



Gruppo di lavoro
GESTIONE IMPIANTI DI DEPURAZIONE
DICATAM - Università degli Studi di Brescia



ATTI

52^a Giornata di Studio di Ingegneria Sanitaria-Ambientale

LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE MBR: CRITICITA', SOLUZIONI ATTUATE E SVILUPPI FUTURI

Mercoledì, 10 giugno 2015

Aula Magna, Ingegneria
Università degli Studi di Brescia
Via Branze, 38
Brescia

Coordinatore: Prof. Ing. Carlo COLLIVIGNARELLI

Con la collaborazione di:



Con il contributo di:



Indice

<i>Presentazione del Gruppo di Lavoro “Gestione Impianti di depurazione” e del convegno</i>1	
C. Collivignarelli	
<i>Evoluzione tecnica nei sistemi MBR</i>9	
G. Andreottola	
<i>Esperienze di ricerca nel trattamento dei reflui mediante processi biologici a membrana</i>21	
F. Pirozzi	
<i>Indagine del GdL “Gestione impianti di depurazione” sulle problematiche gestionali degli impianti MBR in Italia</i>37	
M. Vaccari, A. Perteghella	
ESPERIENZE DI GESTIONE DI IMPIANTI MBR CHE TRATTANO REFLUI URBANI	
<i>L’impianto di depurazione reflui urbani di Montichiari (BS)</i>43	
R. Romano, D. Bolpagni	
<i>L’impianto di depurazione reflui urbani di Cava Manara (PV)</i>51	
E. Paradiso	
<i>L’impianto di depurazione reflui urbani di Monterotondo (RM)</i>55	
E. Di Nunno	
<i>L’impianto di depurazione reflui urbani di Casteggio (PV)</i>61	
N. Tizzoni	
<i>L’impianto di depurazione reflui urbani di Rocca Priora (RM)</i>69	
F. Ruggiero	
ESPERIENZE DI GESTIONE DI IMPIANTI MBR CHE TRATTANO REFLUI URBANI	
<i>L’impianto a servizio dello stabilimento Latte Arborea (OR)</i>77	
N. Corrao	
<i>Impianto a servizio di uno stabilimento di prodotti da forno e pasta fresca</i>87	
C. Cantoni, S. Casalini	
<i>L’impianto a servizio dello stabilimento Saves di Cazzago San Martino (BS)</i>99	
M. Lucchese	
<i>L’impianto della piattaforma Idroclean di Casirate D’Adda (BG)</i>109	
M. C. Collivignarelli, P. F. Ravasio	

L’impianto MBR a servizio dello stabilimento lattiero - caseario Latte Arborea ad Arborea (OR)

Ing. Nello Corrao

Progettista e Direttore dei Lavori per conto della Latte Arborea Soc. Coop. Agr. per Azioni Studio
Corrao - Ingegneria & Ambiente - Via S. Rosa, 49 - 09131 Cagliari
e-mail: studionellocorrao@virgilio.it

Abstract

Nella relazione viene descritto l'intervento eseguito circa un anno fa sull'impianto di depurazione delle acque reflue a servizio dello stabilimento lattiero-caseario Latte Arborea, sito ad Arborea in provincia di Oristano. Per via del progressivo aumento delle portate da trattare la configurazione impiantistica preesistente incominciava a rendere problematico il rispetto dei limiti restrittivi imposti allo scarico in area sensibile, per cui si decise di programmare un intervento di adeguamento impiantistico. Si è proceduto quindi ad effettuare un approfondito studio sulle varie alternative impiantistiche ipotizzabili, a seguito del quale si è optato per la realizzazione di una nuova sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse. Sono stati infine evidenziati i vantaggi operativi conseguiti con la realizzazione della sezione MBR e le problematiche gestionali emerse.

1. Introduzione

La presente relazione descrive l'intervento di adeguamento impiantistico effettuato fra il mese di Ottobre 2013 ed il mese di Maggio 2014 sull'impianto di depurazione delle acque reflue scaricate dallo stabilimento lattiero-caseario Latte Arborea, sito nell'omonimo Comune di Arborea, in provincia di Oristano.



Fig. 1 – Ubicazione dello Stabilimento Latte Arborea e del suo depuratore

Trattasi di una delle più importanti aziende agroalimentari attualmente presenti in Sardegna, che raccoglie e trasforma il latte vaccino prodotto da 257 Soci Produttori distribuiti nell'intero territorio regionale.

La produzione complessiva ammonta a circa 180 milioni di litri di latte all'anno, valore che rappresenta circa il 95% dell'intera produzione in Sardegna.

Il nuovo e moderno stabilimento di Arborea, inaugurato nell'anno 2000, ha sostituito l'originario stabilimento fondato nel 1956.

Lo stabilimento occupa attualmente circa 220 dipendenti e ricopre un'area di circa 80.000 m².

La produzione risulta molto diversificata in quanto comprende latte fresco e UHT, formaggi di vario tipo, prodotti a pasta filata (mozzarelle, filone, provolone, ecc.), formaggi fusi, yogurt, burro, panna, ricotta, mascarpone e produzioni siero derivate.

Nel 2013, a seguito dell'avvio di alcune nuove sezioni produttive, che di fatto hanno portato ad un aumento delle portate scaricate, venne deciso di programmare un intervento di adeguamento dell'impianto.

