REGIONE
PIEMONTE

PROVINCIA
DI CUNEO

COMUNE DI MONTÀ

POTENZIAMENTO E RISTRUTTURAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ACQUE REFLUE DI LOC. SAN MARTINO NEL COMUNE DI MONTÀ

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

TECNOEDIL S.p.A. Via Vivaro, 2 – 12051 ALBA (CN)
tel. +39 0173.441155 – fax + 39 0173.441104
www.egea.it – mail: tecnoedil@egea.it

PROGETTISTA

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 – fax + 39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it

Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
1067 Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

CERTIFICATORE

AUTORITÀ D'AMBITO n° 4 CUNEESE

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ALLEGATO
01	23/04/2021	RELAZIONE BIOLOGICA - IDRAULICA	2.2

Protocollo	Commessa	
	2018_003	

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

SOMMARIO

PREMESSA 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 2

STATO DI PROGETTO 2

Interventi previsti in progetto 3
Valutazione della qualità del refluo in arrivo all'impianto nell'arco degli ultimi tre anni 3
Ingresso *3*
Uscita *4*
Parametri di progetto dei reflui in ingresso 5
Confronto dei principali parametri di qualità di progetto rispetto a quanto rilevato in situ 7
Ingresso *7*
Caratteristiche richieste per l'effluente 7
Adeguamento della sedimentazione primaria 8
Adeguamento dell'attuale vasca di ossidazione: schema di funzionamento a cicli alternati 9
Strumentazione di analisi e sistema di ottimizzazione processi *9*
Verifiche biologiche *10*
Denitrificazione: 11
Rimozione della frazione organica biodegradabile BOD5: 14
Nitrificazione: 15
Riepilogo: 17
Trasformazione dell'attuale sedimentatore secondario in una vasca aggiuntiva per l'ossidazione 18
Costruzione di un nuovo sedimentatore secondario a pianta circolare 18
Caratteristiche dimensionali *18*
Carico idraulico e tempo di ritenzione *19*
Verifica del comparto di trattamento biologico con funzionamento a cicli alternati attraverso l'impiego del software BioWin® 20
Modello e risultati ottenuti *21*

COLLEGAMENTI IDRAULICI 26

Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento in pressione 26
Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento a superficie libera 28

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

PREMESSA

Nel quadro delle proprie competenze TECNOEDIL S.p.a. ha affidato alla società di ingegneria Saglietto Engineering S.r.l. nella persona del sottoscritto professionista Ing. Fabrizio Saglietto, il compito di redigere il Progetto Definitivo "Potenziamento e ristrutturazione dell'impianto di depurazione di acque reflue" di Montà d'Alba.
Le lavorazioni in esame hanno lo scopo di migliorare la qualità del refluo in uscita dall'impianto, mantenendo invariata l'attuale potenzialità dell'impianto, pari a 3000 abitanti equivalenti.

Il presente elaborato contiene le verifiche biologiche dei diversi comparti del processo di trattamento.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Sono adottate le prescrizioni delle legislazioni riportate in seguito:

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale";
- Regolamento regionale n. 17/R del 16 Dicembre 2008 (Testo storico) "Disposizioni in materia di progettazione e autorizzazione provvisoria degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)".

STATO DI PROGETTO

Il presente progetto prevede l'adeguamento dell'impianto di depurazione di Montà d'Alba mediante il parziale recupero e ripristino dei manufatti esistenti, la realizzazione di nuove opere e l'installazione di nuove apparecchiature; così da migliorare la qualità del refluo in uscita dall'impianto, mantenendo però invariata l'attuale potenzialità dell'impianto (3000 abitanti equivalenti).

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Interventi previsti in progetto

In linee generali, il progetto prevede i seguenti interventi:

- manutenzione della sedimentazione primaria a pacchi lamellari;
- adeguamento dell'attuale vasca di ossidazione in modo da rendere possibile un funzionamento a cicli alternati del comparto;
- trasformazione dell'attuale sedimentatore secondario in una vasca aggiuntiva per l'ossidazione;
- costruzione di un nuovo sedimentatore secondario a pianta circolare.

Valutazione della qualità del refluo in arrivo all'impianto nell'arco degli ultimi tre anni

Nell'arco degli anni 2016, 2017 e 2018 sono stati effettuati dei campionamenti allo scopo di valutare i diversi parametri di qualità del refluo in arrivo ed in uscita dall'impianto di Montà d'Alba. Si riporta in seguito una sintesi dei risultati delle analisi e dell'elaborazione dei risultati.

Ingresso

Parametro		**pH**	**C.O.D.**	**B.O.D.**	**Solidi sospesi totali**	**Azoto ammoniacale**	**Azoto nitrico**	**Azoto nitroso**	**Fosforo totale**
U.M.			**mg/l O_2**	**mg/l O_2**	**mg/l**	**mg/l NH_4**	**mg/l $N\text{-}NO_3$**	**mg/l $N\text{-}NO_2$**	**mg/l P**
Data	**22/02/2016**	7,24	429	245	106	37,20	0,47	0,08	3,22
	13/06/2016	7,45	39	21	40	14,76	0,16	0,28	2,28
	26/09/2016	7,44	248	130	51	20,04	0,14	0,01	3,11
	12/12/2016	7,43	365	200	46	34,40	0,10	0,04	4,44
	06/03/2017	8,03	281	160	101	53,19	0,10	0,01	3,94
	12/06/2017	7,26	193	101	67	34,22	0,05	0,05	2,70
	25/09/2017	7,25	730	242	327	36,46	0,08	0,03	12,40
	11/12/2017	7,39	182	95	68	27,41	0,10	0,01	3,10
	26/02/2018	7,25	242	131	169	18,23	0,70	0,10	1,10
	11/06/2018	7,67	186	90	30	65,75	0,43	0,07	3,99

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Massimo	8,03	730	245	327	65,75	0,70	0,28	12,40
Media	7,44	290	142	101	34,17	0,23	0,07	4,03
Minimo	7,24	39	21	30	14,76	0,05	0,01	1,10

