



Servizi Ambientali Centro Abruzzo

AREA TECNICA



Organizzazione con
Sistema di Gestione Qualità
Certificato n. 176349

67039 SULMONA (AQ) - Viale del Commercio, 2 - tel. 0864-210721 fax 0864210106 <http://www.acqua.it> e-mail: info@acqua.it
Capitale Sociale: Euro 696.996,00 - Reg. Imprese C.C.I.A.A. L'Aquila - C.F. 92006600669 R.E.A. 83640 - P. I. 01321570663

**INTERVENTI PER SUPERAMENTO PROCEDURE
D'INFRAZIONE COMUNITARIE IN MATERIA DI
TRATTAMENTO ACQUE REFLUE URBANE
Agglomerato IT13066028A01
CASTEL DI SANGRO**

PROGETTO PRELIMINARE

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO

2

DATI CATASTALI:

Fg. ____ Par. ____

SCALA

DATA: marzo 2013

1° -Aggiornam.:

2° -Aggiornam.:

Collaboratori:

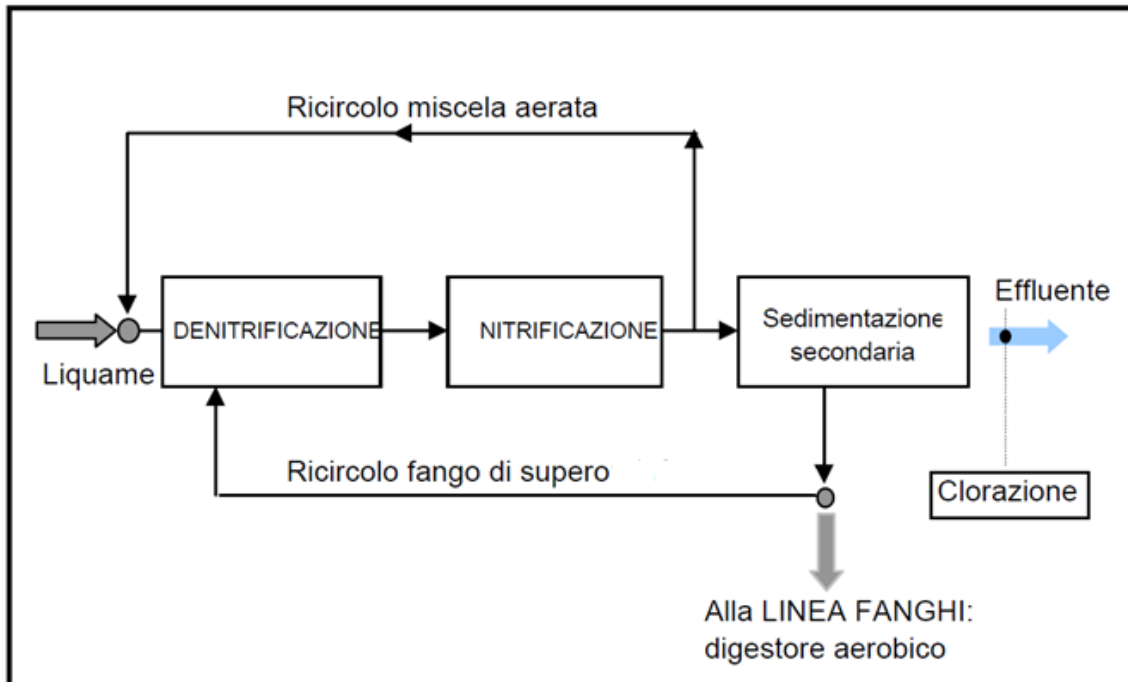
Sulmona, lì

**SETTORE TECNICO SACA Spa
ING GIANNI DE SANTIS**

**Il Responsabile del Procedimento
ING ALESSANDRO PACCHIAROTTI**

IMPIANTO DI DEPURAZIONE ESISTENTE

L'impianto di depurazione, al momento esistente, ubicato in Località Morgone nel Comune di Castel di Sangro ha una capacità depurativa di circa 11.000 Abitanti Equivalenti. L'impianto a massa sospesa nella fase biologica ha un flusso funzionale come da schema seguente:



Il deficit depurativo deriva sostanzialmente da uno scompenso dimensionale dell'impianto che deve far fronte alle forti fluttuazioni stagionali legate alla vocazione turistica dell'intero territorio ed alle scelte precedentemente operate di voler collettare all'impianto in questione i reflui di più Comuni.

L'Agglomerato denominato Castel Di Sangro coincidente ad oggi con i territori comunali di Alfedena, Castel di Sangro e Scontrone.

Il depuratore inizialmente costruito in sostituzione di quello a servizio del solo Comune di Castel di Sangro è stato nel tempo oggetto di ampliamenti.

Il nuovo collettamento del Comune di Alfedena e Scontrone, di recente realizzazione, implica necessariamente delle lavorazioni in impianto finalizzate a garantire la corretta funzionalità depurativa in proporzione al carico subentrante.

La soluzione del problema è data da una riqualificazione funzionale e dimensionale dell'impianto che implementi la potenzialità del depuratore fino a 20.000 Abitanti Equivalenti.

