

BioMAc 2016
Bioreattori a Membrane (MBR)
e trattamenti avanzati per la depurazione delle Acque

**IL COLLAUDO E LE VERIFICHE FUNZIONALI
 DEGLI IMPIANTI MBR – IL CASO DEL
 DEPURATORE DI VERZIANO**

Luca Massafra (A2A Ciclo Idrico SpA) 

Palermo, 27-28 ottobre 2016

Sommaro

- **Introduzione**
 - Il Gestore
 - Da criticità ed esigenze impiantistiche al progetto
- **Il progetto e i lavori nel dettaglio**
 - Gli interventi effettuati
 - Il riavvio della linea
 - Fine tuning
- **Il collaudo e le verifiche funzionali**
 - Stralcio I
 - Stralcio II
- **Primi riscontri gestionali**
- **Conclusioni**




This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

IL GESTORE

Il servizio idrico integrato di A2A Ciclo Idrico SpA (dati al 31/12/2015)

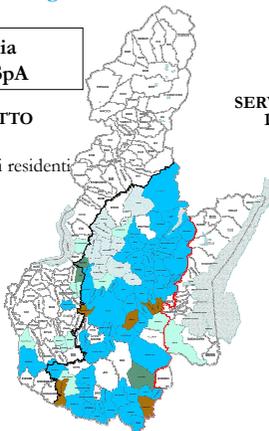
Provincia di Brescia
A2A Ciclo Idrico SpA

SERVIZIO ACQUEDOTTO

- 74 Comuni
- 591.331 abitanti residenti

**SERVIZIO FOGNATURA E
 DEPURAZIONE**

- 69 Comuni servizio fognatura
- 563.887 abitanti residenti
- 2.186 km di rete fognaria
- 66 Comuni servizio depuraz.
- 549.637 abitanti residenti
- 93 impianti di depurazione (57 trattamento secondario, 34 Imhoff, 1 fitodepuratore, 1 pretrattamento)
- 49,4 Mm³/anno trattati



■ Livello A2D
■ Fognatura
■ Acqua
■ Servizio Idrico Integrato
■ A2A Ciclo Idrico SpA
■ A2D
■ Ciclo idrico integrato
■ Acquedotto e Fognatura
■ Fognatura e Depurazione
■ Acquedotto




This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

DA CRITICITÀ ED ESIGENZE IMPIANTISTICHE AL PROGETTO

- Previsione di **ulteriori collettamenti** al sistema fognario di Brescia di comuni limitrofi secondo i piani territoriali di gestione e uso delle acque.
- **Limitata disponibilità di superficie** nel depuratore da destinare a nuove linee
- Membrane di ultrafiltrazione con tempo di esercizio ben più lungo rispetto alla vita utile stimata dal costruttore (13 anni di esercizio – stimati 10)
- **Criticità meccaniche** sui frame delle membrane a dispetto di una condizione ancora ottima del polimero filtrante

NECESSITÀ DI POTENZIARE L'IMPIANTO E DI RISTRUTTURARE LA LINEA MBR

L'opportunità di adottare un nuovo e più performante modello di membrane ha consentito di unire le due esigenze

<p>Membrane cave immerse GE ZW500C</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ n.160 cassette 73.442 m² ■ Portata istantanea 1.650 m³/h 		<p>Nuovo modello GE ZW500C</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ n.160 cassette 81.760 m² + 11,3% ■ Portata istantanea 2.000 m³/h + 21,2%
--	---	--




This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

DA CRITICITÀ ED ESIGENZE IMPIANTISTICHE AL PROGETTO

INVESTIMENTO INIZIALE € 6.250.000

- Opere civili – € 800.000
- Opere elettromeccaniche – € 5.450.000

- STRALCIO I riguardante tutte le opere civili e le opere elettromeccaniche afferenti alle sezioni biologiche
- STRALCIO II riguardante la sostituzione delle membrane e l'implementazione di nuove logiche di controllo informatizzate

