
Solidi Sospesi Totali	SST	mgSST/l	108
Efficienza di rimozione dei solidi nella SEDIMENTAZIONE	η _{SST}	%	0,90
Solidi Sospesi totali	SST _{tot}	mgSST/l	10,8
COD solubile non biodegradabile	snbCODout	mgsnbCOD/l	16,3
COD solubile biodegradabile	sbCODout	mgpbCOD/l	6,9
COD particolato non biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pnbCODout	mgpnbCOD/l	2,9
COD particolato biodegradabile nei fanghi di supero in uscita dall'impianto	pbCODout	mgpbCOD/l	11,5
COD Totale	CODout	mgCOD/l	37,7
BOD₅	BOD₅out	mgBOD₅/l	10,8
Azoto ammoniacale	NH4-N _{out}	mgN/l	-
Azoto organico solubile non biodegradabile	Norg _{out}	mgN/l	1,25
Azoto organico in uscita dall'impianto nei fanghi di supero	N'org _{out}	mgN/l	0,97
Azoto ossidato	NO3-Nout	mgN/l	6,26
Azoto Totale	Nyot_{out}	mgN/l	8,48
Fosforo totale	Pout	mgP/l	0,29

4.3.2.3.1 Verifica dei sedimentatori

BAGOLINO (A2A SpA) - SEDIMENTAZIONE LAMELLARE		
Dati di progetto		
Portata media giornaliera (m³/h)		83,8
Portata massima nera (m³/h)		140,7
Portata massima in tempo di pioggia (m³/h)		182,9
Tipologia del sedimentatore	a pianta rettangolare	
Dimensioni del Sedimentatore		
Numeo di linee in parallelo (n)		2
Lunghezza al pelo libero (m)		5,00
Larghezza al pelo libero (m)		5,00
Tipo di processo		Sedimentazione secondaria
Concentrazione media di solidi in ingresso (mgSST/l)		108
Parametri di Progetto		
Carico idraulico (m/h)	Ci	0,40
Velocità nei condotti (m/s)	v ₀	6,00
Tipo di pacco lamellare		
Angolo di Inclinazione (gradi sessagesimali)	α	60
Interasse tra i piani (m)	d	0,032
Seziione dei condotti		Circolare
Fattore di incremento per collaborazione pareti laterali	Sc	1,3
Raggio idraulico (m)	R	0,0139
Superficie proiettata (m2/m3)	Sp	14,9
Lunghezza del modulo (m)	A	2,000
Larghezza del modulo (m)	B	0,990
Altezza del modulo (m)	h	1,070
Numero di lastre per pacco (n)	ni _{Lastre}	26
Numero di tubi per lastra (n)	ni _{tubi}	62
Numero di tubi per pacco (n)	Ntubi	1612
Interasse appoggi (m)	i	3,0 - 4,0
Incidenza negativa degli appoggi (%)		3,0%
Calcolo della superficie necessaria (m2)	A _{N_sed}	457,37
Vo/Ci		15,0
Lunghezza relativa (l/d)	L	38,6
Lunghezza del canale (m)	l	1,24
Altezza del pacco lamellare (m)	h'	1,070
Superficie proiettata del singolo condotto (m2)	A _{pt}	0,0197632
Numero di tubi necessari (n.)	*Ntubi	30086
Numero di tubi necessari al lordo delle perdite (n.)	Ntubi	31016
Numero di pacchi necessari (n)	Npacchi	19,2
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q ₂₄ (m/h)	*v ₀	3,5
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q _p (m/h)		5,8
Verifica della velocità effettiva di risalita con Q _{pp} (m/h)		7,6
Superficie proiettata (m²)	St	607,4
Velocità Apparente di Hazen con Q ₂₄ (m/h)	Va	0,14
Velocità Apparente di Hazen con Q _p (m/h)		0,23
Velocità Apparente di Hazen con Q _{pp} (m/h)		0,30
Rendimento di rimozione SST con Q ₂₄ (%)	μ _{SST}	72%
Rendimento di rimozione SST con Q _p (%)		72%
Rendimento di rimozione SST con Q _{pp} (%)		72%
Concentrazione media di solidi in uscita (mgSST/l)		30

