

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

*Corso di Laurea Specialistica in
“Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio”
Classe delle Lauree Specialistiche in Ingegneria Civile e Ambientale N°38S*

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica e Ambientale

Sommario della Tesi di Laurea

Valutazione di un bioreattore a membrana con pretrattamento anaerobico per il riuso di effluenti dell’industria tessile

RELATORE

Ch.mo Prof. Ing. Francesco Pirozzi

CANDIDATA

Daniela Piscitelli

Matr. 324/138

CORRELATORI

Ing. Davide Mattioli

Dott.ssa Selene Grilli

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

L'industria tessile europea è, insieme con i settori chimico, cartario ed agroalimentare, responsabile di notevoli consumi di acqua ed è oggetto del progetto di ricerca Aquafit4use di cui l'Enea è uno dei partner. L'attività sperimentale qui presentata è stata svolta presso i laboratori dell'Enea di Bologna, nell'ambito delle attività di tale progetto. L'oggetto della sperimentazione è stata la valutazione di un processo di depurazione da applicare agli scarichi provenienti dall'industria tessile allo scopo del loro riutilizzo nel ciclo produttivo. In particolare lo studio si è concentrato su di un sistema biologico che combina un pretrattamento di biofiltrazione anaerobica, con un bioreattore a membrana (MBR) anossico/aerobico per la denitrificazione e la rimozione della sostanza organica. Nei processi tessili, la membrana consente di lavorare con maggiori concentrazioni di biomassa, rispetto a quelle gestibili con sedimentatore, e la filtrazione finale è imprescindibile per tutelare i macchinari e per garantire la qualità del prodotto finito. Il pretrattamento anaerobico è stato introdotto allo scopo di migliorare la biodegradazione dei coloranti ed a valle del trattamento A2O-MBR è stato previsto un trattamento di nano filtrazione (NF). L'attività sperimentale su impianto in scala da banco (figura 1) ha avuto una durata complessiva di circa 4 mesi. Il trattamento è stato valutato in termini di rimozioni ottenute, qualità dei permeati e considerazioni generali sulla fattibilità tecnica del processo.

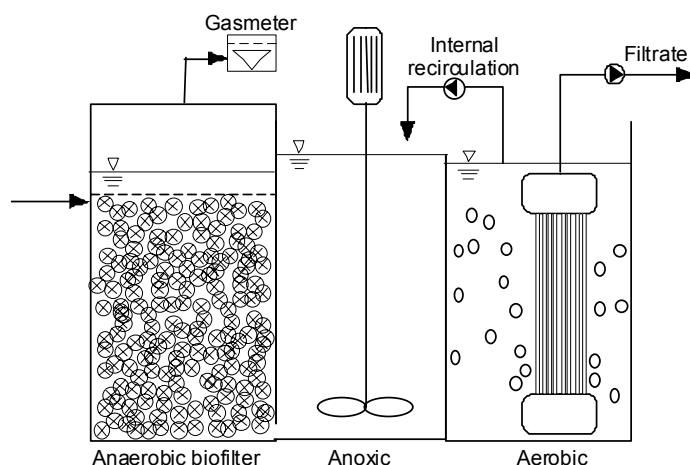


Figura 1. schema dell'impianto A2O-MBR

In una fase sperimentale precedente, l'impianto aveva evidenziato notevoli efficienze di abbattimento di sostanza organica e colore su reflui tessili sintetici. Nella sperimentazione oggetto della tesi, l'impianto è stato avviato con refluo sintetico e successivamente è stato alimentato con effluenti reali. Prima di incominciare a funzionare in modo stabile e con buone efficienze di rimozione anche su reflui reali,

l'impianto ha richiesto un periodo di circa due mesi di acclimatazione della biomassa ai reflui reali aziendali. Passato questo periodo le efficienze di rimozione sono andate progressivamente aumentando raggiungendo nell'ultimo periodo sperimentale valori superiori al 90% per il colore (figura 2) e la sostanza organica (figura 3), al 95% per l'azoto ammoniacale (figura 4) e all'80% circa per l'azoto nitrico. Inoltre, come atteso, solidi sospesi e torbidità sono rimossi in modo pressoché totale.

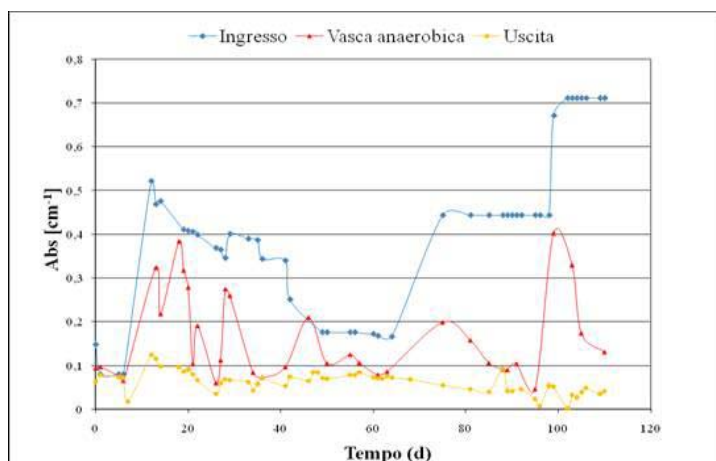


Figura 2 Rimozione del colore

Analizzando separatamente le rimozioni delle diverse sezioni dell'impianto si è evidenziato come il contributo maggiore alla rimozione del colore venga dal pretrattamento di biofiltrazione anaerobica.