Provincia di Brescia – Autorizzazione al fermo della linea dal 01-11-2015 al 30-04-2016 (6 mesi)

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI MOLTO ESIGENTE



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

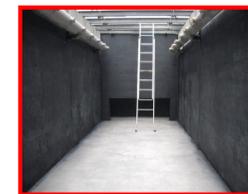
IL PROGETTO E I LAVORI NEL DETTAGLIO

INTERVENTI GENERALI SUI CALCESTRUZZI

- Pulizia e idrosabbatura di tutte le vasche – 11.500 m³ e 10.500 m²
- Ripristini strutturali localizzati nei punti ammalorati e fessurati
- Protezione localizzata o estesa mediante verniciatura



VASCA ULTRAFILTRAZIONE



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

IL PROGETTO E I LAVORI NEL DETTAGLIO

INTERVENTI IN DENITRIFICAZIONE

Da un sistema di miscelazione tradizionale (apparati ad alta velocità e profilo palare ridotto) ad apparecchiature a bassa velocità e ampio profilo palare

- Riduzione dei consumi energetici
- Rendimenti di miscelazione elevati
- Riduzione delle macchine installate



INTERVENTI IN NITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE

Sostituzione del sistema di aerazione misto tubi porosi e tappeto (buon rendimento ma vetusti) con isole estraibili e sistema di diffusione a piattello

- Maggiore rendimento di trasferimento dell'ossigeno
- Riduzione dei consumi energetici



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

IL PROGETTO E I LAVORI NEL DETTAGLIO

INTERVENTI NEL RICIRCOLO DELLA MISCELA AERATA

- Potenziamento della stazione di pompaggio con installazione di n.5 pompe da 45 kW/cad ad alta efficienza. Portata di ricircolo massima 8.800 m³/h
- Realizzazione di un nuovo bacino di deossigenazione di circa 100 m³ → Totale volume RAS 300 m³



- Riduzione dei consumi energetici specifici
- Riduzione dell'apporto di OD generato nel comparto UF in denitrificazione



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

IL PROGETTO E I LAVORI NEL DETTAGLIO

INTERVENTI NELL'ULTRAFILTRAZIONE

- Sostituzione delle membrane filtranti
- Potenziamento delle pompe di permeazione (n.8) a 30 kW/cad
- Installazione nuovo sistema del vuoto ad ciettori per innesco delle tubazioni
- Modifica delle logiche di permeazione e ricircolo



- Innalzamento della potenzialità della linea mantenendo gli stessi spazi e nel rispetto dei limiti allo scarico
- Aumento ridotto dei consumi energetici (mantenimento dell'aerazione in modalità 10/30)



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

IL RIAVVIO DELLA LINEA

FASE 1 – vasche vuote

INOCULO BIOMASSA – 1.200 m³ a 12g/L

(dal depuratore MBR di Montichiari)

ALIMENTAZIONE REFLUO – 200 m³/h

Mantenimento del rapporto F/M del depuratore di provenienza – 0,3+0,4 [kgCOD/kgTSSd]

ATTENZIONE AI VOLUMI A DISPOSIZIONE → IL MIXED LIQUOR DEVE ESSERE PRONTO PER ESSERE FILTRATO E NON CI SONO ALTRE VIE DI USCITA PER I LIQUAMI....

FASE 2 – vasche piene

ALIMENTAZIONE REFLUO E AVVIO ULTRAFILTRAZIONE

Raggiunto il valore obiettivo di 1g/L di MLSS viene attivato il processo di ultrafiltrazione con l'inserimento di 1 treno alla volta sino al raggiungimento di 4g/L di MLSS → controllo continuo del COD all'uscita (<50 mg/L) per minimizzare lo sporcamento repentino delle membrane onde evitare lavaggi chimici durante l'avvio

Fino a circa 800 m³/h su 4 treni di filtrazione → aerazione in modalità 10/10s

FASE 3

ALIMENTAZIONE REFLUO FINO ALLA POTENZIALITÀ MASSIMA

Mantenendo sempre osservati i parametri all'uscita si è giunti alla portata di 2000 mc/h con aerazione in modalità 10/30s