DATI DI PROGETTO

Per il dimensionamento dell'impianto di depurazione, sono stati assunti i seguenti dati:

Potenzialità impianto	20.000,00	A.E.
Dotazione idrica	250	l/ab d
Coefficiente di afflusso	0,8	
Carico specifico BOD ₅	70	gr/ab d
Carico specifico SS	90	gr/ab d
Carico specifico N	12	gr/ab d
Carico specifico P	3	gr/ab d
Portata media Q ₂₄	166,67	mc/h
Portata di punta nera 1,5xQ ₂₄	250,00	mc/h
Portata di pioggia 3Q ₂₄	500,00	mc/h
Portata media Q ₂₄	4.000,00	mc/d
Portata di punta nera 1,5xQ ₂₄	6.000,00	mc/d
Portata di pioggia 3Q ₂₄	12.000,00	mc/d
Carico BOD ₅	1.400,00	Kg/d
Carico SS	1.800,00	Kg/d
Carico N	240,00	Kg/d
Carico P	60,00	Kg/d
Concentrazione media BOD ₅	350,00	mg/l
Concentrazione media N	60,00	mg/l
Concentrazione media P	15,00	mg/l

Il recapito finale è costituito dal fiume Sangro individuato dal Piano di Tutela delle Acque quale "corso d'acqua superficiale significativo"; detto motivo implica l'adozione di standard di

qualità delle acque in uscita dall'impianto per quanto attiene il loro contenuto in nutrienti (P ed N).

Determinata la qualità ambientale del corpo idrico ricettore, anche in funzione della sua specifica destinazione d'uso, si è quindi passati a definire la qualità dello scarico; il dimensionamento impiantistico è stato effettuato avendo come obiettivo il rispetto della Tabella 2 dell'Allegato 5 alla parte III del decreto legislativo 152/06 relativa allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali ricadenti in aree sensibili.

Tabella 2. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili.

Parametri (media annua)	Potenzialità impianto in A.E.			
	10.000 - 100.000		> 100.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Fosforo totale (P mg/L) (1)	≤ 2	80	≤ 1	80
Azoto totale (N mg/L) (2) (3)	≤ 15	70-80	≤ 10	70-80

Nello studio dell'impianto è stata riservata una particolare cura alla scelta del processo depurativo perseguendo l'obiettivo di realizzare uno schema funzionale di notevole flessibilità adatto a garantire all'uscita un'effluente di elevate caratteristiche di qualità.

Si è cercato di salvaguardare quanto più possibile i volumi esistenti operando dove necessario delle integrazioni e/o delle trasformazioni avendo a riferimento i parametri di dimensionamento delle varie unità necessari per conseguire il rendimento voluto.

La disposizione planimetrica dei blocchi di trattamento è scaturita dall'attuale area d'impianto che impone comunque dei forti vincoli in termini logistici ed impiantistici.

Si è comunque, con la soluzione adottata, individuato un buon compromesso tra efficienza, economia ed elasticità di esercizio.

Le fasi di trattamento previste nell'impianto sono le seguenti;

LINEA ACQUE

- sollevamento iniziale;
- grigliatura;
- dissabbiatura;
- partitore di portata;
- denitrificazione;
- ossidazione biologica e nitrificazione;

- sedimentazione finale;
- disinfezione;

LINEA FANGHI

- sollevamento fanghi (ricircolo e supero);
- stabilizzazione aerobica dei fanghi;
- ispessimento fanghi;
- disidratazione meccanica dei fanghi;
- letto di essiccamento fanghi (di emergenza).

Il nuovo sistema verrà strutturato per garantire il sollevamento in impianto di 6 (sei) volte la portata media, per assicurare il deflusso nel sistema biologico di 3 (tre) volte la portata media. La portata eccedente quella progettuale, pari a 3 (tre) volte la portata media, prima di essere scaricata al recapito finale verrà comunque sottoposta ai pretrattamenti e alla successiva sterilizzazione.

DIMENSIONAMENTO E FUNZIONAMENTO DEL DEPURATORE

Di seguito si espongono i criteri ed i parametri di dimensionamento adottati per le singole fasi di trattamento in cui si articola il processo.

Sollevamento iniziale

La stazione di sollevamento attuale risulta costituita da un pozzetto di dimensioni utili 3,20x3,10 m, con una altezza utile sotto la griglia di 2,00 m e volume totale della vasca di pompaggio pari a circa 20 m³.

Ad oggi il sollevamento dei liquami è assicurato su mandata DN 100 da n° tre elettropompe:

- n° 2 Elettropompa Flygt FP 3152 495 da KW 13.5-4 poli 380V – portata 170 m³/h prevalenza 10 m c.d.a..
- n° 1 Elettropompa Caprari da KW 11-4 poli 380V – portata 100 m³/h prevalenza 10 m c.d.a..

Le pompe funzionano automaticamente per mezzo di regolatori di livello.

L'aumento dimensionale dell'impianto implica la necessità di implementare le portate da sollevare da detto invaso fino alla concorrenza della portata di pioggia pari a $3Q_{24}=500,00\text{mc/h}$.

Il potenziamento dell'impianto verrà assicurato con la sostituzione di una delle pompe (la Caprari da $100\text{ m}^3/\text{h}$) con una di nuova generazione, con girante del tipo N adattiva, di maggiore portata ($220\text{ m}^3/\text{h}$) che assicuri con le altre esistenti il sollevamento di 3 volte la portata media.

Al fine di garantire il corretto deflusso dei liquami si prevede di sostituire l'attuale mandata $\Phi 100$ con una da $\Phi 200$;

Tale nuovo sistema consentirà di coprire con gradualità tutta la portata in ingresso, sollevandola alla successiva fase di pretrattamento in modo pressoché lineare ed in funzione degli incrementi di carico idraulico fisiologici di ciascun periodo.

Normalmente sarà in funzione una sola elettropompa in grado di garantire la portata media in tempo asciutto.

La portata di punta sarà assicurata dal funzionamento della seconda elettropompa, mentre l'intervento della terza elettropompa garantirà il sollevamento della portata pari a $3Q_{24}$ in periodo di pioggia.

Le pompe funzioneranno automaticamente per mezzo di regolatori di livello.

E' previsto (a quadro) il funzionamento alternato delle elettropompe in modo che si mantengono tutte in buone condizioni di funzionamento.