Uscita

Parametro		**pH**	**C.O.D.**	**B.O.D.**	**Solidi sospesi totali**	**Azoto ammoniacale**	**Azoto nitrico**	**Azoto nitroso**	**Fosforo totale**
U.M.			**mg/l O_2**	**mg/l O_2**	**mg/l**	**mg/l NH_4**	**mg/l $N\text{-}NO_3$**	**mg/l $N\text{-}NO_2$**	**mg/l P**
Data	**19/01/201**	NR	10	2	4	NR	NR	NR	NR
	23/02/2016	7,44	14	5	2	11,80	0,31	0,10	0,66
	19/04/2016	NR	35	7	28	NR	NR	NR	NR
	20/07/2016	7,47	108	40	55	21,60	0,11	0,20	4,71
	02/08/2016	NR	19	6	3	NR	NR	NR	NR
	27/09/2016	7,40	28	8	32	1,89	0,05	0,03	0,41
	29/11/2016	NR	21	6	26	NR	NR	NR	NR
	13/12/2016	7,01	32	8	3	1,00	19,80	0,03	2,21
	14/02/2017	NR	30	7	19	NR	NR	NR	NR
	07/03/2017	7,44	36	7	13	23,01	2,64	0,42	0,58
	21/03/2017	NR	NR	NR	NR	27,34	NR	NR	NR
	09/05/2017	NR	33	8	6	NR	NR	NR	NR
	13/06/2017	7,45	25	6	12	29,75	0,93	0,18	0,89
	27/06/2017	NR	NR	NR	NR	15,50	NR	NR	NR
	01/08/2017	NR	41	15	2	NR	NR	NR	NR
	26/09/2017	7,73	30	7	8	2,69	4,34	0,04	0,85
	14/11/2017	NR	29	10	10	NR	NR	NR	NR
	12/12/2017	7,01	44	6	21	5,72	9,61	0,35	1,23
	16/01/2018	NR	27	8	3	NR	NR	NR	NR
	27/02/2018	7,24	14	4	5	6,04	1,89	0,04	0,06
	07/03/2018	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,04	NR

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

	10/04/2018	NR	11	3	4	NR	NR	NR	NR
	12/06/2018	7,04	46	7	5	1,00	7,00	0,40	NR
	10/07/2018	NR	15	3	1	NR	NR	NR	NR
NR: non rilevato									

Massimo	7,73	108	40	55	29,75	19,80	0,42	4,71
Media	7,32	31	8	13	12,28	4,67	0,17	1,29
Minimo	7,01	10	2	1	1,00	0,05	0,03	0,06

Parametri di progetto dei reflui in ingresso

In seguito, vengono introdotti i parametri qualitativi e quantitativi dell'effluente in ingresso all'impianto considerati in progetto:

Apporti civili di progetto		
Parametro	U.M.	Valore
Potenzialità		
Abitanti equivalenti	Aeq	3000
Apporto idraulico		
Coefficiente di afflusso	(-)	0,80
Dotazione idrica	L/Aeq d	250,00
Tipo di fognatura nera/mista	(N/M)	M
Portata media giornaliera Qm	m^3/d	750,00
	ore/giorno	18
	m^3/h	42,00
Coeff. Q massima ingresso impianto	(-)	5
Portata massima ai pretrattamenti	m^3/h	210,08
Coeff. di portata di ingresso al biologico	(-)	2
Portata massima al trattamento biologico	m^3/h	84,03
Coeff. di portata bypass biologico	(-)	3
Portata sfiorata a monte del trattamento biologico	m^3/h	126,05

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Carichi e concentrazioni[1]		
Apporto unitario di carico organico BOD_5	g/Aeq d	60,00
Carico organico totale BOD_5	kg/d	180,00
Concentrazione BOD_5	mg/L	240,00
Apporto unitario di COD	g/Aeq d	150,00
Carico totale COD	kg/d	450,00
Concentrazione COD	mg/L	600,00
Apporto unitario di SST	g/Aeq d	90,00
Carico totale SST	kg/d	270,00
Concentrazione SST	mg/L	360,00
Apporto unitario di TKN	g/Aeq d	14,50
Carico totale TKN	kg/d	43,50
Concentrazione TKN	mg/L	58,00
Apporto unitario di NH4-N	g/Aeq d	8,70
Carico totale di NH4-N	kg/d	26,10
Concentrazione di NH4-N	mg/L	34,80
Apporto unitario di P	g/Aeq d	3,00
Carico totale P	kg/d	9,00
Concentrazione P	mg/L	12,00
Temperature		
T massima liquami	°C	20
T minima liquami	°C	12

Per la verifica del comparto biologico, rispetto ai dati sopra riportati, è stato considerato un minimo abbattimento del carico organico e dell'azoto nei comparti presenti a monte (20% e 10% rispettivamente) ed è stato considerato un fattore di sicurezza per le punte di carico pari a 1,8.

[1] Gli apporti unitari sono stati definiti sulla base di quanto riportato sul testo MASOTTI, L. (2011). *Depurazione delle acque. Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*. ed. Calderini, Milano.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Confronto dei principali parametri di qualità di progetto rispetto a quanto rilevato in situ

Ingresso

Parametro	**C.O.D.**	**B.O.D.**	**Solidi sospesi totali**	**Azoto ammoniacale**	**Fosforo totale**
U.M.	**mg/l O_2**	**mg/l O_2**	**mg/l**	**mg/l NH_4**	**mg/l P**
Valore medio misure effettuate in situ	290	142	101	34,17	4,03
Valore di progetto	600	240	360	34,80	12

I parametri di progetto sono adatti e cautelativi in quanto più elevati rispetto ai parametri rilevati in situ.

Caratteristiche richieste per l'effluente

I limiti di emissione allo scarico sono quelli individuati dalla Tabella 1 "Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane" e dalla Tabella 3 "Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura" dell'Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs.152/06:

Parametro	**concentrazione**		**% di riduzione**	
BOD_5	mg/L	≤ 25	%	70 - 90
COD	mg/L	≤ 125	%	75
SS	mg/L	≤ 35	%	90
Azoto ammoniacale	mg/L	≤ 15	(-)	(-)
Fosforo totale	mg/L	≤ 10	(-)	(-)
Azoto nitroso	mg/L	≤ 0,6	(-)	(-)
Azoto nitrico	mg/L	≤ 20	(-)	(-)

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Adeguamento della sedimentazione primaria

Le dimensioni utili del comparto esistente sono:

- larghezza: 3,00 m;
- lunghezza: 4,50 m;
- profondità centrale: 2,65 m;
- superficie: 13,50 mq;
- volume: 23,30 mc.