4.3.2.3.2 Verifica della Stabilizzazione Aerobica

IMPIANTO: BAGOLINO		STABILIZZAZIONE AEROBICA	
SIMULAZIONE: PORTATA MEDIA ORARIA AGOSTO MASSIMI		Supero (KgSST/d)	218
CONDIZIONI: CONCENTRAZIONI MEDIE DI PROGETTO RICOSTRUITE		Cr (Kg/Mc)	10,0
		SSV/SST	0,75
		Età del fango in ingresso	6,4
		ALTITUDINE (S.L.M)	243,0
1.a Caratteristiche operative dell'impianto	simbolo	u.m.	
	Q	l/d	21 781
Portata di progetto:	Q	mc/h	0,908
Portata di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	Qr	mc/h	0,000
Temperatura di progetto	Tmin	°C	24,0
Rapporto di ricircolazione dei fanghi dalla sedimentazione	s		0,00
Rapporto di ricircolazione dal reattore anossico all'anaerobico	r		0,00
O2 nel ricircolo dall'aerobico all'anossico	Oa	mg/l	1,0
O2 nel ricircolo dal sedimentatore all'anossico	Os	mg/l	0,0
O2 nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Or	mg/l	0,5
Nitrati nel ricircolo dall'anossico all'anaerobico	Nur	mg/l	1,0
Concentrazione di fanghi nella miscela aerata (aerob ed anossico)	Xt	mg/l	16 000
Frazione di biomassa in condizioni anaerobiche	f _{xa}		0,00
Tempo di ritenzione cellulare	MCRT	d	20,8
Età totale dei fanghi	SRT	d	20,7
Fattore di sicurezza	Sf		6,15
1.b Caratteristiche delle acque di scarico			
COD totale in ingresso	Sti	mg/l	8 527
Azoto totale in ingresso	Nti	mg/l	576
Fosforo totale in ingresso	Pti	mg/l	417
Frazione di COD solubile prontamente biodegradabile	f _{bs}		0,01
Frazione di COD particolato non biodegradabile	f _{up}		0,23
Frazione di COD solubile non biodegradabile	f _{us}		0,00
Frazione di Azoto ammoniacale	f _{na}		0,02
Frazione di Azoto organico solubile non biodegradabile	f _{ni}		0,00
1.c Caratteristiche del fango biologico			
Frazione non biodegradabile della biomassa attiva	f	SSV/SST	0,41
Frazione di solidi volatili sui solidi totali	f _i	SSV/SST	0,5261
COD dei solidi volatili	f _{cv}	mgCOD/mgSSV	1,48
Azoto nei solidi volatili	f _n	mgN/mgSSV	0,1
fosforo nei solidi volatili inerti ed endogeni	f _p	mgP/mgSSV	0,015
1.d Parametri biochimici			
Tasso di resp. Endogena della biom. Eterotrofica	b _{hT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,2691
Rendimento di crescita della biom. Eterotrofica	Y _h	mgSSV/mgCOD	0,4500
Tasso di resp. Endogena della biom. Nitrificante	b _{nT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturaz. Per la nitrificazione	K _{nT}	mgN-NH3/l	1,5904
Tasso di conversione dell'N organico biodegrad. In N ammoniacale	K _{rT}	l/(mgVASS*d)	0,0168
rendimento di crescita della biom. Nitrificante	Y _n	mgNSSV/mgN-NH3	0,1000
Tasso di crescita della biomassa nitrificante	μ _{mnT}	mgNSSV/(mgNSSV*d)	0,5726
Tasso di respirazione endogena della massa denitrificante	b _{dT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,0448
Costante di semisaturazione per la denitrificazione	K _{dT}	mgN-NO3/l	0,1590
Tasso di crescita della biomassa denitrificante	μ _{mdT}	mgSSV/(mgSSV*d)	0,3181
Tasso di denitrificazione nella prima fase del reattore anossico primario	K _{1T}	mgN/(mgVASS*d)	1,4930
Tasso di denitrificazione nella seconda fase del reattore anossico primario	K _{2T}	mgN/(mgVASS*d)	0,1374
Tasso di denitrificazione nel reattore anossico secondario	K _{3T}	mgN/(mgVASS*d)	0,0810
fattore moltiplicativo per impianti con defosfatazione			1,0
PASSO 2: COD solubile prontamente biodegradabile esistente nel reattore anaerobico			
Delta S _{bs}	ΔS _{bs}		0,00
COD solubile prontamente biodegradabile	S _{bsa}		65,63
PASSO 3: calcolo della concentrazione di Fosforo totale nell'effluente			
Propensity factor	P _f		0,0000
Contenuto di fosforo nella biomassa	γ		0,0600
Concentrazione di fosforo richiesto per la produzione dei fanghi biologici	P _s		61,98
Concentrazione di Fosforo totale nell'effluente	P _{te}	mg/l	354,71