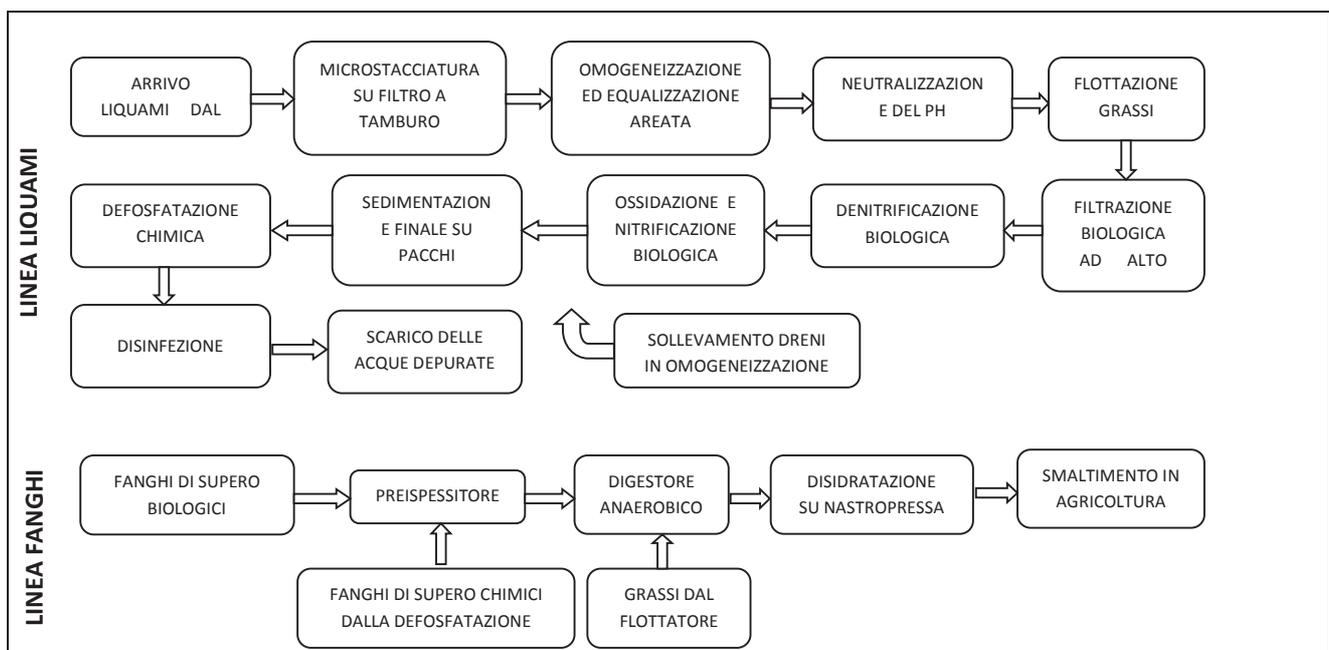
Nei paragrafi seguenti verrà descritto il percorso che ha portato ad individuare come soluzione ottimale la realizzazione di una nuova sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse, illustrando l'approccio progettuale, le modalità operative che sono state scelte, i riscontri funzionali ottenuti dopo l'avviamento della sezione e le considerazioni finali riguardanti sia i vantaggi conseguiti che alcune problematiche emerse, su cui si sta ragionando in questo momento.

2. L'impianto preesistente e le motivazioni dell'adeguamento

L'esistente impianto venne realizzato in più fasi, ad iniziare dal 1996 e con successivi ampliamenti e potenziamenti resi necessari man mano che la potenzialità dello stabilimento cresceva.

Nella sua ultima configurazione, completata nel 2008, l'impianto risultava dimensionato per una potenzialità pari a 75.000 abitanti equivalenti e, poiché lo scarico avviene in Area Sensibile, i limiti imposti risultano quelli di cui alle Tabelle 1, 2 e 3 dell'allegato 5 del D. Lgs 152/2006 per scarico industriale su corpo idrico superficiale.

L'impianto nel suo complesso risultava costituito dalle seguenti fasi operative:



Si evidenzia nella Fig. 2 la planimetria generale dell'impianto prima dell'intervento.