Ai fini della verifica del comparto, è stata individuata la velocità di risalita senza pacchi lamellari attraverso la seguente formula:

$$v = \frac{Q_m}{S \cdot S_p \cdot h_p}$$

dove:

v: velocità di risalita senza pacchi lamellari [m/h];

Qm: portata media di progetto [mc/h];

S: superficie in pianta [mq];

S_p: superficie proiettata [mq/mc];

h_p: altezza dei pacchi lamellari [m].

Il valore ottimale della velocità di risalita (v) viene considerato minore o uguale a 0,50 m/h.

Verifica sedimentatore primario a pacchi lamellari		
Parametro	U.M.	valore
Numero di linee	(-)	1,00
Qm	mc/h	42,00
Larghezza vasca attuale	m	3,00
Lunghezza vasca attuale	m	4,50
S	mq	13,50
Sp	mq/mc	6,25
hp	m	1,00
v	m/h	0,37

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

La vasca ha caratteristiche ottimali rispetto alla portata media di progetto. Per cui, la sezione in oggetto non sarà interessata da potenziamento ma da soli interventi di manutenzione straordinaria ai fini del ripristino delle potenzialità del comparto. In sostanza, si procederà all'estrazione dei pacchi dalla vasca e alla loro pulizia.

Adeguamento dell'attuale vasca di ossidazione: schema di funzionamento a cicli alternati

Strumentazione di analisi e sistema di ottimizzazione processi

Per il trattamento biologico si adotterà uno schema di funzionamento a cicli alternati, attraverso la gestione intermittente dell'aerazione nella prima vasca di trattamento biologico. Il processo assicurerà la rimozione biologica del carbonio in simultanea con l'azoto, tramite la successione di fasi aerobiche ed anossiche in un unico bacino.

Il controllo dell'intermittenza dell'aerazione sarà basato su strategie correlate alle misure di parametri acquisiti con specifica strumentazione analitica quali:

- ammoniaca e nitrati;
- ossigeno disciolto;
- torbidità e solidi sospesi totali.

Per assicurare la regolazione ottimale del processo, da locale e remoto, verrà disposto un sistema di controllo automatico che gestirà il funzionamento dei compressori e dei miscelatori in base a quanto rilevato dai sensori di misura.

Il modulo scelto è caratterizzato dalle seguenti peculiarità:

- ha come segnali di input la concentrazione in tempo reale di NH4-N (azoto ammoniacale) e azoto nitrico + azoto nitroso (NOx-N) presente in vasca;
- avendo l'informazione in tempo reale di questi due parametri, va di conseguenza a determinare l'alternanza delle due fasi in modo da stabilirne la durata ottimale;
- in tal modo è in grado di ottenere notevoli risparmi energetici e stabilità del processo biologico in caso di variazioni repentine di carico entrante.

Il sistema dà come output segnali digitali on/off che vanno di conseguenza a regolare l'accensione / spegnimento delle soffianti con una logica ottimizzata rispetto a quella su base temporale

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Verifiche biologiche

In questa sezione, si riportano le verifiche e considerazioni effettuate sul comparto biologico. Le verifiche sono state eseguite attraverso le procedure di calcolo riportate nei libri "Depurazione delle acque" di Luigi Masotti e "Trattamenti delle acque reflue" di Luca Bonomo e verificate attraverso un foglio di calcolo Microsoft Excel© basato sul libro "Wastewater Engineering" by Metcalf & Eddy.

Ai fini del potenziamento del comparto biologico, verrà effettuata la trasformazione dell'attuale sedimentatore secondario in una vasca di ossidazione aggiuntiva. La vasca in oggetto presenta caratteristiche particolari, in quanto è caratterizzata da un fondo trapezoidale con pareti inclinate di circa 60°. Questa configurazione rende difficoltosa l'installazione della rete di aerazione, perciò verrà effettuato un riempimento del fondo pari a 1 m.

Le volumetrie a disposizione del trattamento biologico in fase di progetto sono le seguenti:

Volumetrie attuale trattamento biologico		
Parametro	U.M.	Valore
Lunghezza	m	13,30
Larghezza	m	6,50
Superficie	mq	86,45
Battente idrico attuale (misurato in centro vasca)	m	6,00
Battente idrico attuale (misurato in periferia)	m	3,30
Inclinazione pareti	°	15
Volume utile attuale trattamento biologico	**mc**	**381**
Volumetrie attuale sedimentatore secondario		
Parametro	U.M.	Valore
Lunghezza	m	6,50
Larghezza	m	6,50
Superficie	mq	42,25
Battente idrico attuale (misurato in centro vasca)	m	6,00
Battente idrico attuale (misurato in periferia)	m	3,30
Inclinazione pareti	°	60
Volume utile attuale sedimentatore secondario	mc	185

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Volume sottratto per riempimento di 1 m	mc	46
Volume utile di progetto sedimentatore secondario	**mc**	**139**

Effettuando le verifiche biologiche del comparto per la portata media di tempo secco, considerando le temperature di progetto minima (12°C) e massima (20°C) ed imponendo una concentrazione in vasca di 4kgSSV/mc, il comparto risulta verificato in quanto la volumetria richiesta risulta minore di quella disponibile (anche in condizioni peggiorative di bassa temperatura). Si riporta una tabella dettagliata della procedura di calcolo e dei parametri considerati (con una temperatura di 12°C) e, successivamente, una tabella riassuntiva delle volumetrie richieste per 12°C e 20°C:

Denitrificazione:

Denitrificazione (4kgSS/mc – 12°C)		
	U.M.	valore
TKN0: in arrivo	mg/L	52,20
TKNe: allo scarico	mg/L	5
NO3e: allo scarico	mg/L	20
S0: BOD_5 in arrivo	mg/L	192,00
Se: BOD_5 allo scarico	mg/L	25
r: entità del ricircolo riferito alla Qm	(-)	1,00
Bb: BOD_5 alimentato nell'unità di tempo	kg BOD_5/d	144,00
ΔNden: quantità di nitrati che devono essere ridotti nell'unità di tempo	kgN/d	14,14
θ: fattore di correzione della temperatura	(-)	1,026
T di esercizio	**°C**	**12**
(Xv)D: biomassa eterotrofa presente nel reattore di denitrificazione	kgSSV	450,00
(Cf)D: carico del fango riferito alla sola biomassa presente nel reattore di denitrificazione	kg BOD_5/kgSSV d	0,32