PASSO 4: calcolo del valore massimo ammissibile per la frazione di biomassa in condizioni non aerate			
Frazione di biomassa non aerata	fxm		0,002
PASSO 5: calcolo della capacità di nitrificazione del sistema			
Azoto ammoniacale non convertito	Nae		0,3081
azoto organico solubile non biodegradabile	Nue		0
azoto organico biodegradabile convertito in azoto ammoniacale	Noi		431,930
Solidi sospesi totali nel reattore	M(Xa)		692 261 125
Azoto organico biodegradabile non trasformato in azoto ammoniacale	Noe		0,8066
Azoto totale TKN nell'effluente	Nte		1,11
Azoto totale nei fanghi prodotti	Ns		278,9204
Nitrati prodotti dal sistema riferiti all'unità di volume del nitrato (out nitrificaz.)	Nc	mgN/l	296,1
PASSO 6: calcolo della capacità di denitrificazione del sistema			
Coeff. di correlazione tra nitrati rimossi e disponibilità di substrato	α		0,0012
Frazione di biomassa utilizzante COD immediatamente disponibile	fx1m		0,0006
COD biodegradabile	Sbi		6 563,1
Frazione di biomassa utilizzante COD biodegradabile	fx3m		0,0005
Frazione di biomassa in condizioni anossiche	fxdm		0,002
Massima quantità di nitrati, riferita all'unità di volume dell'influente, che può subire denitrificazione	Dpp		10,1
PASSO 7: calcolo del rapporto ottimale di ricircolazione della miscela aerata dal reattore aerobico al reattore anossico			
	A		0,350
	B		286,345
	C		10,092
Rapporto di ricircolo interno dalla nitrificazione alla denitrificazione	ao		0,035
PASSO 8: calcolo della concentrazione di nitrati nell'effluente			
Concentrazione di nitrati nell'effluente	Nne	mg/l	286,4
PASSO 9: calcolo dei volumi dei bioreattori			
Solidi sospesi totali nel bioreattore	M(Xt)		2 401 770 510
Frazione di biomassa nel reattore aerobico	fx2		0,998
Frazione di biomassa nel reattore anossico	fx1		0,002
Volume del reattore anossico	V1	mc	0
Volume del reattore aerobico	V2	mc	150
Concentrazione di solidi nel reattore anossico	Xta	mgSSV/l	0
Volume del reattore anaerobico	Va	mc	0
PASSO 10: calcolo della domanda di ossigeno			
Domanda di ossigeno della biomassa eterotrofica	M(O)	Kg O2/d	96
Domanda di ossigeno della biomassa nitrificante	Mn(O)	Kg O2/d	28
Domanda complessiva di ossigeno in condizioni di esercizio (AOR)	Mt(O)	Kg O2/d	123
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SSV}	mgO2/gSSV/h	4,05
Tasso specifico di utilizzazione dell'ossigeno	SOUR _{SST}	mgO2/gSST/h	2,13
Coefficiente α			0,408
Coefficiente β			0,95
Fattore di sporcamento	F		0,90
Concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni operative	(O2)	mg/l	1,00
Concentrazione di ossigeno a saturazione a Temperatura ed altitudine di progetto		mg/l	8,06
Fattore moltiplicativo per condizioni operative			3,38
Domanda di ossigeno in condizioni standard (SOR)		Kg O2/d	415
PASSO 11: calcolo della concentrazione di carbonio nell'effluente			
Concentrazione di Solidi totali nell'effluente	Str_SST	mg/l	160
Concentrazione di COD nell'effluente	Ste_COD	mg/l	125
Concentrazione di BOD5 nell'effluente	Ste_BOD5	mg/l	37
Concentrazione di Azoto nell'effluente	Ste_N	mg/l	287
Concentrazione di Fosforo nell'effluente	Ste_P	mg/l	355
PASSO 12: calcolo della produzione di fango nel sistema			
Rapporto COD/BOD5 in ingresso			3,50
Rapporto COD/BOD5 in uscita			3,50
Biomassa eterotrofa	A	KgSSV/d	12,5
Residui cellulari	B	KgSSV/d	10,5
Biomassa autotrofa	C	KgSSV/d	0,3
nbSSV nell'influente	D	KgSSV/d	37,5
SSNV inerti nell'influente	E	KgSSNV/d	54,8
Produzione Totale di fanghi di supero (A+B+C+D+E)	Px_SST	KgSST/d	115,6
Produzione di fanghi di supero Volatili (A+B+C+D)	Px_SSV	KgSSV/d	60,8
Contenuto di Solidi Volatili	SSV/SST		0,5261
Riduzione di solidi volatili ottenuta			62,7%
Riduzione totale di solidi			46,9%

4.4 IPOTESI II – OPERE A RETE

4.4.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il collettore in progetto permetterebbe a tutte le abitazioni che sono localizzate lungo l'asse stradale, sia a valle che a monte, di allacciarsi alla nuova rete fognaria. Si può stimare un carico aggiuntivo pari a circa 30 abitazioni per un totale di 200 – 220 persone. Anche la frazione di Cerreto è priva di fognatura. La nuova localizzazione dell'impianto, indicata negli elaborati progettuali e nell'immagine sottostante, previa costruzione di una rete fognaria adeguata che comporterebbe un piccolo investimento, permetterebbe l'estensione del servizio di fognatura anche a questa piccola frazione. Trattasi di circa 50 edifici per un totale di 380 – 400 persone (mediamente sono presenti 3,3 – 3,7 interni ad edificio e 2,27 persone per interno).

Quindi, complessivamente si riuscirebbe ad intercettare gli scarichi di 580 – 620 persone ed adeguatamente servirli con servizi di fognatura e depurazione.