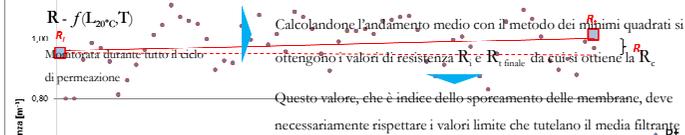
LA FASE DI AVVIO È DURATA IN TOTALE 8 GIORNI CONSECUTIVI E L'IMPIANTO È STATO RIATTIVATO IL 29/04/2016



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

FINE TUNING - 1

FOULING CONTROLLER – procedura di controllo per la gestione delle modalità di aerazione 10/10 e 10/30 delle membrane basata sulla misura in continuo della resistenza totale (Membrana + Cake)



Il nuovo adotto sulle nuove membrane ha porosità efficace più elevata e porta a condizioni di lavoro differenti rispetto a prima → minor resistenza di membrana
→ È indispensabile rimodulare accuratamente i parametri di resistenza limite per i nuovi campi di lavoro

ANOMALIA → Una variazione non coerente della R_t provoca il passaggio dall'aerazione 10/30 a 10/10
Si è riscontrata una discrepanza nella misura di pressione (da cui poi dipendono tutti i calcoli) durante la taratura delle pompe di permeazione.
Una verifica del piping ha evidenziato che il misuratore di pressione risentiva differenzialmente della cinetica di aspirazione poiché più vicino ad una pompa rispetto all'altra.



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

FINE TUNING - 2

Il controllo e regolazione della portata di permeazione è stato spostato dal livello nella vasca di ossidazione al livello nella vasca di ricircolo miscela aerata

→ gestire l'intervallo di regolazione della portata di permeazione sulla base delle variazioni del livello nel ricircolo

La portata trattata dalla linea è **più costante** nelle 24 ore poiché il refluo è equalizzato
Il **mantenimento di flussi e TMP costanti** è da prediligere anche per poterne valutare i trend

SISTEMA DI FILTRAZIONE

LIVELLO RIFERIMENTO	2,80 [m]	Attilissimo livello vasca ricircolo:	2,80 [m]
VASCA RICIRCOLO:	1,91 [m]	Livello massimo linearizzazione da (Q _{max}):	2,00 [m]
		Livello minimo linearizzazione da (Q _{min}):	1,82 [m]
RAPPORTO DI RICIRCOLO:	2,70	Q _{max} :	570 [m ³ /h]
		Q _{min} :	250 [m ³ /h]
Livello stop 4' treno:	1,77 [m]	Livello start 1' treno:	1,73 [m]
Livello start 3' treno:	1,76 [m]	Livello stop 2' treno:	1,72 [m]
Livello stop 3' treno:	1,69 [m]	Livello start 2' treno:	1,68 [m]
Livello stop 2' treno:	1,69 [m]	Livello start 1' treno:	1,68 [m]
Livello 4 treni in standby:	1,65 [m]		

Da qui la scelta di ridurre al minimo l'intervallo Q_{min} - Q_{max} di permeazione per ampliare al massimo l'intervallo di lavoro sul livello del ricircolo stesso

In questo modo le variazioni di livello dovute alla regolazione della portata in ingresso da sollevamento determinano modulazioni contenute della portata di permeazione

Lo stesso scopo si ottiene applicando procedure di **damping** (dell'ordine di qualche secondo) sulle misure ritenute sensibili quali P, Q che indurrebbero altrimenti a variazioni repentine delle regolazioni e dei parametri calcolati



This information was prepared by AZA Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without AZA Ciclo Idrico's prior written consent.