Sollevamento acque di pioggia

Al fine di garantire la pretrattabilità delle acque di pioggia occorre realizzare un nuovo sollevamento che garantisca l'alloggiamento di due elettropompe per una portata complessiva pari a 3 volte la portata media ($250\text{ m}^3/\text{h}$ cadauna);

Al fine di garantire il corretto deflusso dei liquami si prevede di realizzare la mandata con tubature in acciaio inox da $\Phi 200$ da collegare al rotostaccio di nuova fornitura.

Si prevede la realizzazione di un pozzetto di dimensioni utili $3,00 \times 5,00\text{ m}$, con una altezza utile sotto la griglia di $2,50\text{ m}$ e volume totale della vasca di pompaggio pari a circa 40 m^3 .

Il pozzetto di sollevamento dovrà essere dotato di una scala di accesso, di grigliato pedonabile e parapetto nonché di una bandiera per il sollevamento delle apparecchiature elettromeccaniche in acciaio zincato.

Grigliatura automatica

Viene ad oggi assicurata da filtro a tamburo rotante marca COSME modello R 190 con tamburo filtrante avente una spaziatura di 2mm che garantisce il trattamento di 694 m³/h.

Il liquame da trattare entra in una vasca di alimentazione, costruita in modo da permettere al liquame stesso di distribuirsi su tutta la larghezza del cilindro filtrante. Le particelle, contenute nel liquame, vengono a contatto con il cilindro filtrante, il quale, girando lentamente, le porta verso l'esterno e vengono quindi eliminate da una lama scolmatrice.

L'acqua filtrata, passa all'interno del cilindro, per uscire nuovamente attraverso la parte filtrante inferiore agendo così da pulitrice della superficie filtrante. È previsto, comunque, un sistema di controlavaggio interno del cilindro filtrante per mezzo di ugelli spruzzatori.

La parte filtrante si presenta ad ogni giro all'alimentazione priva di particelle e pronta a ripetere il ciclo.

Vista la necessità di assicurare questo tipo di trattamento anche a portate di pioggia pari ad almeno 3 volte la portata media si rende necessario installare un nuovo tamburo ruotante che assicuri l'asportazione del grigliato in concomitanza dell'attivazione del sollevamento ausiliario.

A salvaguardia della manutenibilità dei due sistemi di grigliatura si opta per un tamburo rotante di analoghe caratteristiche.

Il rotostaccio verrà posizionato su una nuova struttura completamente zincata a caldo realizzata con idonei profili corredata di piastre di fissaggio, di griglia pedonabile e di parapetto.

La geometria minima prevista è di 3,50x2,70 m, con una altezza utile di 3,50 m.

Griglia manuale – Misuratore di portata

È una griglia fissa manuale della larghezza di 1.000 mm con luce libera tra le barre di 20 mm ed uno spessore delle stesse di 6 mm.

La griglia fissa inizialmente utilizzata per la rimozione delle mondiglie in ingresso all'impianto, allorché è stato installato il tamburo ruotante è rimasta quale riserva da utilizzare solo in caso di fuori servizio della griglia automatica, accidentale o voluto, per esigenze di manutenzione.

Ad oggi considerata l'installazione di un secondo rotostaccio è possibile eliminarla ed utilizzare lo spazio da essa occupato per il posizionamento di un misuratore di portata.

Il sistema da utilizzare prevede la misura simultanea della misura di livello e della velocità del fluido.

Il sensore verrà posizionato sul fondo del canale e la strumentazione di misura dovrà essere dotata di data logger per la registrazione delle portate in ingresso.

Dissabbiatore

La vasca di dissabbiatura, in c.a., ha una pianta circolare, un fondo troncoconico ed un pozzetto centrale per la raccolta delle sabbie. Roteando ad una adeguata velocità, le pale di agitazione consentono una facile sedimentazione delle sabbie sul fondo della vasca. La sabbia depositata sul fondo viene poi rimossa tramite air-lift e scaricata in un apposito pozzetto.

Il dissabbiatore è proporzionato per garantire la sedimentabilità delle sabbie fino ad una portata massima di 1220 mc/ora, non necessita quindi di integrazioni.

Pozzetto partitore

Al momento il liquame viene convogliato verso il pozzetto partitore con una tubatura da Φ 500.

Il partitore è strutturato per distribuire la portata da trattare su due linee da Φ 300 verso le due vasche di denitrificazione esistenti e la portata d'esubero sul by pass esistente con una tubatura Φ 300.

Occorre modificare il pozzetto di distribuzione per consentire anche l'avvio ad una terza linea di denitrificazione (Φ 300), oltre alle due già esistenti, della portata da sottoporre all'intero ciclo di trattamenti.

Si opta per deviare l'attuale linea di by pass verso la nuova denitrificazione e per realizzare una nuova partizione con uscita di pari diametro dell'ingresso Φ 500 da reinnestare sul by pass esistente.

Disinfezione acque di pioggia

Le acque di pioggia per una portata pari a 3 volte la portata media, una volta pretrattate, verranno avviate ad una successiva fase di disinfezione.

Le particolari esigenze di conferire in un importante corpo ricettore fluviale i liquami depurati e sterilizzati, con un tenore di cloro residuo di 0,2 ppm, impongono una riflessione sul mezzo sterilizzante da impiegare, giacché in tali condizioni operative, con l'utilizzo dell'ipoclorito di

sodio non sarà certamente possibile (come esperienza insegna) coniugare una adeguata scomparsa dei patogeni (con particolare riferimento all'Escherichia Coli) con un valore assai contenuto del Cl₂ residuo indicato in appena 0,2 ppm.

Si è pertanto obbligati ad utilizzare, in totale sicurezza, una soluzione diluita di Acido Peracetico.

La geometria dell'invaso è tale da garantire un tempo di contatto di pari ad almeno venti minuti.

Si prevede la realizzazione di una vasca interrata in c.a., alta 2,5m, di circa 170 m³ avente le seguenti misure 17,60x5,00 m, con una altezza utile sotto battente idraulico di 2,00 m.