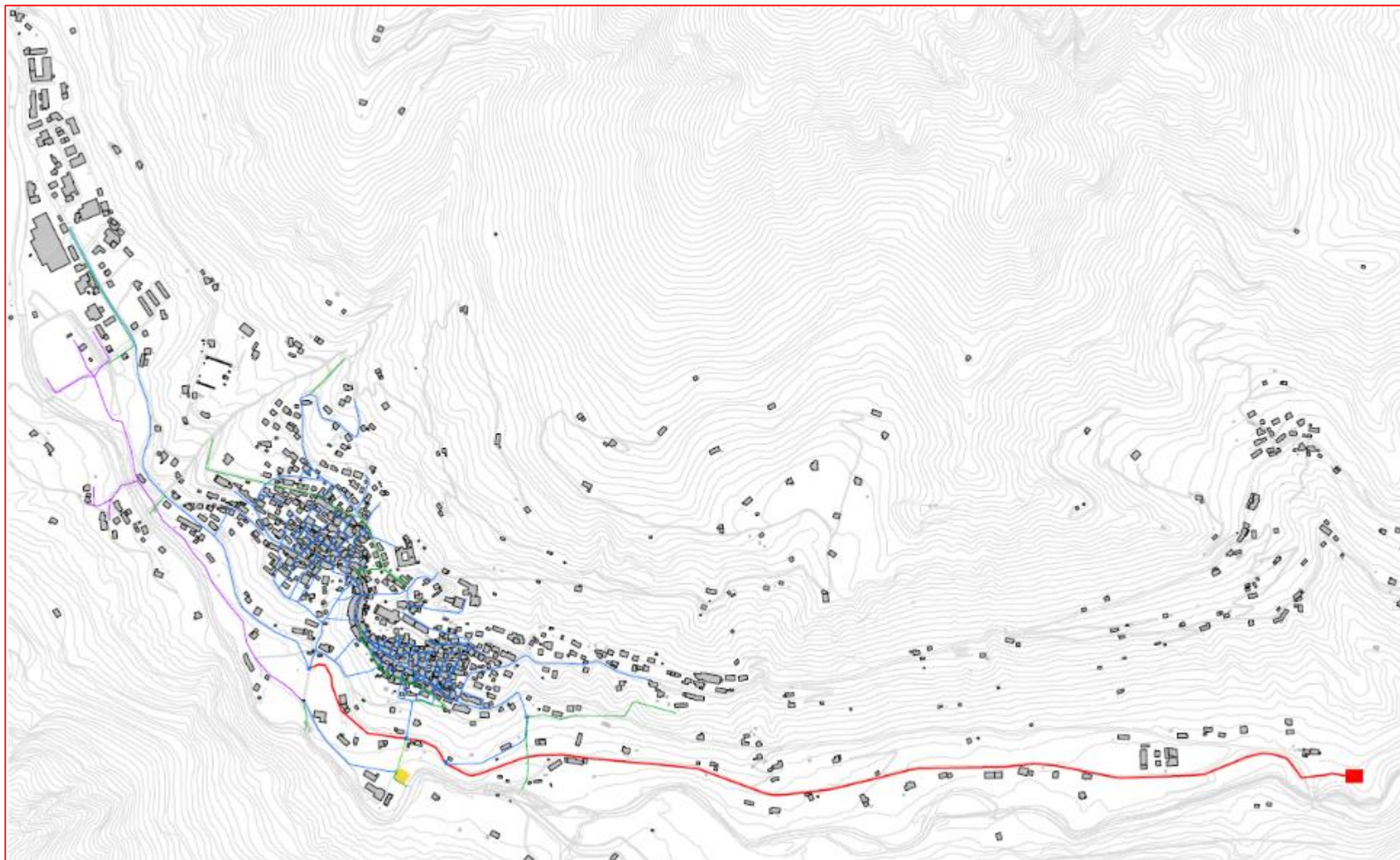
Lo sviluppo del collettore fognario necessiterebbe di circa 2.680 metri a gravità ed un condotto premente di appena 80 – 85 metri, che coprirebbe un salto di 17 – 18 metri.

Per il condotto a gravità si è ipotizzato preliminarmente un diametro di 400 mm, che date le pendenze disponibili garantirebbe un coefficiente di riempimento non superiore al 70%. Occorre evidenziare che le portate note sono quelle trattate nel depuratore e nulla è conosciuto su eventuali scolmi presso l'impianto attuale, ove effettivamente una tubazione di troppo pieno è presente presso la grigliatura iniziale. Intercettando a monte le reti fognarie del Centro Storico, sarebbe opportuno veicolarle interamente presso il nuovo depuratore per scolmarle solo a valle dei trattamenti primari di grigliatura e dissabbiatura.

Nella pagina che segue è riportato un estratto planimetrico dello sviluppo del collettore in oggetto.

A lato si riporta una pianta dell'ipotetico sollevamento da realizzare presso il depuratore attuale, onde servire il ramo fognario più in basso (in colore magenta nell'immagine) in cui sono allacciate non più di 200 – 250 persone.





4.4.2 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL COLLETTORE A GRAVITA'

Il dimensionamento del collettore fognario a gravità è stato eseguito con le equazioni del moto uniforme per condotte a pelo libero, descritto dalla formula di Chézy:

$$Q = A * v = A * \chi * R^{\frac{1}{2}} * i^{1/2}$$

dove:

v = velocità del fluido in m/s

χ = coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza relativa ε/R , dal numero di Reynolds (Re) e dalla forma della sezione

i = pendenza in m/m

R = raggio idraulico in m. definito come rapporto tra la superficie della sezione bagnata (A) ed il perimetro bagnato in mq.

A = sezione bagnata in mq

P = perimetro bagnato in m

Nel caso di moto assolutamente turbolento il coefficiente di conduttanza non è più dipendente dal numero di Reynolds e può essere espresso da formule empiriche che mettono in relazione tale coefficiente con il coefficiente di scabrezza ed il raggio idraulico, come la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = K_s * R^{\frac{1}{6}}$$

dove K_s è un parametro legato alla scabrezza della canalizzazione. Introducendo l'equazione di Gauckler Strickler nella formula di Chézy, essa diventa:

$$Q = A * K_s * R^{\frac{2}{3}} * i^{1/2}$$

Nel caso di condotte circolari parzialmente piene si ha:

$$h = D * w$$

$$\alpha = 2 * \arccos \left[\frac{(r - h)}{h} \right]$$

$$A = \frac{r^2}{2 * (\alpha - \sin \alpha)}$$

$$P = r * \alpha$$

$$R = \frac{A}{P} = \left(\frac{r}{2\alpha} \right) * (\alpha - \sin \alpha)$$

$$A = \frac{1}{2} * r^2 \left(\left(\frac{\pi}{90} \right) \arccos(1 - h/r) \right) - \sin(2 \arccos(1 - h/r))$$

$$P = r((\pi/90) \arccos(1 - h/r))$$

dove:

α = angolo sotteso dall'arco di cerchio corrispondente al perimetro bagnato P (rad)

D = diametro del tubo (m)

r = raggio del tubo (m)

h = altezza d'acqua rispetto al fondo tubo (m)