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

(VD)T: velocità di denitrificazione	kgN/kgSSV d	0,031
iterazione 1:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,74
iterazione 2:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,68
iterazione 3:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 4:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 5:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 6:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 7:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 8:		

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,03
(Xv)D	kgSSV	449,66
iterazione 9:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	0,32
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,0314
(Xv)D	kgSSV	449,66

azoto nitrico da ridurre	kg/d	14,14
Velocità di denitrificazione a 12°C	kgN/kgSSV d	0,031
CsT	**kgSST/mc**	**4,00**
Csv	**kgSSV/mc**	**2,80**
Volume richiesto dal sistema a 12°C	**mc**	**160,59**

Ve: Volume effettivo	mc	381
Velocità di denitrificazione a 12°C	kgN/kgSSV d	0,031
Csv	kgSSV/mc	2,80
Carico di nitrati effettivamente ridotto	kgNO3/d	33,56
Entità del ricircolo della miscela aerata	(-)	1,00
Entità del ricircolo fanghi	(-)	1,00
Concentrazione di nitrati effettivamente ridotto	mg/L	14,92
Concentrazione di nitrati in uscita	mg/L	37,28*
*In fase di gestione impianto verrà verificato l'effettivo valore di concentrazione dei nitrati in uscita		

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Rimozione della frazione organica biodegradabile BOD5:

Comparto di rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (4kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	valore
Caratteristiche operative		
Ca: concentrazione di fango in vasca	**kgSS/mc**	**4,00**
SSV/SS: hp rapporto SSV/SS	(-)	0,70
kp: coeff. Di sicurezza per le punte di carico	(-)	1,80
contenuto di solidi sospesi, dato dai fiocchi di fango attivo sfuggiti alla sedimentazione, che contribuiscono al valore di BOD_5 finale	mg BOD_5/mg SST	0,40
Se: concentrazione BOD_5 disciolto in uscita	mg/L	11,00
T di esercizio	**°C**	**12**
v20: velocità di ossidazione a 20°C	kg BOD_5/kgSSV d	4,00
ks: costante di semisaturazione relativa al BOD_5	mg BOD_5/L	50,00
θ: fattore di correzione per la temperatura	(-)	1,04
Xssv: biomassa richiesta dal sistema	kgSSV	463,61
Xss	kgSS	662,31
V: Volume richiesto dal sistema	**mc**	**166**
Cf: fattore di carico organico del fango atteso teorico	kg BOD_5/kgSSV d	0,22
Cv: fattore di carico volumetrico atteso teorico	kg BOD_5/mc d	0,87
Ve: Volume effettivo	**mc**	**521**
Cfe: fattore di carico organico del fango effettivo	kg BOD_5/kgSSV d	0,07
Cve: fattore di carico volumetrico effettivo	kgBOD5/mc d	0,28

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Bilancio comparto biologico - rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (4 kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	Valore
TKN0: concentrazione di TKN in ingresso	mgTKN/L	52,20
S0: concentrazione di BOD_5 in ingresso	mgBOD_5/L	192,00
Se: concentrazione di BOD_5 in uscita	mgBOD_5/L	11,00
η: rendimento di rimozione del BOD_5	%	94,27
Frazione di azoto usata nella sintesi batterica come % di BOD_5 rimosso	%	5,00
Concentrazione di TKN usata nella sintesi batterica	mgTKN/L	9,05
TKNe: concentrazione di TKN in uscita	mgTKN/L	43,15

Nitrificazione:

Comparto di rimozione dei composti azotati NITRIFICAZIONE (4kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	valore
YN: tasso di crescita cellulare	kgSSV/kgTKN	0,18
(VN)20: velocità massima di rimozione del substrato (nitrificazione) a 20°C in assenza di azioni limitanti e in condizioni ottimali di pH	kgTKN/kgSSV d	5,00
kNT: costante di semisaturazione relativa al TKN	mgTKN/L	1,00
OD: conc. Di ossigeno disciolto (di solito compreso tra 1,5 e 3,5)	mgO2/L	2,00
ko: costante di semisaturazione relativa all'O2 disciolto	mgO2/L	1,00
θ: coefficiente correttivo relativa alla T (se T diversa da 20°C)	(-)	1,07
T di esercizio	**°C**	**12,00**
(VN)T: velocità di nitrificazione nelle reali condizioni operative, definite dalla T, dalla conc. dell'O2 disciolto e di TKN nella vasca e dal valore di pH	kgTKN/kgSSV d	1,62

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

(μN)T: velocità di crescita teorica dei batteri nitrificanti	1/d	0,29
(kd)N: velocità di scomparsa batterica	kgSSV/kgSSV d	0,05
θkd: coefficiente correttivo relativa alla T (se T diversa da 20°C)	(-)	1,05
(kd)NT	1/d	0,03
SRT	d	3,89
FS	(-)	1,80
SRTcalc	d	7,00
(VN)Tcalc	kgTKN/kgSS d	0,98
(Xv)N: biomassa nitrificante	kgSSV	29,10
YE: tasso di crescita cellulare	kgSSV/kg BOD_5	0,80
f: frazione di biomassa nitrificante su quella totale	(-)	0,045
Xv: biomassa complessiva nei reattori biologici da destinare alla nitrificazione	kgSSV	643,71
Verifica del carico del fango e volumetrico		
Cf applicato al sistema	kg BOD_5/kgSSV d	0,22
Cf riferito alla biomassa in termini di SS	kg BOD_5/kgSS d	0,16
Concentrazione fango attivo in vasca	**kgSSV/mc**	**4,00**
Cv: fattore di carico volumetrico atteso teorico	kg BOD_5/mc d	0,63
V: Volume richiesto dal sistema	**mc**	**230**
Ve: Volume effettivo	**mc**	**520**

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Riepilogo:

Riepilogo volumetrie richieste comparto biologico (4kgSS/mc – 12°C)		
Denitrificazione		
Velocità di denitrificazione a 12°C	kgTKN/kgSSV d	0,031
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	161
Rimozione carico organico (BOD_5)		
Velocità di rimozione BOD_5 a 12°C	kgBOD_5/kgSSV d	2,92
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	166
Nitrificazione		
Velocità di nitrificazione a 12°C	kgTKN/kgSSV d	1,62
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	230
Totale		
Volume di denitrificazione totale richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	161
Volume di denitrificazione disponibile	mc	381
Volume totale rimozione carico organico (BOD_5) + Nitrificazione richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	396
Volume disponibile	mc	520