Per il dosaggio verrà utilizzata n. 1 pompa dosatrice dotata di elettronica a bordo per la richiesta variazione della portata, in funzione dei dati di portata rilevati dall'apposito misuratore elettromagnetico a calibrazione, posto sull'uscita della vasca di contatto.

La pompe dosatrice, è asservita ai segnali proporzionali provenienti dal misuratore di portata citato.

Detta strumentazione è di nuova fornitura.

Denitrificazione

Nella fase di ossidazione del liquame viene abbattuta una parte dell'N presente che si può ritenere pari al 5% del BOD₅ entrante nell'impianto e cioè $1.400,00 \times 5\% = 70,00$ Kg/d; poiché entrano 240,00 Kg/d di N, si ha un residuo di carico di $240,00 - 70,00 = 170,00$ Kg/d; di conseguenza la concentrazione passa da 60,00 mg/l a $170,00 / 4.000,00 \times 10^3 = 42,50$ mg/l. In uscita si considera accettabile una concentrazione di N ammoniacale pari a 15 mg/l ed è pertanto necessaria la nitrificazione; supponendo di avere in uscita, una concentrazione di 13 mg/l, l'azoto ammoniacale da nitrificare è $(42,50 - 13) \times 4.000,00 \times 10^3 = 118,00$ Kg/d; con questo carico di azoto nitrico all'uscita si ha una concentrazione di $10^3 \times 118,00 / 4.000,00 = 29,50$ mg/l che risulta superiore al limite di legge (20 mg/l).

È necessario procedere quindi ad una parziale denitrificazione; ipotizzando di avere in uscita una concentrazione di 13 mg/l di azoto nitrico, la quantità da denitrificare, tenuto conto della nitrificazione che avviene nella successiva fase di ossidazione è $(34,00 - 13) \times 4.000,00 / 10^3 = 84,00$ Kg/d pari a 3,50 Kg/h.

Dai diagrammi sperimentali di denitrificazione, si rileva che la velocità di processo è 3 grN/KgSSV/h a 20°C, mentre dell'effetto della temperatura sulla velocità si può tenere conto con la relazione $V_t = V_{20} \times 1,06^{(t-20)}$.

Facendo riferimento ad una temperatura di esercizio minima di 13 °C, si ha $V_t = 3 \times 1,06^{(13-20)} = 2$ grN/KSSV/h e poiché si devono denitrificare mediamente 3,50 Kg N/h, devono essere presenti in vasca a $3,50 \times 10^3 / 2 = 1.750,00$ Kg SSV.

Si può ritenere che le sostanze volatili presenti nel fango siano pari al 75% e quindi $1.750,00 / 75\% = 2.333,33$ Kg SST; mantenendo in vasca di denitrificazione una contrazione di 3,00 Kg SST/mc, il volume utile necessario per il processo di denitrificazione è $V_u = 2.333,33 / 3,00 = 777,78$ mc.

In impianto sono ad oggi presenti n° 2 vasche di denitrificazione con un volume complessivo di 580 m³; il deficit volumetrico viene colmato dalla trasformazione dell'attuale vasca di stabilizzazione in vasca di denitrificazione con il raggiungimento di un volume totale pari a 870 m³.

Poiché si è assunta una concentrazione di azoto nitrico, in uscita dalla ossidazione di 13 mg/l, la portata di miscela nitrificata da ricircolare in testa alla vasca di denitrificazione è $3,50 \times 10^3 / 13 = 269,23$ mc/h.

Si deve inoltre tenere conto che nella denitrificazione si ha un parziale abbattimento del BOD₅ entrante, utilizzato nel metabolismo dei batteri denitrificanti.

Infatti, per ogni Kg di N vengono liberati 2,85 Kg di O₂ e pertanto si hanno $3,50$ (KgN/h) $\times 2,85 = 9,98$ Kg O₂/h; considerando che siano necessari 1,4 Kg O₂ per ogni Kg di BOD₅ abbattuto, si ha un abbattimento di $9,98 / 1,4 = 7,13$ Kg BOD₅/h pari a 171,00 Kg BOD₅/d; alla successiva fase di aerazione dei liquami entra quindi un carico di $1.400,00 - 171,00 = 1.229,00$ Kg/d BOD₅.

I tempi di permanenza nella fase di denitrificazione sono:

per Q_{24}	5,22 h
per Q_p	3,48 h
per Q_{max}	1,74 h

Ossidazione – nitrificazione

Il volume ad oggi impiegato per la fase ossidativa è pari a 1.500 m³ ed fornito da n° 3 vasche da circa 500 m³.

Considerata la manualistica depurativa che prevede che per ottenere un adeguato scambio di aria è necessario un tempo di ritenzione in vasca di ossidazione variabile da 3 a 6 ore si opta per realizzare un nuovo invaso di ossidazione da posizionare in serie tra la denitrificazione riconvertita e la vasca di ossidazione di recente realizzazione.

Si prevede la realizzazione di una vasca in c.a., alta 4m, fuori terra di circa 210 m³ avente le seguenti misure 11,00x5,50 m, con una altezza utile sotto battente idraulico di 3,50 m.

Il BOD₅ totale all'entrata della fase di ossidazione è di 1.229,00 Kg/d; è previsto un volume utile complessivo per il bacino di 1724 mc (n° tre vasche di dimensioni in pianta 12x12 m). Il carico volumetrico è $1.229,00 / 1724 = 0,71$ Kg BOD₅/mc d, con una concentrazione del fango in vasca di 3,00 Kg SS/mc.; si ottiene un fattore di carico organico $C_m = 0,71 / 3,00 = 0,24$.

I valori sopra riportati sono ampiamente prudenziali e in grado di sopportare forti variazioni (in eccesso o difetto) del carico organico in ingresso.

