

Spett.le

Latteria di Soligo

Via 1° Settembre, 32

31020 Soligo (TV)

Padova, 10 aprile 2018

Oggetto: Relazione sui parametri di dimensionamento dell'impianto di depurazione presso Latteria di Soligo (TV)

Come da accordi, Vi rimettiamo la ns. Relazione Tecnica relativa alla verifica dei dati di carico dell'impianto di depurazione in funzione presso il vs. stabilimento di Soligo (TV).

Siamo volentieri a Vs. disposizione per qualsiasi chiarimento Vi dovesse necessitare e cogliamo l'occasione per porgerVi
Distinti Saluti

Fluence Italy Srl

Relatore : Fabio Poletto

La presente si focalizza essenzialmente sull'impianto aerobico di nitrificazione - denitrificazione con particolare attenzione ai dati di carico previsti dal futuro potenziamento del reparto di produzione ricotta ed inserimento di una sezione di digestione anaerobica della scotta (siero dopo la produzione della ricotta).

Per completezza riportiamo di seguito una breve descrizione dell'impianto di digestione anaerobica in fase di realizzazione ed autorizzato con PAS (Procedura Abilitativa Semplificata) nel 2016.

Il processo di digestione anaerobica della scotta prodotta dalla Latteria di Soligo prevede quanto segue: la scotta verrà prelevata da dei serbatoi, posti nelle vicinanze dell'impianto connessi direttamente al ciclo produttivo del caseificio, e pompata in continuo da una pompa monovite direttamente nel digestore attraverso una tubazione parzialmente coibentata per limitare la dispersione del calore residuo.

Il digestore, del tipo cilindrico completamente miscelato mediante agitatori orizzontali e chiuso nella parte superiore da una cupola gasometrica, verrà mantenuto alla temperatura ottimale di 38 - 42°C sia grazie al calore residuo della scotta stessa che grazie ad uno scambiatore di calore alimentato dall'acqua calda prodotta dal cogeneratore.

La scotta verrà alimentata in modo costante al fine di mantenere stabile la produzione di biogas sia come quantità che come qualità. Sempre in modo continuo il digestato in uscita dal digestore verrà pompato attraverso un flottatore ad aria disciolta che, previo dosaggio di un polielettrolita organico, separerà la parte solida dalla parte liquida.

La parte liquida verrà quindi sollevata a mezzo di una pompa centrifuga prima ad una pre-vasca di areazione e chiarificazione (tale sistema permette la precipitazione della maggior parte del fosforo sotto forma di fosfato ammonio magnesiaco) e successivamente all'impianto di nitrificazione-denitrificazione attualmente in uso ed opportunamente modificato.

Il solido ottenuto dal flottatore invece verrà in parte riciclato nel digestore anaerobico al fine di mantenere il giusto tenore di solidi sospesi ed in parte inviato ad un secondo stadio di ispessimento mediante decanter con ottenimento di un solido palabile, ad una concentrazione del 16% circa, che verrà raccolto in un cassone scarrabile coperto ed inviato allo smaltimento o spandimento in campo.

Il liquido derivante dalla centrifugazione del fango verrà inviato nuovamente al sistema di pre-aerazione per rimuovere anche da questo il fosforo presente.

Il biogas prodotto dalla digestione verrà prima accumulato nella cupola gasometrica montata direttamente sopra al digestore e successivamente inviato in sequenza al desolforatore, deumidificatore e compressore per poter alimentare il gruppo di cogenerazione da 200 KWel.

Il calore prodotto dal motore (olio camice + fumi) verrà in minima parte utilizzato per riscaldare il digestore mentre l'eccedenza verrà utilizzato per riscaldare un serbatoio di acqua calda completamente coibentato fino alla temperatura di 80 - 90°C. Questo volano termico permetterà lo sfruttamento della quasi totalità del calore prodotto dal motore direttamente in caseificio.

L'eventuale produzione di biogas in eccesso rispetto alla richiesta del motore di cogenerazione verrà invece inviata alla caldaia di stabilimento o, in caso di emergenza, alla torcia di sicurezza.

Come descritto sopra tutta la parte liquida derivante dalla digestione anaerobica sarà inviata all'impianto di depurazione.