IL COLLAUDO E LE VERIFICHE FUNZIONALI

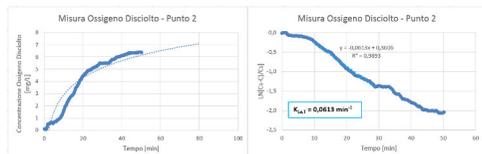
STRALCIO I – SEZIONE BIOLOGICA

Verifica prestazionale del sistema di diffusione dell'aria nel comparto di Ossidazione/Nitrificazione

Rendimento di trasferimento di O₂ minimo richiesto (S.O.T.E.): 28%

Metodo consolidato di verifica di funzionalità – collaudo:

- Prova in condizioni dinamiche, con sospensione della portata influente e di ricircolo mixed liquor (**NON trascurabile apporto di OD...**)
- Valutazione della curva di ri-ossigenazione
- Determinazione del coefficiente di trasferimento dell'ossigeno K_{L,a,T}



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

IL COLLAUDO E LE VERIFICHE FUNZIONALI

STRALCIO I – SEZIONE BIOLOGICA

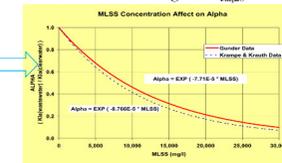
Verifica prestazionale del sistema di diffusione dell'aria nel comparto di Ossidazione/Nitrificazione

Rendimento di trasferimento di O₂ minimo richiesto (S.O.T.E.): 28%

Metodo consolidato di verifica di funzionalità – collaudo:

- Determinazione del coefficiente di trasferimento dell'ossigeno K_{L,a,20}

$$K_{L,a,20} = \frac{K_{L,a,T}}{1,024^{(T-20)}} \cdot \frac{1}{\alpha}$$



- Determinazione della capacità di trasferimento dell'ossigeno in condizioni standard e della corrispondente portata d'aria con valore di S.O.T.E. di primo tentativo
- Per iterazione si individua S.O.T.E. del sistema (Qaria misurata in campo = Qaria da calcolo)
- S.O.T.E. > 30%



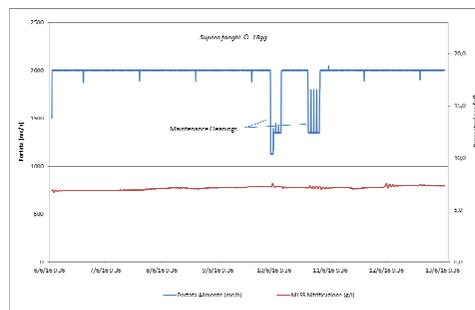
This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

IL COLLAUDO E LE VERIFICHE FUNZIONALI

STRALCIO II – SEZIONE ULTRAFILTRAZIONE

Performance Test

Mantenimento della portata massima di design (2000 m³/h) per 7 giorni consecutivi con rispetto del limite di TSS allo scarico di 5 mg/L.



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

PRIMI RISCONTRI GESTIONALI

Punto di attenzione: concentrazione di NO₃ allo scarico della Linea MBR al limite

(condizioni estive!)



si ricorda comunque che il depuratore di Verzano deve rispettare nel suo complesso – quindi dalla miscelazione degli scarichi delle tre linee depurative – per **Ntot** il valore di **10 mg/L** sulla media annuale dei campioni di Controllo effettuati.



Studio in corso per valutare miglioramento della deossigenazione del fango di ritorno dall'UF in denitrificazione (miglioramento dell'idrodinamica della nuova vasca di deossigenazione?)

Necessità di deconcentrare il fango in UF vs Ottimizzare la resa di denitrificazione



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

PRIMI RISCONTRI GESTIONALI

Inoltre effettuati studi al fine di:

- ▶ **verificare la correlazione** tra il deperimento della resa di denitrificazione e le attività effettuate in impianto (p.e. gestione della vasca di equalizzazione in testa impianto, disidratazione dei fanghi con relativo ritorno in testa impianto di sovraccarichi di azoto ammoniacale, portate trattate dalla Linea B)
- ▶ **caratterizzare la qualità del refluo in ingresso** (sCOD e rbCOD) e tracciare un profilo della concentrazione dei nitrati in varie sezioni della denitrificazione