In queste condizioni il rendimento di abbattimento del BOD₅ è superiore al 90% (93%) e pertanto il valore della concentrazione in BOD₅ all'uscita della vasca, è di $1.229,00 \times 93\% \times 10^{-3} / 4.000,00 = 21,51$ mg BOD₅/l (si ricorda che il limite imposto è di 25 mg/l).

I tempi di permanenza nella fase di ossidazione sono:

per Q ₂₄	10,34 h
per Q _p	6,90 h
per Q _{max}	3,45 h

Con le condizioni di funzionamento prima indicate, nella vasca di ossidazione si ottiene una intensa nitrificazione; infatti dai diagrammi sperimentali che forniscono il rendimento di nitrificazione in funzione del carico di fango e della temperatura di esercizio, (riferendosi alla temperatura di 13 °C) si ha una nitrificazione pari all' 80%. In vasca di ossidazione entra un carico di 240,00 Kg N/d di cui 70,00 Kg/d vengono abbattuti nel processo biologico: ne rimangono quindi 170,00 Kg/d che con un rendimento di nitrificazione pari all'80% producono un abbattimento di 136,00 Kg/d rilasciando in uscita azoto nitrico con una concentrazione pari a $136,00 \times 10^{-3} / 4.000,00 = 34,00$ mg/l.

Si pone l'esigenza di una denitrificazione (vedi punto precedente) che consenta la eliminazione di $(34,00 - 13) \times 4.000,00 / 10^{-3} = 84,00$ Kg/d di azoto nitrico, al fine di rispettare il limite in uscita per questi composti stabilito dalla legislazione vigente.

L'ossigeno necessario nella fase di aerazione biologica è dato da:

$$O_2 = (a \times B + b \times F + c \times N) / \alpha \times \beta \times 24$$

in cui:

$$O_2 = \text{KgO}_2/\text{h}$$

$$a = \text{KgO}_2/\text{KgBOD}_5 \text{ abbattuto}, 0,6$$

$$B = \text{KgBOD}_5 \text{ abbattuto}/\text{d},$$

$$b = \text{KgO}_2/\text{KgSST}/\text{d}, 0,1$$

$$F = \text{KgSST in vasca}$$

$$c = \text{KgO}_2/\text{KgN nitrificato}, 4,6$$

$$N =: \text{KgN}/\text{d da nitrificare}$$

$$\alpha = 0,9 \text{ per insufflazione con aria}$$

$$\beta = (C_s - C_x)/C_s$$

ove;

$$C_s = \text{mg/l } 9,2, \text{ concentrazione di saturazione di } O_2 \text{ in } H_2O \text{ a } 20^\circ C$$

$$C_x = \text{mg/l } 2, \text{ concentrazione di } O_2 \text{ da tenere in vasca}$$

$$\beta = (9,2-2) / 9,2 = 0,78$$

Sviluppando i calcoli si ha: $O_2 = 108,53 \text{ KgO}_2/\text{h}$

Assumendo cautelativamente un carico di punta per il BOD5 e l'azoto ammoniacale di 1,5 volte il valore medio, tenendo conto di un rendimento di trasferimento dell' O_2 del 20%, la portata in Nmc/h di aria da insufflare (con masse porose a bolle fini) nella massa liquida è di $(108,53 \times 1,5 \times 0,82) / (0,2 \times 0,233) = 2.864,74 \text{ Nmc/h}$.

Assegnando un carico di 4,5 Nmc/h ad ogni diffusore, necessitano almeno $2.865 / 4,5 = 637$ unità.

Considerato che in impianto sulle tre vasche al momento esistenti insistono circa 600 piattelli si ritiene nel rispetto di quanto sopra e per una omogeneità distributiva di dover installare sulla vasca di ossidazione almeno 90 dischi diffusori a microbolle.

Per mantenere una concentrazione di fango in vasca di 3 Kg/mc, prelevando dal pozzetto di fondo della sedimentazione un fango a concentrazione 8 Kg/mc, si ha:

$QR/q_{24} = 3/(8-3)=0,6$ cioè $QR = 0,6$ $Q_{24} = 100,00 \text{ mc/h}$ che risulta adeguato anche alle esigenze del ricircolo necessario per il processo di denitrificazione.

Non sarebbe pertanto necessario procedere alla effettuazione di uno specifico, ricircolo di "mixed liquor" per quest'ultima fase, ma risulterebbe sufficiente inviare il ricircolo del fango in testa alla vasca di denitrificazione.

Considerato che le pompe per il "mixed liquor" sono installate in impianto con tutte le linee di mandata si opta per il mantenimento delle stesse e per lo spostamento di uno dei sollevamenti sulla coda della vasca di ossidazione in quanto al momento è in prossimità dell'ingresso del liquame.

In fase di sopralluogo si è riscontrata una considerevole presenza di schiume in vasca di ossidazione dovuta al fatto che l'uscita dalle vasche è posizionata sotto il profilo idraulico.

Detta situazione fa sì che si inneschi il sifone con conseguente ritenzione delle particelle più leggere all'interno degli invasi.

È necessario realizzare degli sfioratori in lamiera da posizionare in vasca diagonalmente opposti all'ingresso, da ricollegare all'attuale uscita in modo da garantire un congruo tempo di permanenza in ossidazione ed il deflusso delle schiume.

Sedimentazione finale

Considerando la conformazione geometrica dei sedimentatori esistenti, al fine di valutare la congruità dimensionale degli stessi e/o l'eventuale necessità integrativa, si ipotizza il carico ad essi afferente così distribuito:

- 160 m³/h ai sedimentatori rettangolari, 80 m³/h cadauno;
- 340 m³/h ai sedimentatori rettangolari, 170 m³/h cadauno.