Va osservato che l'azienda a prescindere dal comparto di digestione anaerobica, intende investire su un nuovo comparto per la produzione di ricotta. Il sottoprodotto derivante da tale produzione è la scotta, ossia l'alimento al comparto di digestione anaerobica. Tale sottoprodotto, in assenza del comparto di digestione anaerobica, verrebbe comunque inviato in parte all'impianto di depurazione incrementandone il carico in ingresso. Possiamo pertanto affermare che la modifica all'impianto di depurazione si rende necessaria sia per aumentare la flessibilità che sopperire all'aumento di carico derivante dall'inserimento di un nuovo comparto produttivo.

Attualmente l'impianto aerobico è composto da:

- Grigliatura fine
- Flottatore ad aria disciolta (al momento utilizzato senza chemicals)
- Vasca di accumulo avente una capacità di 890 m³
- N°1 Vasca di ossidazione avente capacità totale di 1900 m³
- Gruppo di diffusione aria a mezzo di diffusori a membrana tubolari con capacità massima pari a 130 KgO₂/h alimentati da n°1+1 di riserva soffianti a lobi rotanti ognuna avente una potenza di 55 KW.

- Chiarificatore con diametro 10 m completo di sistema di riciclo fanghi

L'impianto nella configurazione attuale e dal campionamento medio effettuato tra il 26 settembre ed il 17 ottobre 2016, tratta le acque provenienti dallo stabilimento aventi le seguenti caratteristiche:

	Acque da stabilimento	U.M.
Portata media	650	m ³ /dì
COD	3000	mg/L
Carico COD	1950	Kg COD/giorno
TKN	108	mg/L
Carico TKN	70	Kg TKN/giorno
Nitrati	50	mg N/L
Fosforo	14	mg P/L

Le acque aventi le caratteristiche sopracitate, le quali risultano invariate allo stato attuale, vengono inviate all'impianto di depurazione il quale presenta i seguenti parametri operativi principali:

	Parametri operativi impianto	U.M.
Volume vasca di ossidazione	1900	m ³
Diametro chiarificatore	10	m
Temperatura minima	20	°C
SST	5000	mg/L
SSV	80	%
Carico COD sul fango	0,26	Kg COD/Kg SSV*dì
Velocità chiarificazione	0,35	m/h

Si tratta di parametri di esercizio adeguati all'ottenimento di un processo pressoché stabile se alimentato con un refluo con variazioni limitate dei parametri principali. La velocità di risalita nel chiarificatore è pari al 87% del classico valore standard normalmente utilizzato (0,4m/h).

Il limite dell'impianto risiede soprattutto nella mancanza di un settore di denitrificazione. Ciò comporta l'impossibilità di gestire eventuali picchi di azoto in ingresso (innalzamento del tenore di nitrati in uscita) oltre che il recupero dell'ossigeno utilizzato per l'ossidazione dell'ammoniaca.

Inoltre, in caso di picchi di carico organico, non essendo in funzione il flottatore iniziale vi potrà essere un carico

specifico di COD sul fango sensibilmente maggiore di quanto riportato sopra.

Al fine di adeguare l'attuale impianto di depurazione alla futura variazione della composizione delle acque in ingresso derivante dall'inserimento del nuovo comparto produttivo, sono stati previsti i seguenti interventi:

1. Ottimizzazione del flottatore iniziale mediante aggiornamento del sistema di gestione e dosaggio chemicals
2. Suddivisione dell'attuale vasca di ossidazione mediante creazione di una sezione di denitrificazione. Allo scopo verrà realizzata una parete divisoria tale da creare una vasca di denitrificazione avente un volume di 400 m³ ed una vasca di ossidazione da 1500 m³. La vasca di denitrificazione sarà corredata di opportuni miscelatori e gruppo di riciclo della miscela aerata. L'attuale sistema di aerazione verrà mantenuto spostando i diffusori dal settore dedicato alla denitrificazione alla vasca di ossidazione.
3. Costruzione di un nuovo chiarificatore circolare a fondo conico avente diametro 9 m. Il nuovo chiarificatore lavorerà in parallelo all'attuale.
4. Installazione di un flottatore finale di sicurezza posto in uscita dai chiarificatori.

L'impianto sarà inoltre dotato di un nuovo sistema di monitoraggio e controllo oltre che dei relativi sistemi di emergenza.