Riepilogo volumetrie richieste comparto biologico (4kgSS/mc – 20°C)		
Denitrificazione		
Velocità di denitrificazione a 20°C	kgTKN/kgSSV d	0,042
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	121
Rimozione carico organico (BOD_5)		
Velocità di rimozione BOD_5 a 20°C	kgBOD_5/kgSSV d	4,00
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	166
Nitrificazione		
Velocità di nitrificazione a 20°C	kgTKN/kgSSV d	5,00
Volume richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	135

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Totale		
Volume di denitrificazione totale richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	121
Volume di denitrificazione disponibile	mc	381
Volume totale rimozione carico organico (BOD_5) + Nitrificazione richiesto per una concentrazione di 4kgSS/mc	mc	301
Volume disponibile	mc	520

Trasformazione dell'attuale sedimentatore secondario in una vasca aggiuntiva per l'ossidazione

Si prevede l'estrazione delle apparecchiature presenti, l'adeguamento dell'uscita reflui, l'installazione di una rete di diffusori per l'aerazione, il riempimento del fondo per un'altezza di 1 m (ai fini di facilitare il posizionamento dei piattelli) e installazione di un sistema di ricircolo della miscela aerata (dalla seconda vasca di ossidazione alla vasca di cicli alternati).

Costruzione di un nuovo sedimentatore secondario a pianta circolare

Caratteristiche dimensionali

Per quanto riguarda la sedimentazione secondaria, si ha attualmente a disposizione un sedimentatore circolare avente le seguenti caratteristiche:

Sedimentazione secondaria circolare		
Parametro	U.M.	Valore
Diametro	m	12,00
Superficie (S)	mq	113,10
Profondità periferia	m	3,10
Profondità centrale	m	3,63
Volume (V)	mc	371
Portata media di progetto (Qm)	mc/h	42,00
Portata massima in arrivo dal trattamento biologico (2Qm)	mc/h	84,03
Portata massima di dimensionamento (3Qm)	mc/h	126,05

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Carico idraulico e tempo di ritenzione

Per le verifiche relative al carico idraulico superficiale (C_{is}) ed al tempo di ritenzione (t_{rit}), vengono ritenuti ottimali i seguenti valori:

Qm		
C_{is}	m/h	≤ 0,2 – 0,5
t_{rit}	h	≥ 3 - 4
Qmax		
C_{is}	m/h	≤ 2 – 2,5
t_{rit}	min	≥ 40 - 50

dove:

- carico idraulico superficiale:

$$C_{is} = \frac{Q}{S}$$

- tempo di ritenzione:

$$t_{rit} = \frac{V}{Q}$$

I risultati ottenuti dalle verifiche effettuate sono riportati in seguito. Il dimensionamento è stato effettuato considerando la portata media di progetto (Qm) e la portata massima in arrivo dal trattamento biologico (2Qm). In seguito, è stata svolta la verifica per una portata pari alla 3Qm.

Q_m		
$Q = Q_m$	mc/h	42,00
C_{is}	m/h	0,37
t_{rit}	h	8,82
	min	529
$2Q_m$		
$Q = 2Q_m$	mc/h	84,03
C_{is}	m/h	0,74

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

t_{rit}	h	4,41
	min	265
$3Q_m$		
$Q = 3Q_m$	mc/h	126,05
C_{is}	m/h	1,11
t_{rit}	h	2,94
	min	176

Si conclude che il dimensionamento del sedimentatore in oggetto risulta adeguato.

Verifica del comparto di trattamento biologico con funzionamento a cicli alternati attraverso l'impiego del software BioWin®

A seguito del dimensionamento dell'impianto effettuato nei paragrafi precedenti, è stato modellizzato l'impianto ed è stato verificato il funzionamento con il software BioWin®, un simulatore di processo per gli impianti di trattamento delle acque reflue che combina mediante modelli biologici, chimici e fisici i processi che avvengono all'interno di un impianto di trattamento. Il modello di calcolo si basa su una base tecnico scientifica robusta e testata su centinaia di diverse configurazioni reali di impianto, comprendente, oltre ai processi biologici, anche quelli chimici con il calcolo del pH, del trasferimento dell'ossigeno e di altre interazioni gas-liquido.

La simulazione del processo su BioWin® è stata supportata dal utilizzo del modulo BioWin Controller, un simulatore di processo che, tra gli altri impieghi, consente di fornire ulteriori strategie di simulazione di controllo avanzate ai progetti di simulazione, controllare le portate d'aria nei reattori sulla base delle concentrazioni di ammoniaca, mantenere i solidi sospesi nella miscela aerata a una concentrazione predefinita regolando la portata degli scarichi e ridurre i costi energetici grazie all'ottimizzazione del sistema di aerazione dell'impianto.