Nei sedimentatori rettangolari il flusso del liquame in ingresso avviene lungo il lato corto della vasca, uno schermo verticale impedisce la cortocircuitazione e dà la giusta direzione al flusso.

L'estrazione dell'effluente è realizzata lungo stramazzi di lunghezza complessiva pari a 12 m; detta conformazione geometrica garantisce una portata di sfioro di circa 13 m³/h per metro lineare che risulta < 15 m³/h raccomandati dalla manualistica depurativa.

Il pozzetto di raccolta fango è situato sulla stessa verticale del distributore d'ingresso del liquame.

Il meccanismo raschiafanghi è realizzato tramite un ponte di sostegno parallelo al lato corto della vasca sul quale sono installate le lame; tutto il meccanismo è poggiato su due pattini posti sui lati lunghi della vasca. Il ponte compie un movimento alternativo e le lame trasportano verso il pozzetto di raccolta i fanghi sedimentati.

La lunghezza di ciascuna vasca, lungo la linea di deflusso del liquame, è pari a circa 12 m con una superficie di 77 mq e volume con altezza media di liquami di 3,4 mt pari a 262 mc;

complessivamente il volume utile della fase rettangolare di sedimentazione finale è di 524 mc con una superficie di 144 mq.

Ne risultano i seguenti tempi reali di ritenzione;

per la portata media	5,91 h
per la portata di punta nera	4,50 h
per la portata di pioggia	2,62 h

Nei sedimentatori circolari l'entrata dei liquami nel bacino avviene attraverso un sistema di immissione centrale che ne assicura l'uniforme distribuzione radiale. I fanghi attivi di fondo vengono convogliati per carico idrostatico al pozzo della stazione di sollevamento fanghi. Le acque depurate vengono scaricate attraverso lo stramazzo dentato periferico.

Il raggio utile interno è di 7,5 m, con una superficie di 177 mq e volume con altezza media di liquami di 3,4 mt pari a 601 mc; complessivamente il volume utile della fase circolare di sedimentazione finale è di 1201 mc con una superficie di 353 mq.

Ne risultano i seguenti tempi reali di ritenzione;

per la portata media	6,75 h
per la portata di punta nera	5,14 h
per la portata di pioggia	3,00 h

e le seguenti velocità ascensionali:

per la portata media	0,50 m/h
per la portata di punta	0,66 m/h
per la portata di pioggia	1,13 m/h

Il carico di fango superficiale (nei caso più sfavorevole) è 3,40 Kg/m² h, mentre i carichi idraulici medi sugli stramazzi risultano:

per la portata media	0,79 m/h
per la portata di punta	1,18 m/h
per la portata di pioggia	2,36 m/h

I valori sopra riscontrati garantiscono un'efficace sedimentazione dei solidi sospesi e caratteristiche del chiarificato in uscita del tutto rispondenti ai requisiti di legge.

Non occorre quindi implementare la fase depurativa di sedimentazione.

Disinfezione acque depurate

Permane ovviamente anche in questo caso la scelta di utilizzare, in totale sicurezza, una soluzione diluita di Acido Peracetico.

L'acido peracetico ($C_2H_4O_3$) è una miscela di acido acetico (CH_3COOH) e perossido di idrogeno (H_2O_2) in una soluzione acquosa, solitamente in concentrazioni del 5-15%.

Quando l'acido peracetico si dissolve in acqua, si scinde in perossido di idrogeno ed acido acetico, degenerando in acqua, ossigeno e anidride carbonica.

I prodotti di degradazione dell'acido peracetico non sono tossici e possono dissolversi facilmente in acqua.

L'acido peracetico è un ossidante molto potente giacché il potenziale di ossidazione supera quello di cloro e biossido di cloro

Va ancora considerato che l'acido peracetico può essere applicato per la disattivazione di una grande varietà di microrganismi patogeni ed, inoltre, disattiva i virus e le spore.

L'acido peracetico come disinfettante ossida le membrane esterne delle cellule dei microrganismi.

Il meccanismo di ossidazione consiste in trasferimento di elettroni e, quando si usa un ossidante più forte, gli elettroni vengono trasferiti ai microrganismi molto più velocemente, inducendo il microrganismo ad essere velocemente disattivato.

Da quanto sopra appare evidente il grande vantaggio per le fasi del processo, derivante dall'uso di tale prodotto, giacché alla disattivazione di un'ampia varietà di batteri e virus aggiunge l'effetto ossidante sulle acque scaricate nel ricettore.

Le scelte effettuate sul processo e sui parametri ad esso relativi, consentono una buona affidabilità ed elasticità di funzionamento, tale da adattarsi alle varie condizioni di esercizio, mantenendosi sempre in condizioni di elevato rendimento depurativo.

Le vasche di contatto che verranno utilizzate sono quelle esistenti; occorre effettuare una sola modifica alla tubatura d'uscita degli invasi in coda alla clorazione a servizio dei sedimentatori rettangolari in modo che il liquame in esse trattato venga sversato in coda alla vasca a servizio dei sedimentatori circolari.

Detta modifica si rende necessaria per non inficiare i tempi di contatto nell'invase grande e per garantire la misurabilità della portata trattata.

Per il dosaggio verranno utilizzate n. 3 pompe dosatrici di identiche prestazioni, dotate di elettronica a bordo per la richiesta variazione della portata, in funzione dei dati di portata rilevati dall'apposito misuratore elettromagnetico a calibrazione, posto sull'uscita della vasca di contatto.

Ciascuna delle pompe dosatrici, è asservita ai segnali proporzionali provenienti dal misuratore di portata citato.

Detta strumentazione, ad eccezione del misuratore di portata già esistente, è di nuova fornitura.