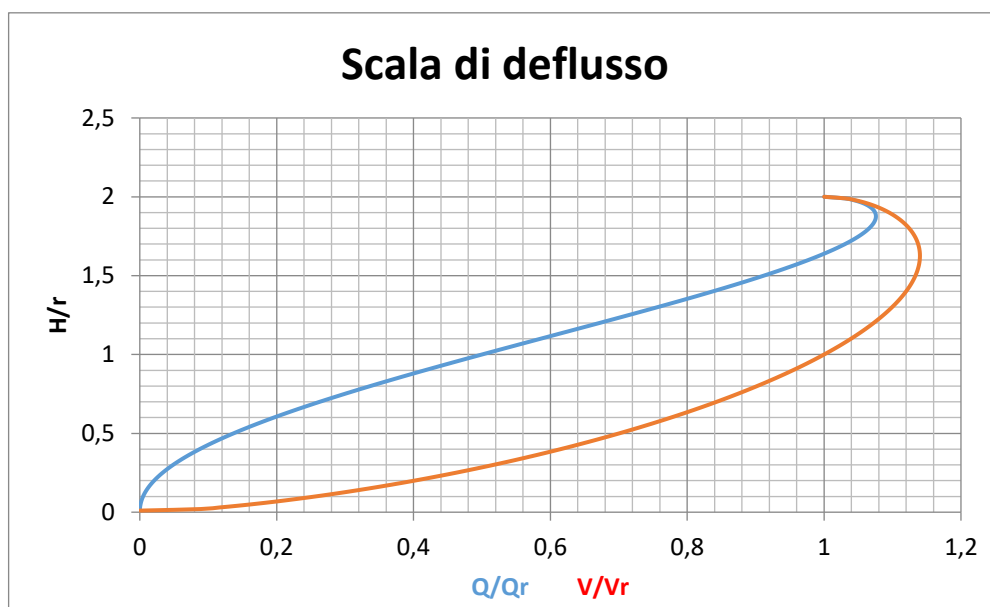
A = area della sezione bagnata del tubo (m)

P = perimetro bagnato del tubo (m)

R = raggio idraulico del tubo (m)

w = grado di riempimento del tubo (%)

i = pendenza del tubo.



Il dimensionamento di ogni tronco della fognatura va eseguito, per mezzo delle formule sopra riportate, imponendo un valore del grado di riempimento variabile in relazione alle dimensioni interne della condotta secondo la seguente tabella:

Diametro interno D	Grado di riempimento h/d
D < 400 mm	H/d = 0.5
400 mm < D < 600 mm	H/d = 0.6
D > 600 mm	H/d = 0.7

Per ciascun tronco va poi verificato che le velocità siano comprese entro un opportuno intervallo in modo da evitare problemi di deposito di materiale (alle basse velocità) e problemi di abrasione della superficie interna (alle alte velocità).

La normativa di riferimento riporta come velocità minima per le acque nere il valore di 50 cm/s (0.5 m/s), e come velocità massima per eventi di pioggia 5 m/s.

Si riportano di seguito le verifiche relative al collettore di progetto considerando le seguenti portate:

	Portate al Depuratore (m ³ /h) - TEMPO asciutto	Coeff. di punta	Portate al Depuratore (m ³ /h) - TEMPO di pioggia	Coeff. di punta rispetto al secco
Media	61,2	1,00	97,3	1,59
Minimo	44,0	0,72	50,0	0,82
Max	102,7	1,68	357,0	5,83

- **Q_{max} = 357m³/h**

Picchetto		Pendenza (%)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	Riempimento (%)	velocità (m/s)
1	7	0.59%	238.85	400	58.5	1.24
7	9	2.13%	93.87	400	40	2.36
9	20	4.90%	268.22	400	32	3.58
20	27	2.20%	308.55	400	39.5	2.4
27	30	0.70%	163.14	400	55.5	1.35
30	31	2.80%	154.98	400	37	2.7
31	37	6.76%	264.14	400	29.5	4.2
37	41	3.58%	229.78	400	34.5	3.06
41	44	2%	220.49	400	40.5	2.29
44	46	3.36%	157.72	400	35.5	2.96
46	50	1.37%	223.42	400	45.5	1.89
50	64	0.50%	305.49	400	61.5	1.14
64	66	3%	48.67	400	36.5	2.8

- **Q_{min} = 97,3 m³/h**

Picchetto		Pendenza (%)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	Riempimento (%)	velocità (m/s)
1	7	0.59%	238.85	400	20	0.77
7	9	2.13%	93.87	400	14.5	1.19
9	20	4.90%	268.22	400	12	1.61

20	27	2.20%	308.55	400	14.5	1.21
27	30	0.70%	163.14	400	19	0.81
30	31	2.80%	154.98	400	13.5	1.31
31	37	6.76%	264.14	400	11	1.79
37	41	3.58%	229.78	400	12.5	1.41
41	44	2%	220.49	400	14.5	1.16
44	46	3.36%	157.72	400	13	1.40
46	50	1.37%	223.42	400	16	1.02
50	64	0.50%	305.49	400	20.5	0.71
64	66	3%	48.67	400	13.5	1.35

Dalle tabelle sopra riportate, risulta che adoperando una tubazione Dn 400, le velocità e i gradi di riempimento vengono rispettati sia con le portate massime sia minime.

5 DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO TESTA IMPIANTO

Di seguito si analizza il *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6: “Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e delle modalità di approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'articolo 52, commi 1, lettere a) e f bis), e 3, nonché dell'articolo 55, comma 20, della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale.*

Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)” al fine di valutare la necessità e le dimensioni della vasca di accumulo da realizzare in testa all'impianto.