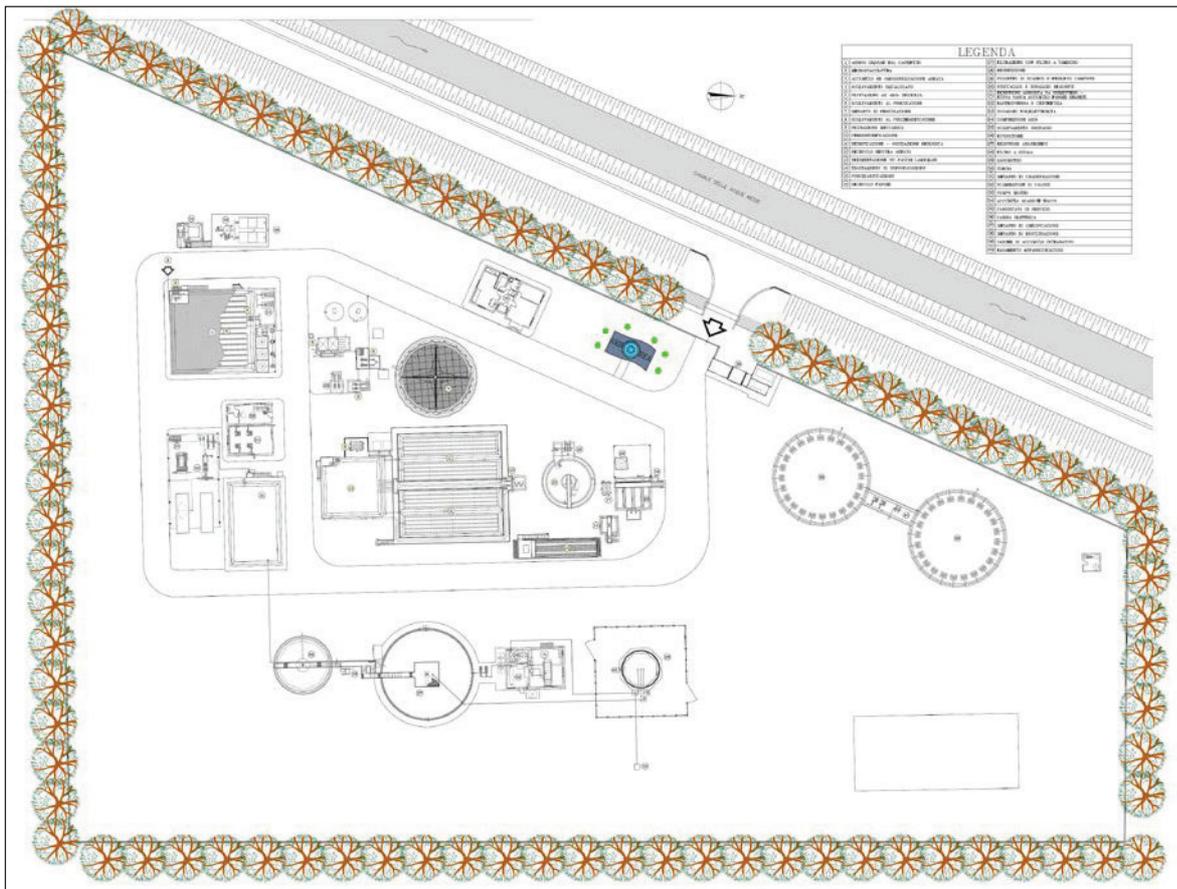


Fig. 2 – Planimetria dell'impianto di depurazione prima dell'intervento

Il latte lavorato giornalmente ammonta a circa 500.000 litri e fino a poco tempo fa il rapporto acqua - latte era pari a circa 3,00, per cui la portata da trattare risultava pari a circa 1.500 mc/g, corrispondenti a 62,5 mc/h.

Con le ultime linee produttive avviate negli ultimi anni tale rapporto è via via aumentato, con la conseguenza che nei periodi di punta le portate scaricate hanno incominciato a raggiungere i 2.000 mc/g, corrispondenti a più di 83,3 mc/h, cioè il 33% in più.

In corrispondenza di tali picchi di portata, come pure in occasione di periodici peggioramenti della sedimentabilità dei fanghi attivi, allorquando lo SVI tendeva a superare il valore di 130 - 150 ml/g, la sezione di sedimentazione finale manifestava delle criticità.

Di fatto quello che avveniva in tali circostanze era una maggiore difficoltà a trattenere il fango nel sedimentatore finale, condizione che imponeva di non superare i 3,00 Kg/mc di fango nel comparto biologico e che nel contempo comportava un maggior dosaggio di prodotti chimici nella sezione terziaria di post precipitazione, con un sensibile aumento dei costi.

Venne così deciso di pianificare un nuovo intervento di potenziamento dell'impianto, in grado di eliminare una volta per tutte le suddette difficoltà gestionali.

3. L'approccio progettuale dell'intervento di adeguamento

L'approccio progettuale fu quello di cercare di individuare in primo luogo se ci potesse essere la possibilità di ridurre la quantità di acque reflue da trattare, ed in secondo luogo quale potesse essere la soluzione impiantistica più idonea per gestire in modo appropriato le maggiori portate.

Per quanto riguarda il primo aspetto, una volta ottimizzati tutti i processi produttivi in stabilimento, si rilevò che nella sezione di disidratazione fanghi esistente le due nastropresse utilizzavano per il lavaggio delle tele filtranti una portata pari a 14 mc/h, acque che alla fine, tramite il sollevamento dreni, tornavano in testa all'impianto.

E' facile rilevare che tale valore corrisponde a più del 15% della portata media trattata. Per ridurre tale apporto venne quindi deciso di adeguare il sistema di disidratazione meccanica sostituendo una delle due nastropresse con una nuova centrifuga opportunamente dimensionata per essere in grado di trattare da sola tutta la portata del fango di supero prodotto dall'impianto. Di conseguenza la seconda nastropressa venne lasciata come unità di riserva. Tuttavia un simile intervento poteva portare solamente ad una riduzione delle portate in eccesso, per cui si rese necessario procedere comunque con l'adeguamento impiantistico in grado di consentire un aumento della portata trattabile. Al fine di trovare la soluzione ottimale venne effettuata una attenta analisi sulle vari ipotesi impiantistiche che potevano consentire di raggiungere i risultati voluti, rispettando però una serie di vincoli dettati dalla situazione contingente:

- salvaguardia dei manufatti esistenti per via dell'impossibilità di interrompere il processo depurativo durante l'esecuzione dei lavori;
- ubicazione quindi delle nuove opere negli spazi disponibili;
- ricorso a tecnologie con notevole elasticità di funzionamento;
- tecnologie in grado di garantire un'elevata qualità delle acque depurate.