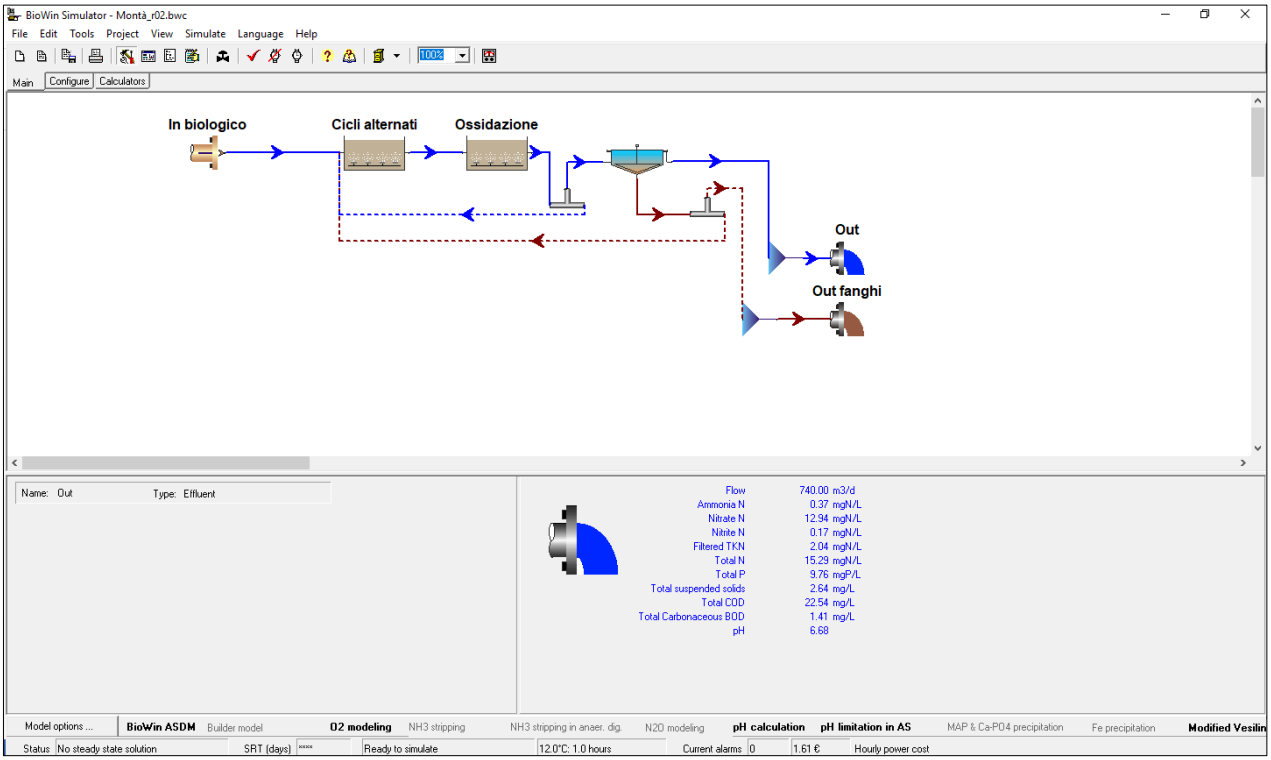
Il ciclo è stato impostato in modo da avere nell'arco di 4 ore, due ore di aerazione accesa e due ore di aerazione spenta.

Le verifiche sono state eseguite considerando una temperatura del refluo pari a 12°C ed i limiti di normativa riportati nelle tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

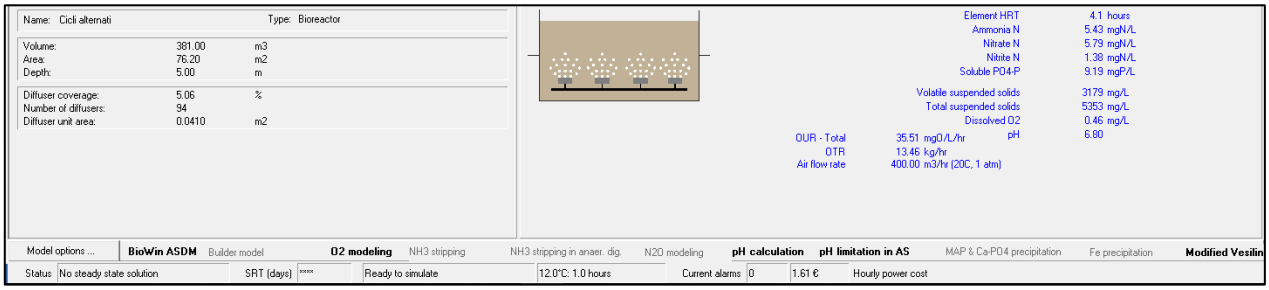
Modello e risultati ottenuti



Configurazione delle vasche di trattamento biologico

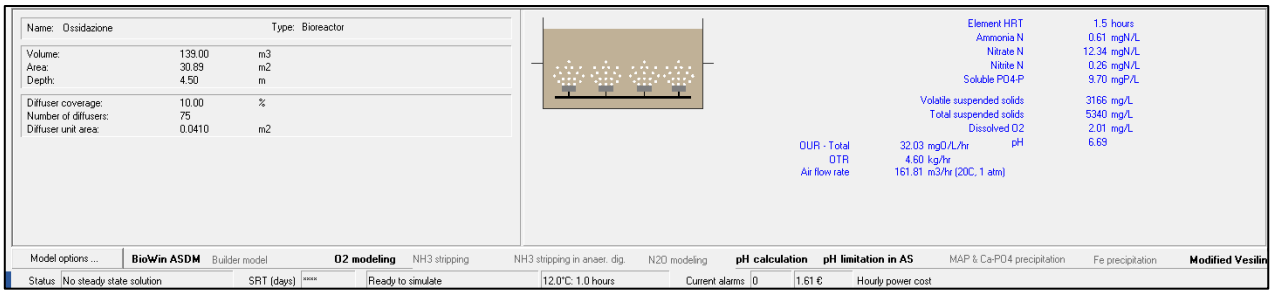
Dati fisici

Element name	Volume [m3]	Area [m2]	Depth [m]	# of diffusers
Cicli alternati	381.0000	76.2000	5.000	94
Ossidazione	139.0000	30.8889	4.500	75



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072



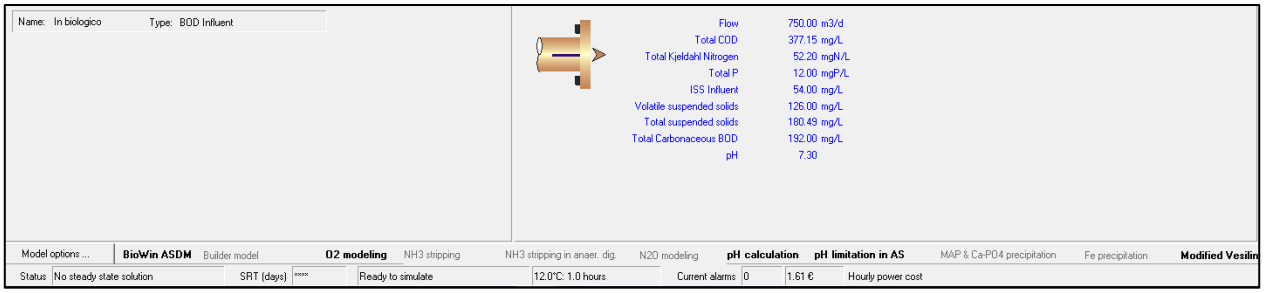
Dati medi di conduzione

Element name	Average DO Setpoint [mg/L]
Ossidazione	2.0

Configurazione degli elementi di ingresso (BOD Influent units)