- All'articolo 10 del Titolo III (Reti e Sforatori) si stabilisce che al fine di migliorare l'efficienza complessiva dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione e per garantire un funzionamento adeguato della rete, l'aliquota delle acque parassite defluenti in fognatura deve essere contenuta nella maggiore misura possibile. L'obiettivo che il gestore si prefigge è quello di contenerle entro un valore di portata pari al 30% della portata nera media annua.

Di seguito si riportano i valori delle portate bianche rispetto a quelle nere determinate dall'analisi delle portate in ingresso al depuratore, si nota che il valore riportato nell'articolo 10 non viene rispettato.

	Portata nera (m3/h)	Portata bianca (m3/h)	% bianca sulla nera
Portata medie invernali (medie gennaio+ febbraio+ dicembre)	21,86	45,9	2,10
Portata medie estive (medie luglio + agosto)	32,86	28,8	0,88
Portata massime estive (settimana di massimo afflusso)	45,70	38,1	0,83

- L'articolo 11 al comma 8 sancisce che nel caso di reti di tipo unitario, la portata da sottoporre a trattamento in tempo di pioggia deve essere conforme a quanto previsto alla sezione 2 dell'allegato E.

Al comma 9 dello stesso articolo si stabilisce che qualora la capacità idraulica dell'impianto di trattamento al quale sono convogliati i reflui non consenta di trattare l'intera portata calcolata come previsto alla sezione 1.1 dell'allegato E, deve essere previsto un volume di accumulo temporaneo in testa all'impianto, dimensionato in conformità a quanto previsto nella sezione 2 del medesimo allegato.

- All'articolo 13 al comma 5 si determina che in testa agli impianti di depurazione deve essere sempre presente una vasca di accumulo finalizzata, oltre all'accumulo delle acque provenienti dallo sfioratore di testa impianto e all'accumulo necessario a soddisfare i requisiti previsti dal comma 9 dell'articolo 11 (sopra riportato), al miglioramento dell'elasticità gestionale dell'impianto e all'accumulo temporaneo per emergenza o per manutenzione, ad eccezione del caso di sistemi di trattamento costituiti da vasche Imhoff.

Di seguito si applicano i criteri presenti nell'**allegato E** al *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6* al fine di determinare la portata da avviare al depuratore, la portata minima che la sezione biologica deve trattare in tempo di pioggia ed infine il volume della Vasca di accumulo.

- Nella **SEZIONE 1.1** si descrivono i criteri realizzativi per sfioratori e reti fognarie unitarie.

In tale sezione si determina la **portata da avviare al depuratore**, quale il massimo tra:

- a) il valore corrispondente a un apporto di 750 L/AE giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia in base al rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica giornaliera della popolazione residente, assunta pari a 200 L/abitante al giorno, gli AE degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili. Il valore di 750 è elevato a 1000 L/AE giorno per gli sfioratori, le cui acque eccedenti siano recapitate in laghi ovvero su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;

b) il valore ottenuto assumendo un rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera del giorno di massimo consumo per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.

Si ottiene:

$$a) Q = \frac{(1000 \cdot AE)}{86400} = \frac{(1000 \cdot 5184)}{86400} = 60 \text{ l/s}$$

$$b) Q = 2 \cdot Q_{\text{med}_{\text{nera}}} = 25.39 \text{ l/s.}$$

Risulta che la portata da avviare al depuratore, secondo l'**allegato E** è di **60 l/s**.

Le alternative progettuali, presentate in questo progetto di fattibilità tecnica ed economica sono state calcolate e dimensionate sull'ipotesi di convogliare al depuratore, in particolare ai pretrattamenti una portata massima pari a **101.01 l/s**, quindi di circa **il 68%** maggiore rispetto a quello previsto dalla legge regionale.

- Nella **SEZIONE 2** si sancisce che dovrà essere assicurato che la sezione biologica sia in grado di trattare una portata almeno pari al più grande dei valori calcolabili applicando i seguenti criteri:

a) *portata corrispondente ad un apporto di 500 L/AE giorno, considerato uniformemente distribuito nelle 24 ore;*

b) *portata pari a 1,1 volte la portata massima di tempo secco.*

$$a) Q = \frac{(500 \cdot AE)}{86400} = \frac{(500 \cdot 5184)}{86400} = 30 \text{ l/s}$$

$$b) Q = 1.1 \cdot Q_p = 1.1 \cdot 39.09 = 43 \text{ l/s.}$$

Risulta che la portata che la sezione biologica deve trattare è di **43.6 l/s**.

Le alternative progettuali, presentate in questo progetto di fattibilità tecnica ed economica sono state calcolate e dimensionate convogliando ai trattamenti biologici una portata pari a **50.82 l/s**, quindi circa il 18% maggiore di quella prevista nell'allegato E.

- Nella stessa **SEZIONE 2** si stabilisce che qualora il depuratore non sia in grado di trattare la portata determinata applicando i criteri indicati nella **SEZIONE 1.1**, in testa all'impianto dovrà essere prevista una vasca di accumulo temporaneo.

Le alternative progettuali presentate, come esposto sopra, sono state dimensionate in modo che in tempo di pioggia i pretrattamenti siano in grado di trattare una portata di **101.01 l/s** mentre la sezione biologica **50.82 l/s**, che pur essendo superiore a quella prevista nella sezione 2 dell'allegato E è inferiore al valore di **60 l/s** calcolato secondo la **SEZIONE 1.1**.