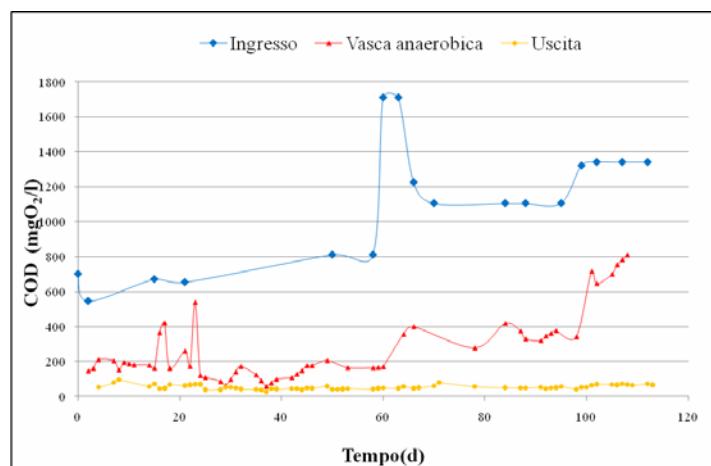


Figura 3 Rimozione della sostanza organica

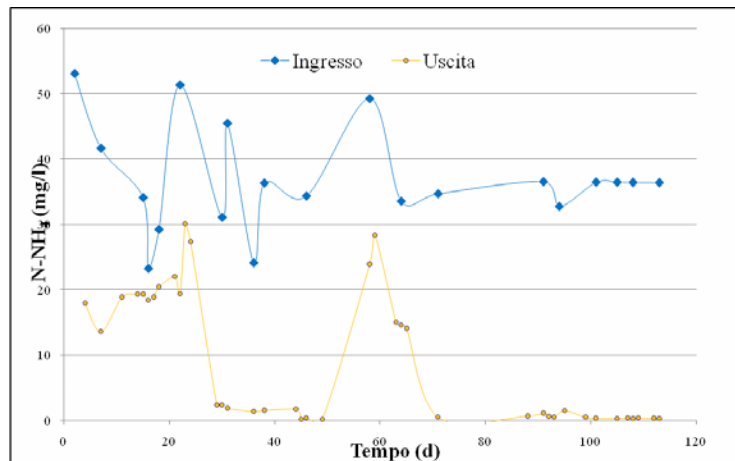


Figura 4 Rimozione dell'azoto ammoniacale

Nella prima parte della sperimentazione il processo di nitrificazione si è rivelato molto sensibile all'effetto inibente dei reflui tessili e in due occasioni è stato necessario introdurre nuova biomassa nitrificante per mantenere l'attività. Nel secondo periodo invece, a seguito della migliore acclimatazione, la nitrificazione è stata pressoché completa e molto stabile.

La membrana del reattore MBR, immersa in vasca aerobica con concentrazione di solidi sospesi totali fino a 10 g/L, non ha evidenziato problemi di intasamento significativi ed il controlavaggio operato quotidianamente ha consentito il recupero delle prestazioni in misura considerevole.

La qualità degli effluenti finali ottenuti (figura 5), sulla base del confronto con valori guida desunti dalla letteratura scientifica, è risultata idonea al riutilizzo per tutti i parametri dei contaminanti considerati ad esclusione del colore.



Figura 5. esempi di campioni ottenuti a seguito dei trattamenti: (da sinistra) refluo aziendale, effluente A2O-MBR e permeato NF

I campioni sono comunque stati inviati all'azienda tessile da cui provenivano i reflui, per l'effettuazione di test di laboratorio sui processi produttivi aziendali, allo scopo di verificare l'effettiva idoneità al riuso. Questi test hanno prodotto risultati positivi per la maggior parte dei campioni.

Per ulteriore affinamento del refluo in previsione del riutilizzo è stato inoltre valutato sperimentalmente un post-trattamento di nanofiltrazione e sono state riscontrate rimozioni medie di circa il 50% per la sostanza organica e del 60% per il colore.

Anche i permeati di nanofiltrazione sono stati sottoposti ai test di riuso da parte dell'azienda tessile con risultati positivi.

In conclusione, allo scopo di valutare il processo di riuso ed i suoi impatti sul ciclo idrico dell'azienda, sono stati calcolati i bilanci di materia per i principali contaminanti, nel caso di realizzazione in piena scala di trattamento e riuso delle acque reflue.

Sono stati valutati tre differenti scenari di riutilizzo. In tutti e tre gli scenari è prevista la raccolta separata degli scarichi di tre macchine identificate come più inquinanti. Per questi scarichi non è stato valutato uno specifico trattamento. Per gli scarichi degli altri macchinari, dopo miscelazione, la tecnologia valutata per il trattamento è A2O-MBR seguita eventualmente dal post-trattamento di nanofiltrazione, in accordo con i risultati sperimentali ottenuti. I tre scenari differiscono tra loro per la quantità di refluo in uscita dall' A2O-MBR che viene inviata al post-trattamento di nanofiltrazione prima del riuso. Tale quantità è nulla nel primo scenario, che quindi prevede il riuso dell'effluente di A2O-MBR senza post-trattamento, totale nel secondo e del 50% nel terzo. Le rimozioni considerate in tutti gli scenari sono state dedotte dai risultati dell'attività sperimentale e ridotte di un coefficiente di sicurezza. L'analisi ha portato a concludere che una miscela di effluente dopo trattamento di A2O-MBR e di effluente dopo post-trattamento di NF in uguali proporzioni (terzo scenario) è in grado di assicurare una qualità dell'acqua idonea in alimento ai processi produttivi e di prevedere i minori costi di investimento e soprattutto di esercizio.