Dati operativi medi

Element name	In biologico
Flow	750
Total Carbonaceous BOD mgBOD/L	192.00
Volatile suspended solids mg/L	126.00
Total suspended solids mg/L	180.00
Total Kjeldahl Nitrogen mgN/L	52.20
Total P mgP/L	12.00
Nitrate N mgN/L	0



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Configurazione del sedimentatore II (Model clarifier units)

Dati fisici

Element name	Volume[m3]	Area[m2]	Depth[m]
Sed II Linea 1	410.5530	113.1000	3.630

Tabelle

Concentrazioni

Elements	Total Carbonaceous BOD [mg/L]	Total COD [mg/L]	Total suspended solids [mg/L]	Total Kjeldahl Nitrogen [mgN/L]	Nitrite + Nitrate [mgN/L]
In biologico	192.00	377.15	180.49	52.20	0
Cicli alternati	961.18	4752.72	5353.38	272.61	7.17
Sed II Linea 1	1.41	22.54	2.64	2.17	13.12
Sed II Linea 1 (U)	1877.29	9369.93	10605.38	528.17	13.11
Out	1.41	22.54	2.64	2.17	13.12

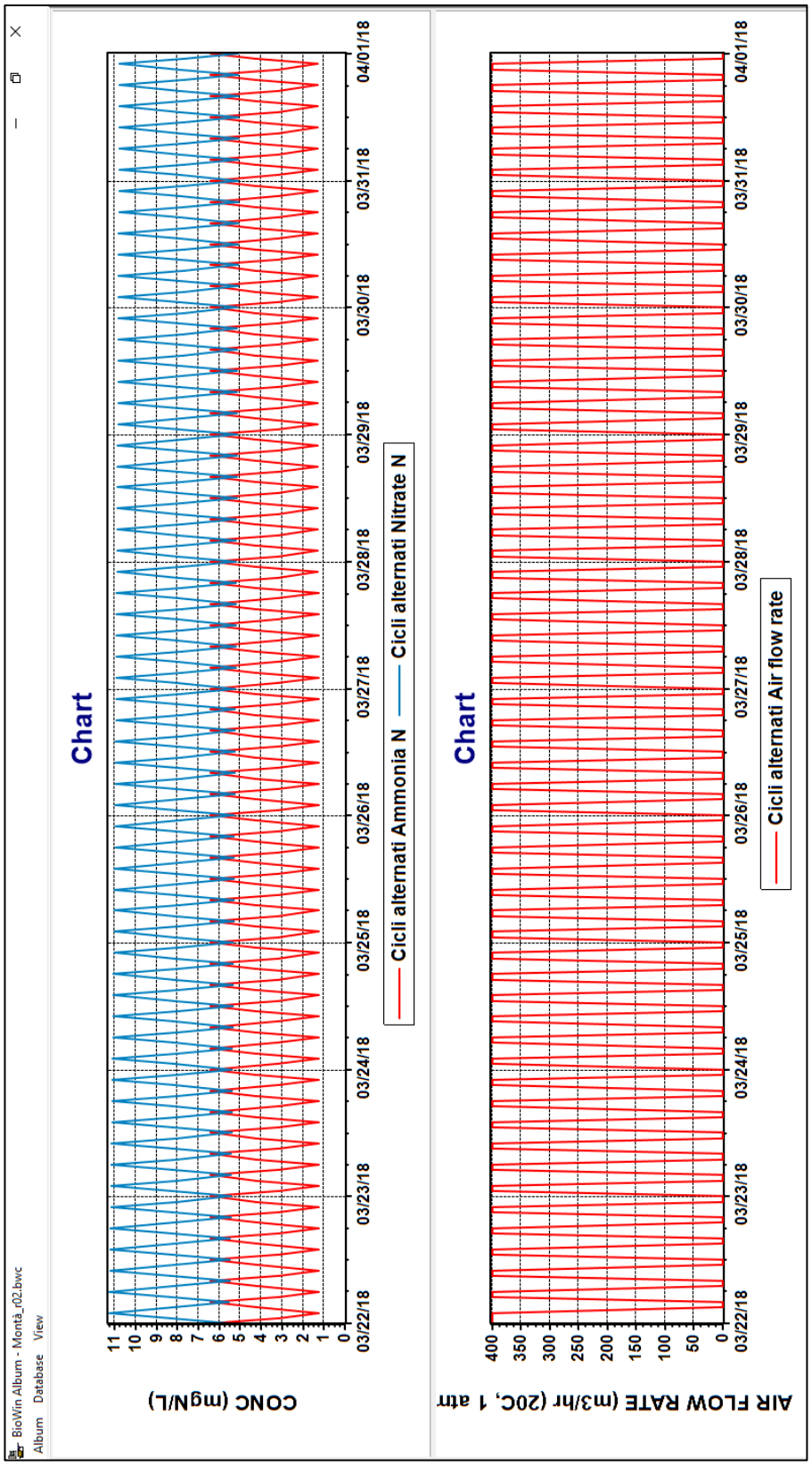
Masse

Elements	Total Carbonaceous BOD [kg /d]	Total COD [kg /d]	Total suspended solids [kg /d]	Total Kjeldahl Nitrogen [kg N/d]	Nitrite + Nitrate [kg N/d]
In biologico	144.00	282.86	135.37	39.15	0
Cicli alternati	2153.05	10646.09	11991.57	610.64	16.06
Sed II Linea 1	1.05	16.68	1.95	1.61	9.71
Sed II Linea 1 (U)	1407.97	7027.45	7954.04	396.12	9.83
Out	1.05	16.68	1.95	1.61	9.71

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Controller (Cicli alternati)

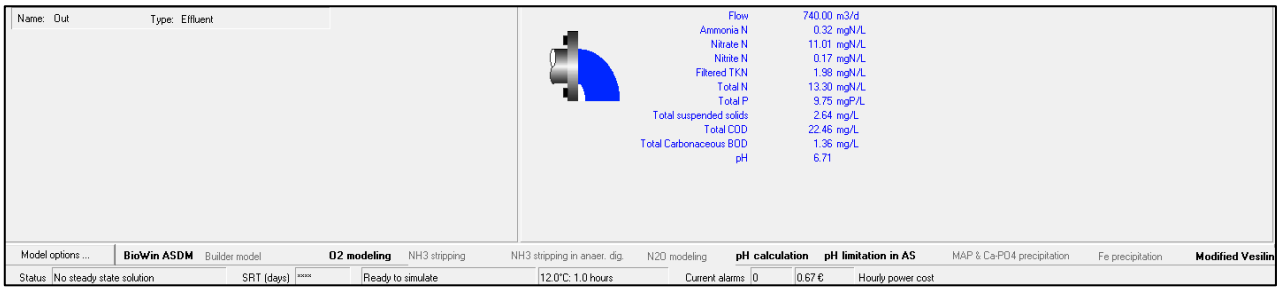


SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Caratteristiche dell'effluente