Le ipotesi impiantistiche individuate che furono giudicate percorribili furono le seguenti:

- a) raddoppio dell'esistente sedimentatore secondario a pacchi lamellari;
- b) abbandono dell'esistente sedimentatore secondario e la conseguente costruzione di un nuovo sedimentatore circolare idoneo a trattare l'intera nuova portata;
- c) realizzazione di una sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse idonea a trattare l'intera nuova portata.

Di ciascuna di esse si è pertanto proceduto a valutare gli aspetti positivi e quelli negativi, mettendoli poi a confronto per scegliere la soluzione più vantaggiosa.

Nella Fig. 3 seguente, risulta evidenziata un dettaglio dell'ipotesi rappresentata dalla soluzione a), costituita dal raddoppio dell'esistente sedimentatore a pacchi lamellari.

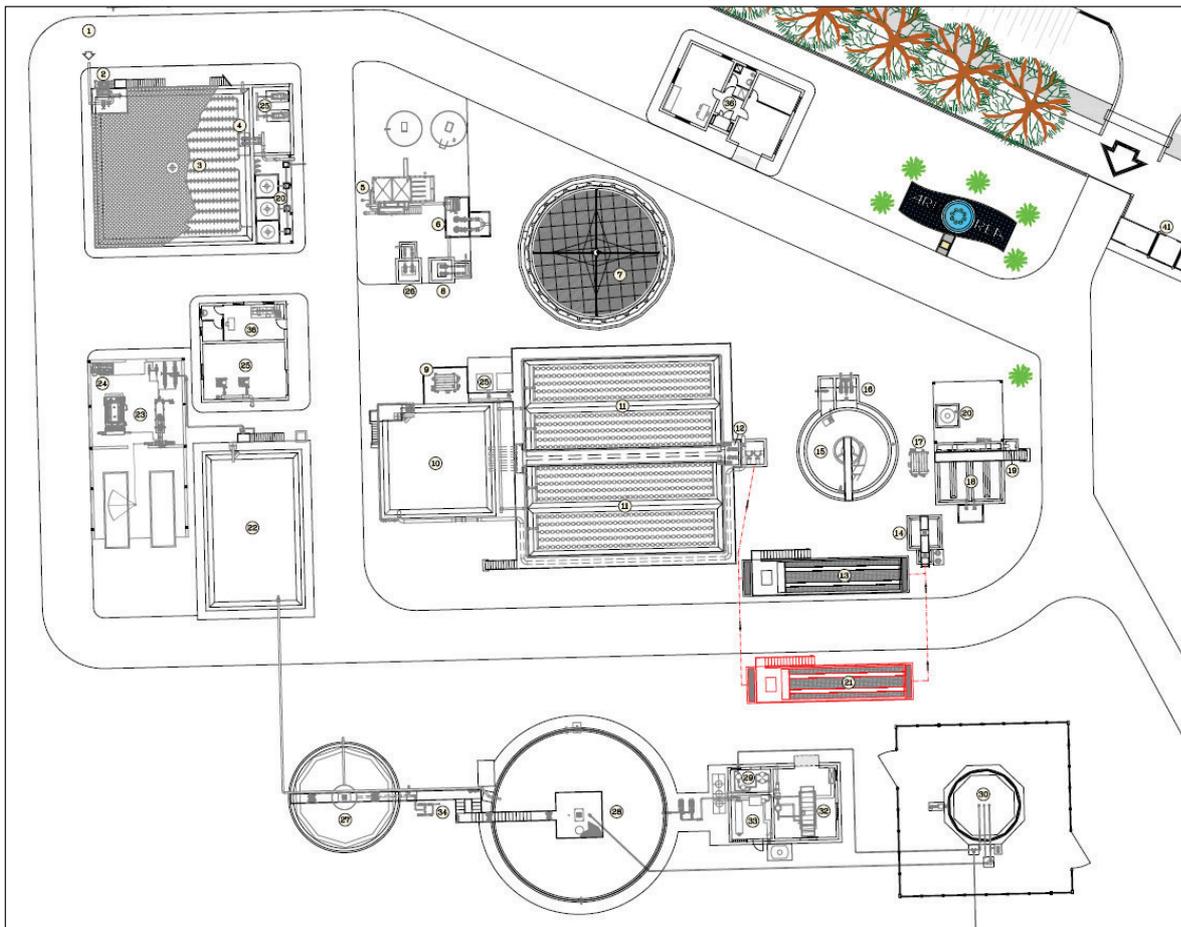


Fig. 3 – Dettaglio dell'ipotesi a): raddoppio del sedimentatore esistente a pacchi lamellari

Tale soluzione risulta caratterizzata dai seguenti vantaggi:

- possibilità di mantenere in esercizio l'esistente impianto per tutta la durata dei lavori;
- compattezza del manufatto per via della sedimentazione lamellare;
- sezione su due linee di sedimentazione, utile per interventi di manutenzione;
- perfetta integrazione tecnologica con l'unità di sedimentazione esistente;
- costi contenuti per dimensionamento nuova sezione per il 50% della portata complessiva;
- gestione del processo ben nota al personale addetto alla conduzione.