Quindi, sarà necessario prevedere una vasca di accumulo temporaneo da posizionare in testa al depuratore.

Il volume della vasca (V_{vacc}), viene determinato come previsto nell'allegato E, dimensionato in modo da essere almeno pari al prodotto tra la portata (P) risultante dalla differenza tra portata avviate a depurazione (P_{avv}), calcolata come descritto nella Sezione 1.1, e la portata massima trattata in tempo di pioggia (P_{tratt}) e il tempo maggiore (T) tra due ore e il tempo di corrivazione del bacino dell'intero agglomerato servito (t_{corr}), calcolato come rapporto tra la lunghezza totale dell'asta principale della rete fognaria e una velocità di riferimento da assumere pari a 1 m/s maggiorata di mezz'ora.

$$V_{acc} = P * T$$

Dove

$$P = P_{avv} - P_{tratt} = 60 - 50.82 = 9.18 \text{ l/s}$$

Nel progetto di fattibilità tecnica ed economica sono previste 3 ipotesi progettuali. La prima consiste nella ristrutturazione del depuratore esistente, la seconda e la terza si basano sulla delocalizzazione dell'impianto a valle rispetto alla posizione attuale costruendo un collettore fognario che si sviluppa quasi interamente lungo l'asse stradale della statale n. 669, correndo per lo più in banchina. Quindi risulta che la prima alternativa ha un tempo di corrivazione differente rispetto alla seconda e la terza ipotesi.

I tempi di corrivazione sono:

IPOTESI I

$$T_{corr} + 0.5 \text{ ore} = 1.24 \text{ ore}$$

IPOTESI II A e IPOTESI II B

$$T_{corr} + 0.5 \text{ ore} = 1.60 \text{ ore}$$

Quindi tutte le ipotesi hanno un tempo di corrivazione inferiore alle 2 ore, e come previsto nell'allegato E si prenderà **$T=2 \text{ ore}$**

$$T = \max \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ore} \\ t_{corr} + 0.5 \text{ ore} \end{array} \right.$$

Considerato quanto sopra riportato il volume della vasca risulta:

$$V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10 \text{ m}^3$$

Come sopra accennato, nelle 3 ipotesi progettuali sarà convogliato ai pretrattamenti una portata pari a **101.01 l/s** , maggiore dei **60 l/s** previsti dalla normativa (Allegato E Sezione 1.1), quindi il volume di accumulo calcolato di 66.10 mc sarà sufficiente per circa 22 minuti.

- Il comma 5 dell'art 13, stabilisce che deve essere sempre presente una vasca di accumulo di testa impianto finalizzata, oltre all'accumulo al miglioramento dell'elasticità gestionale dell'impianto. Nell'allegato E alla Sezione 4.1 viene riportato: *“il volume di tale vasca dovrà consentire la gestione del refluo in ingresso per un arco di tempo sufficiente a sopperire ad esigenze di accumulo temporaneo per emergenza o manutenzione.”*

Di seguito si calcola il Volume di emergenza che deve avere la vasca di testa impianto, al fine di rispettare la *SEZIONE 4.1 dell'Allegato E*.

Per emergenza si considera il caso di interruzione della fornitura elettrica con durata massima 2 ore.

$$V_{emergenza(2h)} = Q_{med} * \frac{7200}{1000} = 23.27 \text{ l/s} * \frac{7200}{1000} = 167.6 \text{ m}^3 \sim 168 \text{ m}^3$$

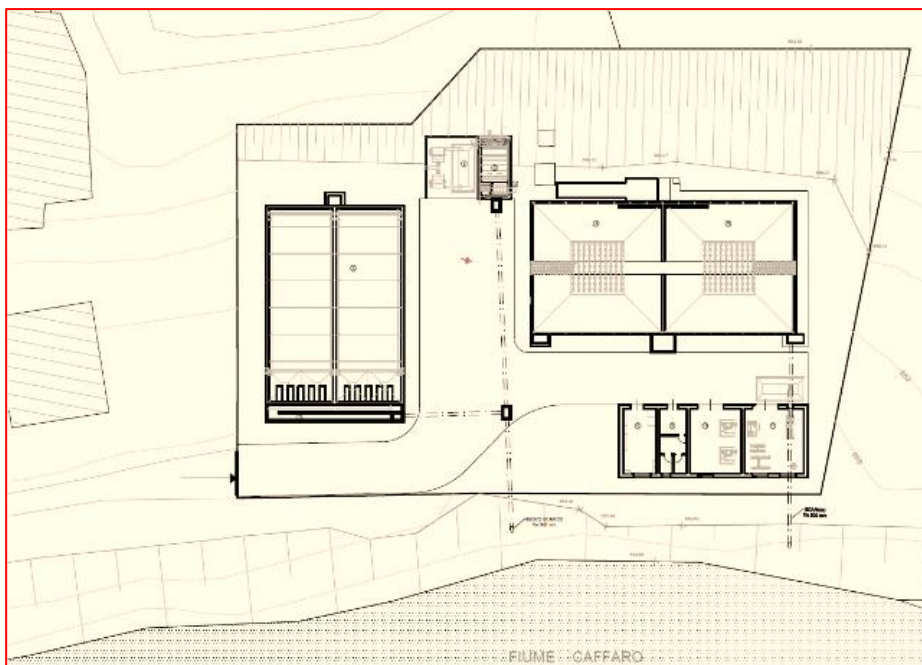
La vasca di testa impianto verrà realizzata tenendo conto del volume maggiore ottenuto tra il Volume di accumulo calcolato secondo l'allegato E ed il volume di emergenza, visto che risulta molto improbabile il verificarsi delle condizioni contemporaneamente.