- Non esiste una correlazione attendibile tra nitrati allo scarico Linea B e attività di gestione effettuate in impianto
- All'inizio della denitro ritorno di ossigeno disciolto proveniente dalla sezione di UF mentre nelle sezioni terminali della denitro si ha un'azione limitante scarsità di carbonio rapidamente biodegradabile

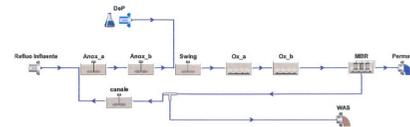


This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

PRIMI RISCONTRI GESTIONALI

Soluzione a basso impatto per aumentare la volumetria della sezione di denitrificazione:

- ▶ temporizzare l'apertura della valvola sul collettore principale che fornisce l'aria ad una delle vasche di ossidazione/nitrificazione Linea MBR
- ▶ processo in tale sezione trasformato in denitrificazione/nitrificazione, con aerazione intermittente
- ▶ miscelazione del fango effettuata per mezzo della naturale turbolenza generata dalle particolari condizioni idrodinamiche dalla vasca e dall'aria pulsata (NO installazione di nuova elettromeccanica - mixer), che per un certo numero di minuti all'interno del ciclo di denitrificazione viene fornita dall'apertura della valvola stessa



Modellazione matematica (BioWin®) per la verifica delle tempistiche di apertura della valvola e valutazione preventiva dei risultati ottenibili in diverse condizioni di processo



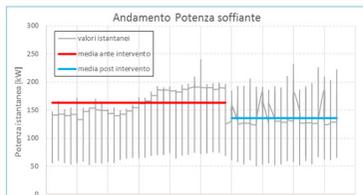
This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

PRIMI RISCONTRI GESTIONALI

Soluzione a basso impatto per aumentare la volumetria della sezione di denitrificazione:

Risultati ottenuti

- ▶ Ammoniaca mantenuta sempre sotto il limite di rilevanza del metodo
- ▶ Concentrazione media N_{tot} post intervento **6,5 mg/L**
- ▶ Riduzione concentrazione N_{tot} - **32,6%**
- ▶ Intermittenza aerazione riduzione dei consumi di energia elettrica **-17%**



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.

CONCLUSIONI

Necessità di potenziare l'impianto e di ristrutturare la linea MBR

STRALCIO I: interventi sezione biologica (interventi generali sui ds, mixer denitro, sistema diffusione aria ossidazione, stazione pompaggio ricircolo mixed liquor, nuova vasca deossigenazione)
STRALCIO II: modifica delle logiche di permeazione e ricircolo, sostituzione cassette membrane (+11% superficie filtrante, +21% portata trattabile)

Collaudo e verifiche funzionali:

- ▶ **Nuovo sistema di fornitura ossigeno nella sezione di ossidazione/nitrificazione**
 - Prova di ri-ossigenazione (metodo consolidato)
 - S.O.T.E. minima richiesta da Specifiche tecniche 28%



Sezione di UF

Performance Test: mantenuta la portata massima di design (2000 m³/h) per 7 giorni consecutivi, con rispetto del limite di TSS allo scarico di 5 mg/L.



Punti di attenzione:

- posizionamento strumenti,
- campionamento misure controllo processo (damping),
- attività di fine tuning riguardanti sia i parametri di resistenza limite per i nuovi campi di lavoro sia la regolazione della portata di permeazione sulla base delle variazioni del livello nel ricircolo.

Efficienza rimozione Azoto totale in denitrificazione



AERAZIONE INTERMITTENTE N_{tot} -32%
RIDUZIONE CONSUMI EE -17%

Comparto UF **NON** può essere trattato come sezione a sé stante, ma deve esserci una visione integrata con le altre sezioni di trattamento, sia in fase progettuale che gestionale (alfa, SOTE, gestione ricircolo, rendimento pompaggi per viscosità, rese di denitrificazione ...)



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Luca Massafra
A2A Ciclo Idrico SpA
luca.massafra@a2a.eu



This information was prepared by A2A Ciclo Idrico and it is not to be relied on by any 3rd party without A2A Ciclo Idrico's prior written consent.