Per contro si elencano di seguito gli svantaggi individuati:

- layout impiantistico poco razionale per via della localizzazione decentrata;
- difficoltà di poter effettuare una precisa ed equa regolazione dei flussi sulle due linee;
- soluzione tecnologica che si è dimostrata poco flessibile con valori dello SVI superiori a 130 - 150 ml/g.

Nella Fig. 4 seguente, risulta evidenziato il dettaglio dell'ipotesi rappresentata dalla soluzione b), costituita dalla realizzazione di un nuovo sedimentatore circolare.

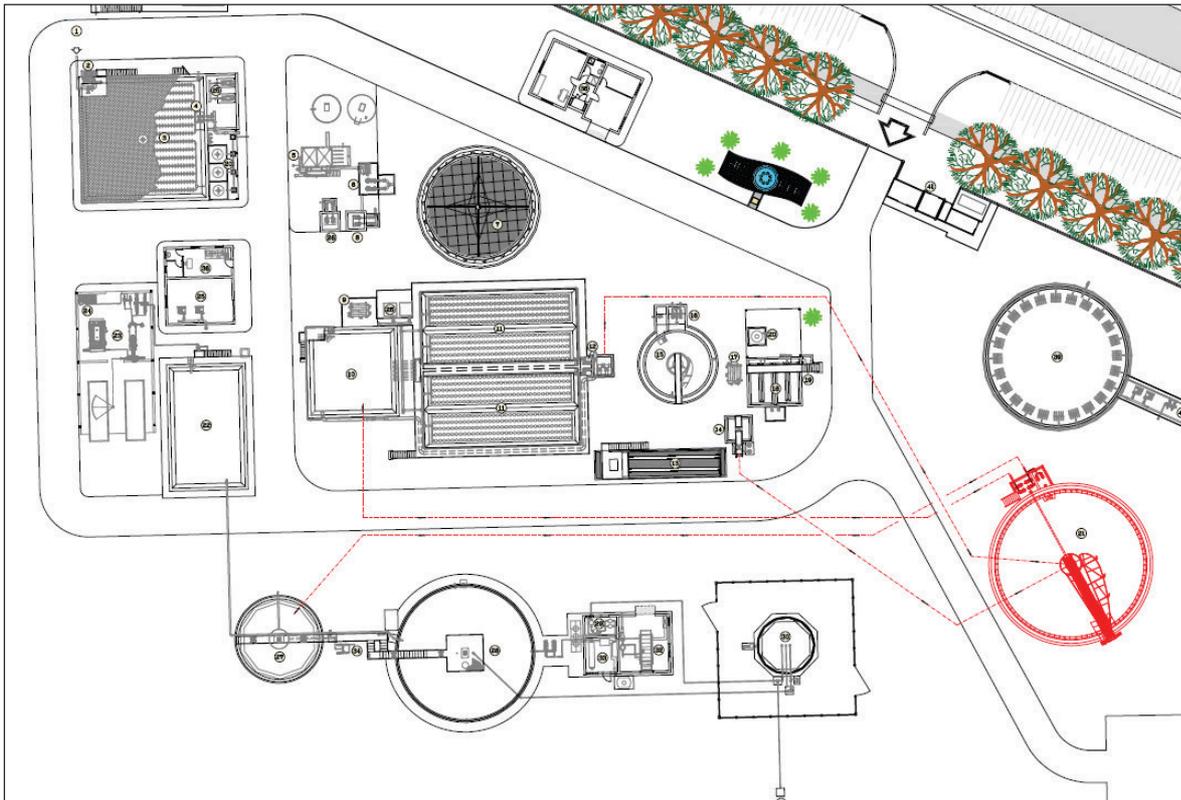


Fig. 4 – Dettaglio dell'ipotesi b): realizzazione di un nuovo sedimentatore circolare

Tale soluzione risulta caratterizzata dai seguenti vantaggi:

- possibilità di mantenere in esercizio l'esistente impianto per tutta la durata dei lavori;
- miglioramento della flessibilità della sezione, più funzionale di quella a pacchi lamellari;
- gestione del processo nota al personale addetto alla conduzione;

Per contro si elencano di seguito gli svantaggi individuati:

- layout impiantistico poco razionale per via della localizzazione decentrata;
- sezione su una sola linea, problematica quindi per interventi di manutenzione;
- maggiori costi da sostenere per dimensionamento nuova sezione per il 100% della portata.

Nella Fig. 5 seguente, risulta evidenziato il dettaglio dell'ipotesi rappresentata dalla soluzione c), costituita dalla realizzazione di una nuova sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse.