Il nuovo sistema di gestione impianto andrà a monitorare e registrare in continuo tutti i parametri fondamentali di esercizio (potenziale redox, ossigeno disciolto in vasca ossidazione, torbidità uscita chiarificazione, anomalia pompe riciclo, misure portata).

Grazie al nuovo sistema di gestione sarà possibile allarmare i parametri chiave di funzionamento con invio di segnale di allarme specifico all'operatore dell'impianto per un rapido intervento. Grazie alla possibilità di connessione remota sarà inoltre possibile verificare lo stato dell'impianto anche da parte di specialisti in depurazione al fine di indicare in tempo reale azioni migliorative e/o eventuali ottimizzazioni.

Il sistema potrà inoltre azionare alcuni dispositivi di emergenza come per esempio:

- azionare soffiante in stand by in caso di carenza di ossigeno,
- azionare il flottatore di sicurezza in caso di torbidità in aumento a valle del settore di chiarificazione
- fermare totalmente l'alimentazione all'impianto in caso certe condizioni perdurino per più di un dato tempo (mancanza ossigeno in vasca, alta torbidità sull'acqua trattata).

Tutto ciò in modo completamente automatico e rapido.

Saranno inoltre predisposte una serie di procedure di emergenza che il personale addetto alla gestione dell'impianto dovrà attivare e seguire nel caso il sistema di gestione invii allarmi di particolare importanza.

L'impianto nella configurazione finale tratterà pertanto le acque provenienti dal caseificio, previo trattamento mediante flottatore ad aria disciolta, e le acque derivanti dal nuovo comparto produttivo.

Quest'ultimo flusso avrà le seguenti caratteristiche:

	Acque da nuovo comparto produttivo	U.M.
Portata media	140	m ³ /dì
COD	700	mg/L
Carico COD	98	Kg COD/giorno
TKN	300	mg/L
Carico TKN	42	Kg TKN/giorno
Fosforo	30	mg/L

Essendo privo di solidi e materiali flottabili questo non passerà attraverso il flottatore ad aria disciolta.

Le acque derivanti dal nuovo comparto produttivo rappresentano in toto la differenza tra il carico attuale all'impianto ed il carico futuro.

Grazie alla rimessa in funzione del flottatore ad aria disciolta sarà possibile ridurre sensibilmente il carico organico in ingresso al comparto biologico nella configurazione futura rispetto alla condizione attuale (- 38%).

Lo stesso risultato non è ottenibile per quanto riguarda il carico azotato. Si avrà infatti un aumento del carico pari a + 30%.

Tale aumento verrà però ampiamente assorbito dalla capacità ossidativa liberata dalla riduzione del carico organico.

Ciò deriva dal fatto che il rendimento del flottatore sulla rimozione del COD è pari al 43% mentre il rendimento sulla rimozione del TKN è pari a solo il 30,5%. A ciò si aggiunge il fatto che le acque dal nuovo comparto produttivo sono più ricche

in azoto rispetto alle acque attualmente provenienti dallo stabilimento.

Le acque di processo dallo stabilimento a valle del sistema di flottazione iniziale avranno la seguente composizione media:

	Acque da stabilimento dopo flottazione	U.M.
Portata media	650	m ³ /dì
COD	1700	mg/L
Carico COD	1105	Kg COD/giorno
TKN	75	mg/L
Carico TKN	49	Kg TKN/giorno
Nitrati	50	mgN/L
Fosforo	8	mg P/L

Il flottatore iniziale produrrà pertanto un fango flottato il quale verrà inviato al comparto di digestione anaerobica. Il fango avrà le seguenti caratteristiche:

	Fango flottato al digestore	U.M.
Portata media	6,0	m ³ /dì
COD	140.000	mg/L
Carico COD	845	Kg COD/giorno
TKN	3.500	mg/L
Carico TKN	21	Kg TKN/giorno
Fosforo	650	mg P/L

I nuovi carichi complessivi all'impianto (acque da stabilimento dopo flottazione + acque da nuovo processo produttivo) saranno pertanto:

	Miscela al depuratore	U.M.
Portata	790	m ³ /dì
COD	1520	mg/L
Carico COD	1203	Kg COD/giorno
TKN	115	mg/L
Carico TKN	91	Kg TKN/giorno
Nitrati	41	mgN/L