Misurazione della portata

Il controllo delle portate è assicurato:

- dal misuratore in testa all'impianto che rileva la totalità delle portate in ingresso all'impianto;
- dal misuratore in coda alla disinfezione delle acque di pioggia che rileva la parte in eccedenza alla portata progettuale sottoposte a solo trattamento primario e debatterizzazione;
- dal misuratore in coda alla disinfezione delle acque depurate che rileva la parte sottoposta a trattamento totale.

Sollevamento fanghi

La portata di ricircolo (Q_r) calcolata in precedenza è abbondantemente inferiore a quella ad oggi estraibile dai sedimentatori per cui non si ritiene necessario implementare le apparecchiature elettromeccaniche ad oggi installate.

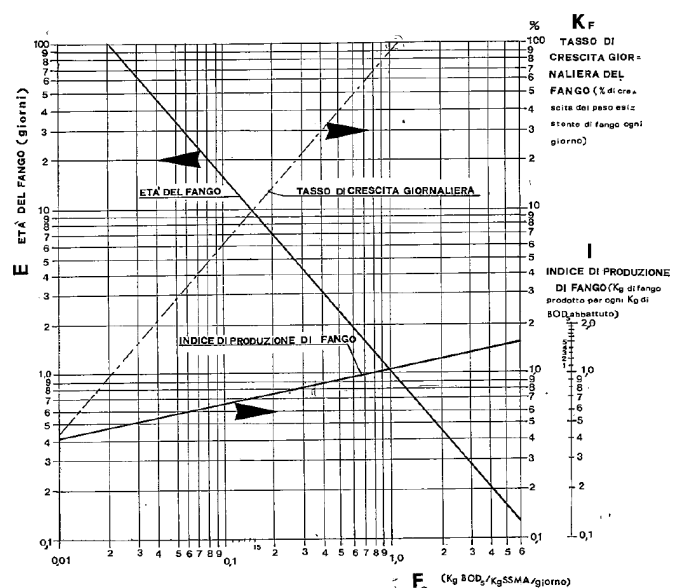
Occorre tuttavia predisporre una deviazione della tubatura di mandata, con annessa valvola d'intercettazione, che garantisca il ricircolo verso il nuovo invaso di denitrificazione.

Stabilizzazione aerobica del fango supero

Dal diagramma a lato che fornisce, in funzione di F_C la quantità di fango di supero prodotto per Kg di BOD5 abbattuto, si ha un valore di 0,78 Kg SST/Kg BOD d.

Il fango di supero prodotto è pertanto uguale a 891,52 Kg SST/d.

Mantenendo in vasca una concentrazione di 28 Kg SST/mc, il quantitativo di fango da digerire giornalmente è pari a $891,52 / 28 = 31,84$ mc/d. -



Assumendo una età complessiva del fango di 24 giorni si è certi di avere una buona stabilizzazione aerobica.

Nella fase di ossidazione sono presenti in vasca 5.172,00 KgSST ed essendo il supero di fango pari a 891,52 Kg/d, il tempo di permanenza (età) dello stesso fango in ossidazione è pari a $5.172,00 / 891,52 = 5,80$ d; risultano pertanto necessari (valutazione prudenziale) altri 18,20 giorni di permanenza del fango in stabilizzazione; il volume necessario per la fase in esame è di $31,84 \times 18,20 = 579$ mc.

Si prevede la realizzazione di due vasche fuori terra in c.a., alte 4m, di circa 294 m³ avente le seguenti misure 9,60x9,00 m, con una altezza utile sotto battente idraulico di 3,40 m con volumetria utile totale di 588 mc.

La richiesta di ossigeno può essere assunta pari a 1 Kg di O₂/d. per ogni Kg di SST e pertanto il fabbisogno è di 891,52 KgO₂/d pari a 37,15 KgO₂/h.

Assumendo, come nel caso della aerazione, un trasferimento pari al 20% dell'O₂ presente nell'aria ed un coefficiente di punta di 1,5 si ha un fabbisogno di O₂ da iniettare in vasca di $(37,15 \times 1,5 \times 0,82) / (0,2 \times 0,233) = 980,57$ Nmc/h.

Assegnando un carico di 5 Nmc/h ad ogni diffusore, necessitano almeno $980,57 / 5 = 196$ unità.

Ispessimento del fango stabilizzato

Considerato il tempo di permanenza negli invasi di stabilizzazione che assicura la totale mineralizzazione del fango di supero, anche se di ridotte dimensioni, si opta per mantenere l'ispessitore al momento esistente.

Il silos verrà spostato a ridosso della nuova struttura da realizzare per la disidratazione del fango.

Disidratazione meccanica del fango

Per la disidratazione del fango si prevede la realizzazione di una struttura sopraelevata completamente zincate a caldo con idonei profili, di altezza pari a circa 7,5 metri con ingombro in pianta di 7x6 metri e dotata di scala d'accesso e copertura, da posizionare a ridosso dell'attuale letto d'essiccamento coibentata al piano superiore per l'alloggiamento in quota delle apparecchiature necessarie alla disidratazione fanghi e dei cassoni per lo stoccaggio del fango disidratato al piano terra.

Si addotta la soluzione di installare una centrifuga per la disidratazione dei fanghi di supero da utilizzare in sostituzione dell'attuale nastro pressa ormai obsoleta;

L'estrattore centrifugo dovrà assicurare la separazione delle due fasi solido liquido, aventi diversi pesi specifici, garantendo un tenore di secco di oltre il 27%.

Si prevede l'installazione di una macchina in grado di trattare almeno 12.000 l/h; al fine di proteggere gli organi meccanici di trasmissione e modulare la portata della pompa di alimentazione e/o i giri differenziali della coclea si deve installare una macchina dotata di variazione continua della velocità differenziale della coclea rispetto al tamburo e la misurazione della coppia resistente rapportata a quella massima.

La separazione del solido dal liquido avviene all'interno di un tamburo rotante dalla forma troncoconica/cilindrica, sulla cui periferia la fase solida (più pesante) sedimenta e viene continuamente espulsa dalla coclea interna.