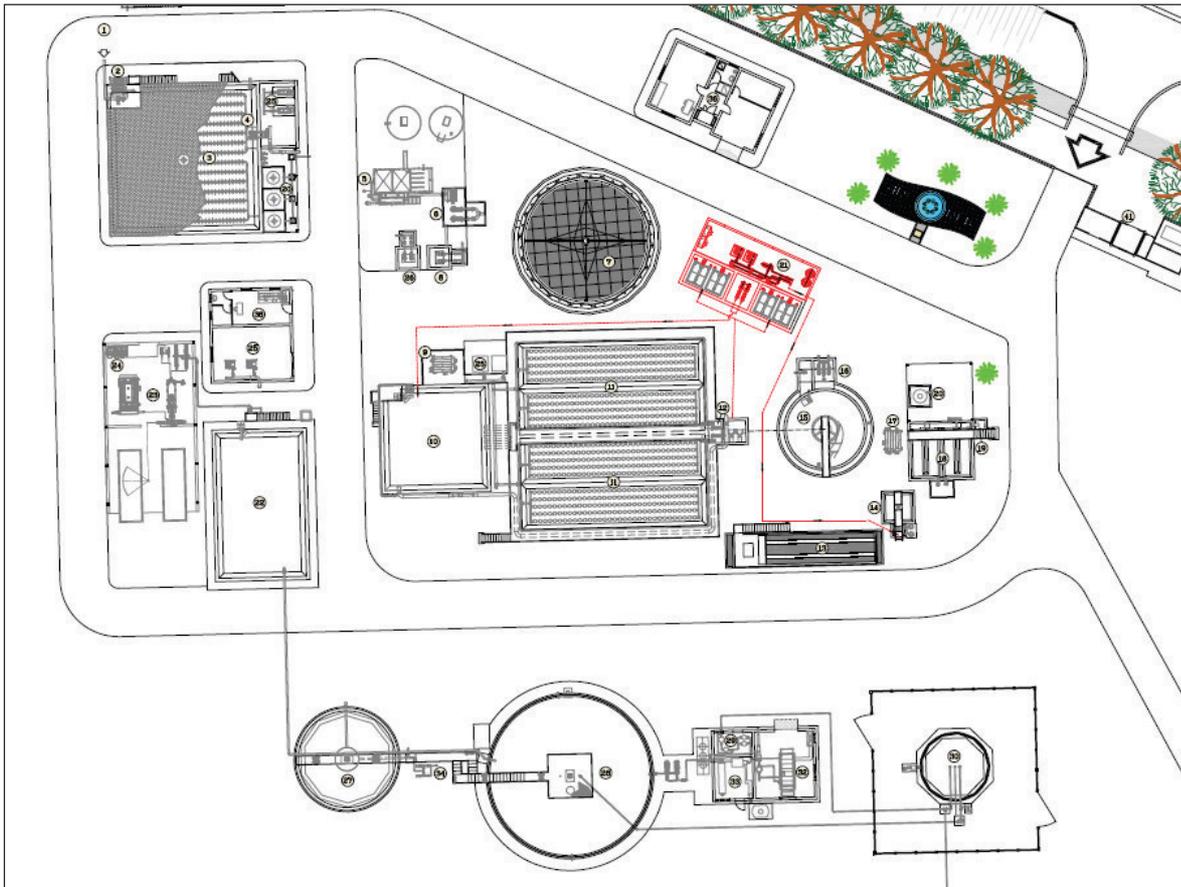


Fig. 5 – Dettaglio dell'ipotesi c): realizzazione di una nuova sezione di ultrafiltrazione

Tale soluzione risulta caratterizzata dai seguenti vantaggi:

- possibilità di mantenere in esercizio l'esistente impianto per tutta la durata dei lavori;
- layout estremamente compatto e integrato impiantisticamente all'esistente;
- ottima elasticità funzionale;
- massime garanzie sulla qualità dell'effluente;
- sezione disposta su due linee, utile per interventi di manutenzione.

Per contro si elencano di seguito gli svantaggi individuati:

- maggiori costi di costruzione per via dell'elevato contenuto tecnologico della soluzione ;
- maggiori costi per dimensionamento nuova sezione per il 100% della portata;
- gestione del processo non nota al personale addetto alla conduzione.

A seguito di un'attenta analisi costi - benefici effettuata, la scelta è caduta sulla terza ipotesi e cioè sulla trasformazione dell'esistente impianto in un reattore MBR mediante la realizzazione della nuova sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse, che oggi probabilmente rappresenta la tecnologia depurativa più innovativa disponibile sul mercato.

Le motivazioni che hanno indirizzato la scelta su tale soluzione sono molteplici.

In primo luogo il fatto di impiegare per la separazione del fango biologico presente nella miscela areata delle membrane a fibra cava, aventi com'è noto un grado di filtrazione nominale di $0,04 \mu$, avrebbe consentito di svincolare l'efficienza del processo biologico da tutte quelle anomalie funzionali connesse con le caratteristiche di sedimentabilità del fango, quale la variabilità dello

S.V.I., fino alle disfunzioni più gravi della microfauna presente nei fanghi attivi quali ad esempio il Bulking, spesso riscontrabile nei trattamenti di reflui caseari.

Inoltre, non essendo più il processo condizionato dalla quantità di fango presente nel reattore, tale tecnologia avrebbe consentito di poter aumentare significativamente la concentrazione del fango nel reattore biologico, con la conseguenza di poter aumentare sia l'abbattimento del carico organico che l'abbattimento dei nitrati nella fase di denitrificazione, o, in caso di bisogno, poter aumentare la potenzialità dell'impianto.

Infine fu valutato di poter sostituire il trattamento terziario di post precipitazione del Fosforo, costituito di fatto da un reattore di flocculazione e da un successivo chiarificatore terziario, con un trattamento di defosfatazione simultanea, dosando dei sali metallici direttamente sul ricircolo del fango inviato in testa al comparto biologico.