Fosforo	11,9	mg P/L
---------	------	--------

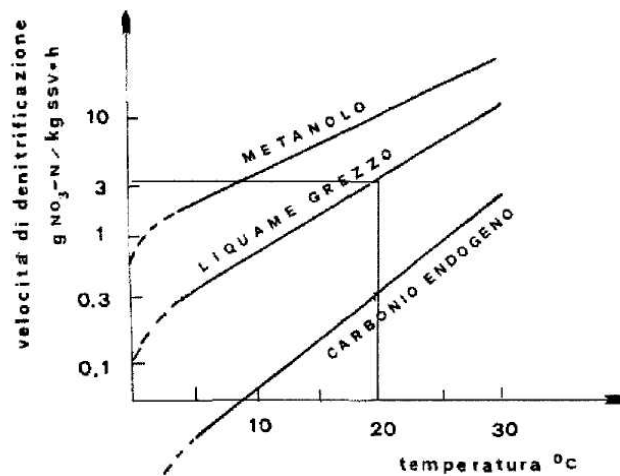
L'impianto nella nuova configurazione è stato calcolato e settato in modo tale da ottenere i seguenti parametri medi nell'acqua trattata in uscita:

	Acque trattate in uscita	U.M.
COD	80	mg/L
BOD	20	mg/L
Nitrati	10	mg N/L
Ammoniaca	1	mg N/L
Fosforo	5	mg P/L

	Parametri operativi impianto	U.M.
Volume ossidazione	1500	m ³
Volume denitrificazione	400	m ³
Diametro chiarificatore	10 + 9	m
Temperatura minima	20	°C
SST	4000	mg/L
SSV	80	%
Carico sul fango in denitro	0,35	Kg COD/Kg SSV*dì
Velocità di denitrificazione	2,03	g N-NO3/kg SSV*h
Carico sul fango in ossidazione	0,15	Kg COD/Kg SSV*dì
SOTR	91	Kg O ₂ /h
Velocità chiarificazione	0,23	m/h

Come è possibile vedere dal grafico sotto riportato, la velocità di denitrificazione operativa nella sezione di denitrificazione è pari al 66% di quanto consigliato in fase di dimensionamento. Questo porta ad un buon fattore di sicurezza sfruttabile in caso di abbassamento di temperatura o elevato carico in ingresso.

Anche il carico sul fango ($\text{kgCOD/Kg SSV}\cdot\text{dì}$) sia in fase di denitrificazione che di ossidazione risulta adeguato con bassa produzione di fanghi di supero e soprattutto la corretta età del fango per ottenere una nitrificazione stabile e con buoni margini di sicurezza. Considerando il carico di COD nella fase ossidativa, questo si attesta al 42% del valore cautelativo (la maggior parte del COD viene degradato nella fase di denitrificazione per la rimozione del contenuto di nitrati nelle acque).



la velocità di denitrificazione utilizzando varie forme di substrato organico

Per quanto riguarda il consumo di ossigeno, l'SOTR si attesta su $91 \text{ KgO}_2/\text{h}$ ossia il 70% della capacità di aerazione di una delle due soffianti già installate. Anche questa parte di impianto garantisce pertanto un ottimo margine di sicurezza.

Per completezza si riporta anche un estratto del dimensionamento effettuato con il software "ASCAM" di IRSA-CNR impiegando i medesimi parametri di calcolo sopra esposti.

Come è possibile vedere dai dati della simulazione sopra riportata il fattore di sicurezza calcolato sulla nitrificazione (FSN) è di ben 3,07 mentre il fattore di sicurezza sulla denitrificazione (FSD) è di 2,37.

Entrambi sono pertanto da ritenersi ampiamente adatti a garantire un corretto funzionamento anche in caso di picchi di carico sia idraulico che organico.

Per quanto riguarda la sezione di chiarificazione, questa risulta più che sufficiente con una velocità di risalita pari a 0,23 m/h e un carico di solidi pari a 45,3 kg/m²*dì. Su questo parametro risulta pertanto un fattore di sicurezza molto elevato che garantisce un corretto funzionamento del sistema anche in caso di piogge.