Per migliorare la separazione solido/liquido al prodotto in alimentazione verrà aggiunto del polielettrolita, opportunamente scelto nel tipo e nelle caratteristiche specifiche. Il polielettrolita favorirà l'aggregazione e pertanto una più facile cattura delle particelle solide.

Occorre quindi a tutela dell'intero processo fornire anche pompa monovite per l'alimentazione del decanter e polipreparatore.

Stazione soffianti

Da quanto esposto in precedenza, si ha che il fabbisogno d'aria è il seguente:

- ossidazione-nitrificazione 2.865 Nmc/h;
- stabilizzazione fango di supero 980 Nmc/h.

per un totale di 3.845 Nmc/h.

Ad oggi in impianto sono installate due soffianti Robuschi da 11,5 Kw cadauna in grado di erogare ciascuna 648 Nmc/h ed una soffiante KAESER DB 236 c in grado di erogare 1.326 Nmc/h.

Al fine di garantire il giusto apporto d'aria si opta per l'eliminazione delle due di minore portata con contestuale installazione di una nuova soffiante rotativa, con cabina d'insonorizzazione in grado di erogare 40 Nmc/min .

Si prevede la fornitura di un inverter per il controllo modulante del nuovo compressore da realizzare mediante l'ausilio di ossimetri, anch'essi da fornire, da posizionare in ossidazione e stabilizzazione.

Le soffianti rimanente e quella di nuova fornitura, a tutela da eventuale danni derivanti da esondazione del Fiume Sangro verranno alloggiate in un locale, dotato di isolamento acustico, al piano superiore della struttura di seguito descritta.

La struttura sopraelevata da realizzare completamente zincata a caldo con idonei profili, di altezza pari a circa 7,5 metri con ingombro in pianta di 7,7x6,1 metri e dotata di scala d'accesso e copertura, verrà posizionata in corrispondenza dell'attuale locale compressori. In detto locale troveranno alloggiamento anche i quadri elettrici di comando dell'impianto.

Bilancio del fosforo

Parte del fosforo in arrivo all'impianto viene abbattuto per assimilazione batterica nella quantità di una unità percentuale per mg/l di carbonio organico abbattuto nella fase ossidativa.

Il carico giornaliero di P è pari, nell'impianto in esame, a 40 Kg/d con una concentrazione in ingresso di 15 mg/l. Dai dati di letteratura si può ricavare (assumendo la ipotesi più cautelativa) che nella fase di ossidazione la biomassa attiva assimila il P (misurato come P_{O_4}) in ragione del 2,5 in peso della stessa biomassa; quest'ultima può essere assunta pari al 55% dei fanghi presenti in ossidazione.

Ricordando che il peso molecolare del P è 31 e quello dell' O_2 è 32, si ha che per passare dal P misurato come P_{O_4} a P si deve moltiplicare per $0,326 = [31/(31+64)]$.

Nel caso in esame si ha un abbattimento di P dato da:

$$5.172,00 \times 0,55 \times 0,025 \times 0,326 = 22,9 \text{ Kg P/d}$$

e quindi una concentrazione di P in uscita dalla ossidazione di $(40-22,9) \times 10^6 / (24 \times 166,67 \times 10^3) = 4,27 \text{ mg/l}$ di fosforo, valore che risulta maggiore al limite previsto di 2 mg/l.

È pertanto necessario prevedere una coprecipitazione per abbattere il P in fase di sedimentazione finale.

L'abbattimento del fosforo in eccesso rispetto al valore massimo consentito avverrà tramite l'immissione di cloruro ferrico $FeCl_3$ nella vasca di areazione.

Il quantitativo minimo da rimuovere per ottenere una concentrazione in uscita inferiore a 2 mg/l è pari a 9,1 Kg P/d; si assume prudenzialmente di voler rimuovere 10 Kg P/d garantendo una concentrazione in uscita inferiore a 1,8 mg/l.

Poiché occorrono 3 kg di Fe per ogni kg di P da rimuovere ed ad un kg di Fe corrispondono 9,8 kg di $FeCl_3$ si ricava che necessitano circa $(3 \times 2,9 \times 10) = 87 \text{ kg/g}$ di $FeCl_3$.

Le soluzioni commerciali del prodotto in questione hanno una concentrazione in peso pari al 40% con densità di 1,4 kg/l per cui il consumo giornaliero stimato equivale a $[87/(0,4 \times 1,4)] = 155,35$ l/d di soluzione commerciale.

La soluzione di cloruro verrà stoccata in un serbatoio da 3m³ in grado di garantire un'autonomia di circa 20g da posizionare all'interno dell'attuale locale ad oggi adibito alla disidratazione.

La conformazione del locale, con dreno delle acque, consentirà di prevenire eventuali sversamenti accidentali in ambiente del prodotto.

Il dosaggio avverrà mediante due pompe dosatrici a portata variabile in grado di garantire la massima flessibilità durante la fase d'esercizio.

Letti di essiccamento fanghi

Non se ne prevede la realizzazione in quanto quello esistente da preservare è sufficiente in quanto da utilizzare solo per lo scarico delle schiume e nei casi di emergenza dovuti al disservizio del disidratatore meccanico.

Cabina elettrica

Al fine di preservare la parte elettrica di trasformazione in caso di eventuale esondazione del Fiume Sangro si rende necessario realizzare una struttura sopraelevata, da posizionare a lato della torre di consegna del gestore elettrico, di altezza pari a circa 3,5 metri con ingombro in pianta di 3x2,5 metri, completamente zincate a caldo con idonei profili sulla quale alloggiare un box prefabbricato in grado di accogliere all'interno le fasi di misura e trasformazione.

L'accesso verrà garantito dalla scala esterna al lotto al momento utilizzata dal solo gestore.