L'adozione dell'ultrafiltrazione avrebbe dovuto sicuramente incidere sulla riduzione dei dosaggi dei prodotti chimici, riducendo fra l'altro l'immissione nell'acqua scaricata dei composti secondari di tali reagenti.

4. La sezione di ultrafiltrazione a membrane immerse realizzata

Una volta fatta la scelta vennero predisposti gli elaborati progettuali ed appaltati i lavori, i quali ebbero inizio nel mese di Ottobre del 2013 per completarsi con l'avviamento dell'impianto nel mese di Maggio 2014.

Si evidenziano di seguito le caratteristiche dell'impianto MBR eseguito:

- portata massima di dimensionamento 2.400 mc/g, pari a 100 mc/h;
- tipologia delle membrane scelte: membrane cave prodotte dalla Koch Membrane System;
- numero e modello dei moduli scelti: N. 4 cassette Puron® mod. PSH 1800;
- numero di linee: 2 linee composte ciascuna da 2 moduli filtranti;
- superficie filtrante: 1.800 mq per modulo per una superficie totale di 7.200 mq;
- volume dei reattori: N. 2 vasche da 44 mc cad per un volume totale di 88 mc;
- portata specifica media: 13,9 l/h x mq corrispondente a circa 17,6 l/h x mq istantanei;
- alimentazione del comparto membrane: a gravità
- ricircolo fanghi: tutto in predenitrificazione mediante pompe sommergibili a secco
- portata di ricircolo: $Q_r=400$ mc/h pari a 4 volte la Q_m ;
- portata aria flussaggio membrane: 880 Nmc/h continui per modulo con alternanza al 25%;
- controlavaggio membrane: inversione flusso per 30 secondi ogni 10 minuti di filtrazione;
- lavaggio chimico di manutenzione: settimanale con soluzione di ipoclorito e acido citrico;
- concentrazione di solidi sospesi nel biologico: 8 kg/mc

L'impostazione finale della sezione di ultrafiltrazione realizzata risulta rappresentata nella seguente Figura 6.

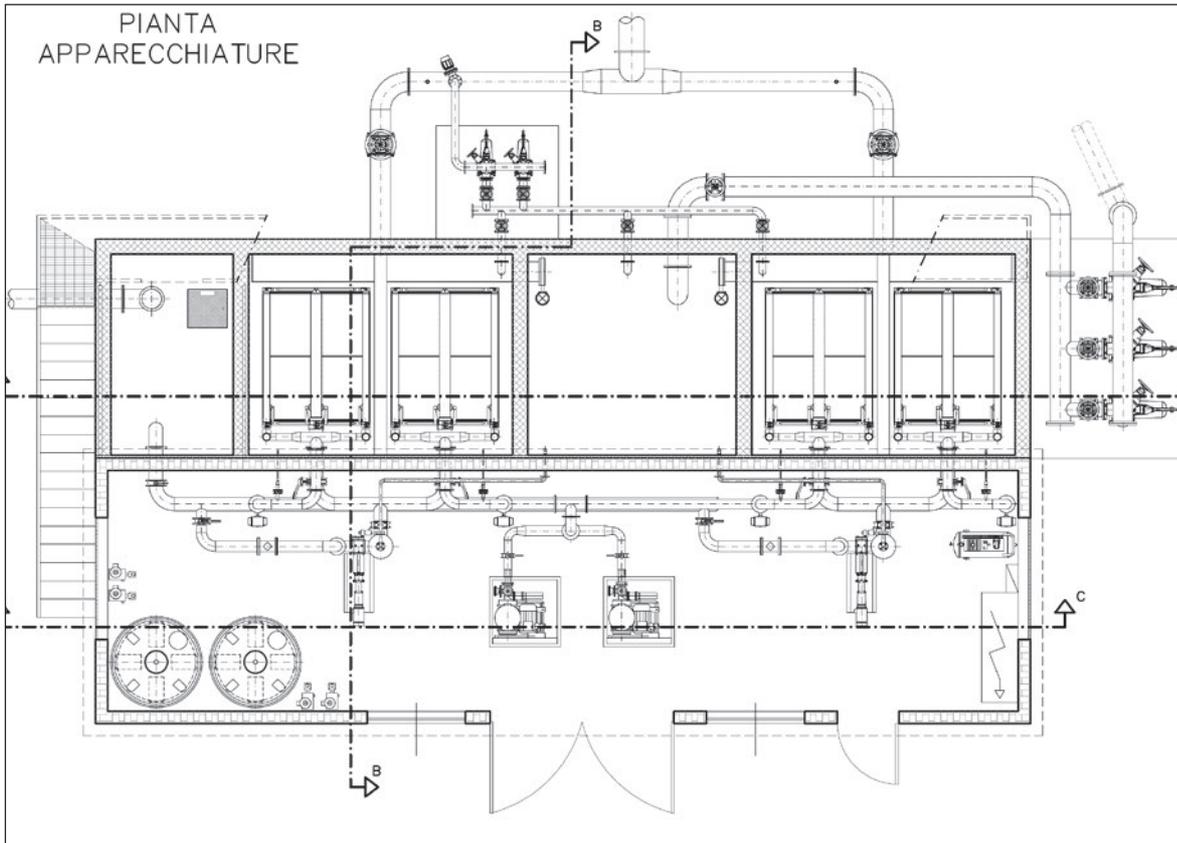


Fig. 6 – *Pianta di dettaglio della nuova sezione di ultrafiltrazione realizzata*

Nell'ambito dei lavori previsti si è reso necessario implementare il sistema di ossigenazione del comparto biologico per via della maggiore richiesta di ossigeno da parte della biomassa.