Va inoltre non trascurata la presenza di un flottatore finale di sicurezza che permette di evitare qualsivoglia inconveniente legato alla sedimentabilità del fango (bulking).

Caratteristiche Influenti

$Q_F = 790,0000 \text{ [m}^3\text{/d]}$
 $S_F = 1518,0000 \text{ [mgCOD/l]}$
 $M_F = 115,0000 \text{ [mgN-NH}_4\text{/l]}$
 $T = 20,0000 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 $N_F = 50,0000 \text{ [mgN-NO}_3\text{/l]}$

Parametri Cinetici e Stechiometrici

$\mu_{\max N} = 0,3000 \text{ [1/d]}$
 $Y_N = 0,1000 \text{ [mgVSS/mgN]}$
 $b_N = 0,0400 \text{ [1/d]}$
 $K_{SN} = 1,0000 \text{ [mgN-NH}_4\text{/l]}$
 $Y_C = 0,4500 \text{ [mgVSS/mgCOD]}$
 $b_C = 0,0800 \text{ [1/d]}$
 $k_D = 0,2000 \text{ [mgN-NO}_3\text{/(mgVSS d)}]$
 $Y_D = 0,3000 \text{ [mgVSS/mgCOD]}$
 $b_D = 0,0400 \text{ [1/d]}$
 $K_{SD} = 0,1000 \text{ [mgN-NO}_3\text{/l]}$
 $c = 5,1000 \text{ [mgCOD/mgN-NO}_3]$
 $R = 4,5000 \text{ [mgO}_2\text{/mgN-NH}_4]$
 $C_a = 7,0000 \text{ [mgCaCO}_3\text{/mgN-NH}_4]$
 $P_a = 3,0000 \text{ [mgCaCO}_3\text{/mgN-NO}_3]$
 $O_2 = 2,0000 \text{ [mgO}_2\text{/l]}$

Parametri da Fissare

$V_2 = 1500,0000 \text{ [m}^3]$
 $R_a = 8,0000$
 $F_n = 0,1000 \text{ [mgN/mgVSS]}$
 $F_V = 1,4800 \text{ [mgCOD/mgVSS]}$
 $V_1 = 400,0000 \text{ [m}^3]$
 $Q_W = 40,0000 \text{ [m}^3\text{/d]}$
 $R_b = 1,2000$
 $S_2 = 4,0000 \text{ [mgCOD/l]}$

Parametri Sedimentatore

$A = 157,0000 \text{ [m}^2]$
 $H = 3,0000 \text{ [m]}$
 $a = 32,0000$
 $b = -1,8500$
 $s = 0,7500$
 $F_S = 1,0000$

Stampa della tabella dei risultati

F_{SN}	3,0781	
N_2	8,5236	[mgN-NO ₃ /l]
M_1	10,8570	[mgN-NH ₄ /l]
M_2	0,4812	[mgN-NH ₄ /l]
N_1	0,0725	[mgN-NO ₃ /l]
S_1	110,7900	[mgCOD/l]
X_{E1}	3001,6000	[mgVSS/l]
X_{N1}	46,0830	[mgVSS/l]
X_{T1}	3047,6000	[mgVSS/l]
X_{E2}	3020,3000	[mgVSS/l]
X_{N2}	46,5810	[mgVSS/l]
X_{T2}	3066,9000	[mgVSS/l]
X_{ER}	5304,7000	[mgVSS/l]
X_{NR}	81,9410	[mgVSS/l]
P_{X1}	68,6260	[kgVSS/d]
P_{X2}	155,0900	[kgVSS/d]
X_R	5386,6000	[mgVSS/l]
U_N	0,9746	[mgN-NH ₄ /(mgVSS d)]
U_D	0,0840	[mgN-NO ₃ /(mgVSS d)]
Θ	26,0120	[d]
f	0,6516	
M_X	28,3180	[mgN/l]
ΔO	994,9300	[kgO ₂ /d]
Δa	292,5900	[kgCaCO ₃ /d]
F_{SD}	2,3783	
t_1	12,1520	[h]
t_2	45,5700	[h]
P_X	223,7200	[kgVSS/d]
X_U	14,6670	[mgTSS/l]
V_r	0,2096	[m/h]
F_{calc}	45,2670	[kg/(m ² d)]
F_{max}	168,3800	[kg/(m ² d)]