Out			
Parameters	Conc. (mg/L)	Mass rate (kg/d)	Notes
Volatile suspended solids	1.56	1.16	
Total suspended solids	2.64	1.95	
Particulate COD	2.33	1.72	
Filtered COD	20.21	14.96	
Total COD	22.54	16.68	
Soluble PO4-P	9.72	7.19	
Total P	9.76	7.22	
Filtered TKN	2.04	1.51	
Particulate TKN	0.13	0.10	
Total Kjeldahl Nitrogen	2.17	1.61	
Filtered Carbonaceous BOD	0.95	0.70	
Total Carbonaceous BOD	1.41	1.05	
Nitrite + Nitrate	13.12	9.71	
Total N	15.29	11.31	
Total inorganic N	13.49	9.98	
Ammonia N	0.37	0.27	
Nitrate N	12.94	9.58	



Attraverso la modellazione del processo su BioWin® si conferma l'adeguatezza dei manufatti dimensionati al rispetto delle tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Collegamenti idraulici

Le condotte in progetto sono le seguenti:

Codice	Descrizione	Materiale	Funzionamento
LA001	Alimentazione sedimentatore secondario	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	Pressione
LA002	Uscita sedimentatore secondario	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	Pressione
LA003	Sfioro 3Qm e by-pass	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	Pressione
LA004	Ricircolo miscela aerata	Acciaio DN100	Pressione
LF001	Estrazione fanghi supero e ricircolo	Acciaio DN100 PEAD DE125 PN16	Pressione
LF002	Estrazione surnatanti	PEAD DE160 PN16	Gravità

Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento in pressione

Il calcolo delle perdite di carico è stato effettuato mediante la formula di Colebrook-White di seguito riportata:

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2gDi} \cdot \log\left(\frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon / D}{3{,}71}\right)$$

dove

i: pendenza motrice;

ν: viscosità del liquido;

ε: scabrezza assoluta della tubazione (qui assunta pari a 1,0 mm).

Le perdite di carico concentrate sono state valutate secondo la consueta relazione:

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove

U: velocità media della corrente;

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

ξ: coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame.

Sono stati così ricavati i seguenti risultati:

Collegamenti idraulici con funzionamento in pressione							
Codice	Di	Materiale	L	Qmax	V	ε	ΔHtot
	mm	(-)	m	m3/h	m/s	mm	cm
LA001	257,8	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	25	126,05	0,67	1	11,35
LA002	257,8	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	11	126,05	0,67	1	8,59
LA003	257,8	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	40	210,08	1,12	1	44,86
LA004	102,2	Acciaio DN100	22	42,02	1,42	1	108,75
LF001	102,2	Acciaio DN100 PEAD DE125 PN16	35	42,02	1,42	1	162,18

Nella maggior parte dei tratti, le perdite di carico risultano contenute e notevolmente minori rispetto ai dislivelli geodetici tra i relativi punti di partenza e arrivo (che si rilevano dalla tavola del profilo idraulico). I tratti in cui si evidenziano notevoli perdite di carico, invece, corrispondono a quelli in cui è già previsto un sollevamento a monte (sollevamento dei fanghi di supero e ricircolo) per cui si è tenuto conto di questa quota in sede di dimensionamento e verifica delle apparecchiature (in termini di prevalenza).

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento a superficie libera

Venendo ora alla verifica idraulica del tratto con funzionamento a superficie libera, è stata allo scopo utilizzata la formula di Chèzy per correnti in moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q= portata defluente [m^3/s];

A= area della sezione liquida [m^2];

$\chi = cR^{1/6}$;

i = pendenza del fondo [m/m];

con

c = coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}s^{-1}$];

R= raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato) [m].

Per questi tratti, il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a 80 $m^{1/3}s^{-1}$.

Sulla base dei suddetti dati e a mezzo della relazione sopra riportata, sono stati ricavati i valori dell'altezza d'acqua, del grado di riempimento e della velocità. Inoltre, è stata condotta una verifica sulla base dei numeri di Froude e Vedernikov.

Il numero di *Froude (F_r)* è dato da:

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_m}}$$

dove V e h_m rappresentano velocità media ed altezza media della corrente.

Per le canalizzazioni fognarie si può assumere che il limite di stabilità corrisponda ad un numero di Froude pari a tre.

Quando si è in presenza di canali a pendenza molto forte può capitare che la corrente non riesca a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo. In questi casi, definiti correnti rapide, il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti, le "roll waves". Queste dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. La condizione limite di stabilità del moto uniforme può essere espressa mediante il numero di *Vedernikov (V_e)*, che deve risultare minore dell'unità:

$$V_e = n \cdot g_v \cdot F_r$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

dove

n=2/3 esponente del raggio idraulico nella formula del moto uniforme;

g_v=0,5 parametro di forma per sezioni semicircolari;

F_r= numero di Froude.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Collegamenti idraulici con funzionamento a gravità									
Codice	Materiale	Qmax	Di	Pendenza	Altezza d'acqua	Grado di riempimento	V	Fr	Ve
	(-)	m3/h	cm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
LF002	PEAD DE160 PN16	20,00	130,80	0,01	6,57	50	0,82	1,02	0,34

Nel dimensionamento di condotte circolari chiuse di diametro minore o uguale a 40cm, è buona pratica costruttiva che il franco (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia maggiore o uguale al 50% dell'altezza dello speco per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Nel tratto soggetto a verifica, detta condizione viene soddisfatta. Considerando, invece, che la velocità della corrente nelle canalizzazioni fognarie non deve essere maggiore di 5m/s, rispetto alle portate massime, per evitare problemi di abrasione delle superfici interne, si nota che tale condizione viene rispettata.

Per quanto riguarda i numeri di Froude e di Vedernikov, si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072