Si è intervenuti quindi installando un nuovo e più potente turbocompressore centrifugo radiale monostadio a velocità variabile, dotato di cuscinetti magnetici, e sostituendo i vecchi diffusori a candela con distribuzione a spirale con una nuova distribuzione a tappeto su tutto il fondo delle vasche con diffusori a piattello con membrana elastomerica, nettamente più performanti.

Le nuove reti risultano dotate di sistema di pulizia con lavaggio chimico con acido formico.

5. I riscontri gestionali a seguito dell'avviamento della nuova sezione

Dalla data di messa in servizio l'impianto MBR sta regolarmente funzionando da oltre un anno, senza aver evidenziato particolari problematiche di tipo funzionale, tant'è che la pressione transmembranica si mantiene costante intorno a - 25 mbar.

A seguito di una progressiva messa a punto del processo, grazie ad un primo dosaggio di PAC pari a 4 l/h sul flottatore e di un secondo dosaggio sempre di PAC pari a 30 l/h sul ricircolo dei fanghi inviati in testa al biologico, si è riusciti a dismettere la sezione di post precipitazione chimica del Fosforo, con un significativo risparmio rispetto ai prodotti chimici prima impiegati.

La portata oggi trattabile consente un buon margine di sicurezza anche per eventuali futuri incrementi, senza nessun riscontro sulla qualità dell'effluente, che ormai ha raggiunto dei livelli qualitativi veramente elevati con valori ampiamente al di sotto dei pur restrittivi limiti imposti, come si può verificare dalla Tabella 1 riportata di fianco, che riporta i riscontri analitici rilevati lo scorso mese di Aprile sullo scarico in uscita dall'impianto.

TAB. 1 - VALORI RILEVATI SULLE ACQUE DEPURATE (RIF. ANALISI APRILE 2015)			
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE RILEVATO IN USCITA	LIMITI SCARICO D. Lgs 152/2006 AREE SENSIBILI
Solidi sospesi totali	mg/l	1	35
BOD ₅	mg/l	4,5	25
COD	mg/l	17	125
Azoto Ammoniacale	mg/l	0,03	15
Azoto Totale	mg/l	2,94	10
Fosforo Totale	mg/l	0,142	1
Escherichia Coli	UFC/100 ml	10	5000
Limiti Tab. 1, 2 e 3 D. Lgs 152 validi per scarico industriale in corpo idrico superficiale recapitante in area sensibile (Stagno S'Ena Arrubia)			

Tab.1 - Valori rilevati allo scarico dell'impianto

L'aumento della concentrazione della biomassa ha consentito inoltre di ottenere il miglioramento desiderato sull'abbattimento dei composti azotati.

L'automazione spinta del sistema, implementata sull'esistente sistema di telecontrollo dell'impianto, consente al personale addetto di poter tenere facilmente sotto controllo tutti i parametri funzionali del processo, sia durante le ore di presenza in impianto, sia da remoto, utilizzando ad esempio un semplice smartphone.

Si evidenzia che sono bastati pochi giorni di formazione al personale addetto alla conduzione per prendere confidenza con la nuova tecnologia, che di fatto ha consentito un notevole risparmio di tempo rispetto alle operazioni gestionali che prima erano necessarie.

Per quanto riguarda infine gli aspetti energetici, grazie anche alle economie conseguite con il nuovo turbo compressore installato in ossidazione, da un dettagliato riscontro dell'energia elettrica consumata sia nei mesi precedenti l'intervento, sia negli ultimi mesi, quindi con la sezione MBR in pieno esercizio, non si è riscontrata alcuna variazione significativa, il che significa che rapportando il consumo elettrico alle portate trattate, al valore precedente di 2,13 Kwh/mc oggi si riscontra un valore assolutamente analogo pari a 2,10 Kwh/mc.

6. Problematiche gestionali riscontrate

Le uniche problematiche che si sono di recente evidenziate sono riferibili alla gestione dei fanghi di supero. In primo luogo si è riscontrato un maggior volume di fanghi di supero da dover spurgare, ma questo sicuramente può essere associato al fatto che oggi non sfugge più nessuna frazione di fango. In secondo luogo, a seguito della perdita di sedimentabilità dei fanghi di supero, non risulta più possibile effettuare il suo preispessimento prima dell'invio al digestore anaerobico, per cui è aumentato il volume del fango digerito.

Infine, si è rilevato negli ultimi tempi una riduzione del biogas prodotto, sicuramente conseguenza dell'aumento dell'età del fango connessa all'aumento della concentrazione nel comparto biologico.

7. Conclusioni

Fermo restando la piena soddisfazione del Committente, in quanto i risultati ottenuti hanno permesso di rispettare le previsioni progettuali e tutti gli obiettivi che ci si era prefissati, nei prossimi mesi si approfondiranno le valutazioni sulla gestione dei fanghi di supero.