$$V_{Vasca} = 168 \text{ m}^3$$

Ora analizziamo singolarmente le tre alternative progettuali presentate:

• ALTERNATIVA I

Tale alternativa prevede la ristrutturazione del depuratore esistente, utilizzando un processo biologico con aerazione alternata o “Intermittent Aeration”. L'impianto, come si può vedere nella planimetria di lay-out, disporrà di una sola Linea Acque ed una sola Linea Fanghi. Le sezioni da costruire a nuovo sono:



- grigliatura con dissabbiatura;
- sedimentazione secondaria;
- disinfezione

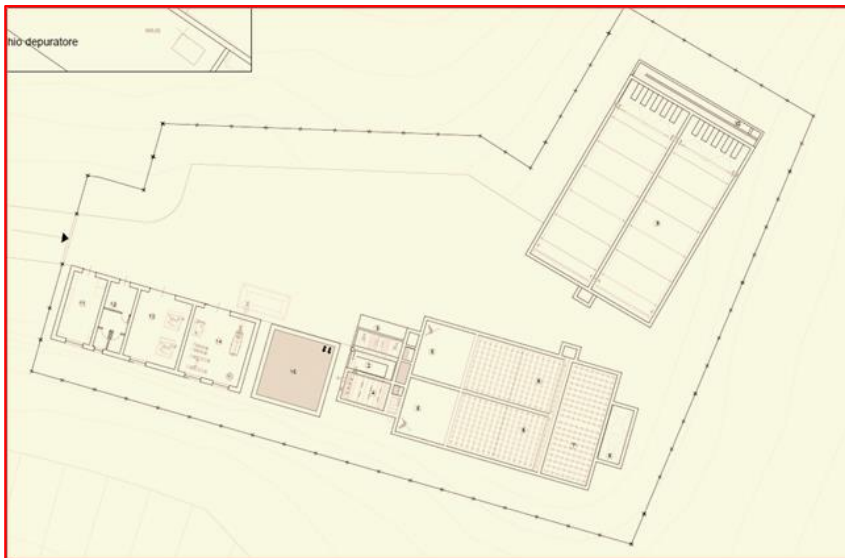
- disidratazione
- locale tecnologico.

L'area disponibile non è sufficiente per la realizzazione di una vasca di 168 mc. In caso di manutenzione la digestione potrà essere utilizzata come vasca di ossidazione.

L'impossibilità della realizzazione della vasca di testa impianto verrà considerata nella valutazione della scelta delle alternative progettuali.

• ALTERNATIVA II A

La seconda alternativa proposta è quella basata sull'ipotesi di delocalizzare l'impianto più a valle costruendo un collettore fognario che si sviluppa quasi interamente lungo l'asse stradale della statale n. 669 correndo per lo più in banchina. Presso il depuratore attuale si dovrà realizzare un



sollevamento in grado di convogliare nel nuovo collettore fognario il ramo fognario più basso. Come accennato precedentemente le alternative sono state dimensionate in modo che in tempo di pioggia i pretrattamenti siano in grado di trattare una portata di **101.01 l/s** mentre la sezione biologica **50.82 l/s**.

L'alternativa progettuale II A prevede la realizzazione di un nuovo impianto a fanghi attivi (CAS). L'impianto disporrà di 2 linee Acque in parallelo ed una sola Linea Fanghi, con evidenti vantaggi nel caso si debba fare manutenzione straordinaria.

A differenza dell'alternativa I, l'area disponibile permette la realizzazione della vasca di testa impianto prevista dal *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6*.

La natura impiantistica di tale alternativa, basata sul funzionamento di 2 linea in parallelo, permette in caso di emergenza e di manutenzione di avere una gestione più flessibile delle portate entranti e quindi la Vasca di testa impianto può essere ridotta a 100 mc.

E' da tenere in considerazione che tale volume ($V=100mc$) risulta superiore a quello previsto dalla Sezione 2 dell'allegato E che è di $V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10m^3$.

• ALTERNATIVA II B

Come l'alternativa precedente, si basa sull'ipotesi di delocalizzare l'impianto più a valle e anch'essa prevede la realizzazione di un condotto a gravità e di un sollevamento presso il depuratore attuale. Il nuovo impianto sarà a biomassa adesa in letto mobile (MBBR). L'impianto verrà contenuto all'interno di un edificio coperto e disporrà di 1 Linea Acque e una sola linea fanghi.

Per dare maggiore elasticità all'impianto si prevederà la possibilità che la vasca di denitrificazione possa funzionare anche da nitrificazione.

L'area disponibile permette la realizzazione della vasca di testa impianto prevista dal *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6*.

A differenza dell'alternativa precedente la presenza di 1 sola linea impiantistica non permette di avere una gestione flessibile in caso di emergenza o manutenzione e quindi si dovrà realizzare un volume di testa impianto pari a:

$$V_{emergenza(2h)} = Q_{med} * \frac{7200}{1000} = 23.27 \text{ l/s} * \frac{7200}{1000} = 167.6 \text{ m}^3 \sim 168 \text{ m}^3$$

E' da tenere in considerazione che tale volume risulta superiore a quello previsto dalla Sezione 2 dell'allegato E che è di $V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10 \text{ m}^3$.

