

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
“ FEDERICO II ”**



**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA  
IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE*

**ELABORATO DI PROVA FINALE:**

***Trattamento di composti xenobiotici  
in un impianto MBR:  
Indagine sperimentale sulle efficienze depurative  
conseguibili.***

**Relatori**

Prof. Ing. Giuseppe D'Antonio  
Prof. Ing. Fabbricino Massimiliano  
Correlatore Ing. Luca D'Antonio

**Candidato**

Rosanna Forte  
Matricola 518/008

**Anno Accademico 2009 – 2010**

## ***ABSTRACT***

Nell'ultimo secolo l'enorme numero di composti chimici è aumentato di pari passo con il progressivo sviluppo industriale e con la diffusione di un'agricoltura di tipo intensivo. Sebbene il loro utilizzo abbia portato a raggiungere un progresso tecnologico in tutti i campi di applicazione ed un conseguente miglioramento della qualità della vita umana, la loro diffusione incontrollata ha un notevole impatto sull'ambiente.

Nei corpi idrici viene rilevata, in misura sempre più consistente e frequente, la presenza di composti xenobiotici, che vi pervengono attraverso sia scarichi non depurati che tramite gli effluenti degli impianti di depurazione. Queste sostanze, essendo poco sensibili all'azione spontanea dei microrganismi, persistono a lungo termine nell'ambiente, con possibili gravi danni ai diversi comparti, anche in presenza di modesti valori di concentrazione.

In vista delle nuove proposte inquinanti a cui far fronte, sono state introdotte significative innovazioni nel campo del trattamento delle acque reflue, con la messa a punto di nuovi sistemi, in grado di consentire l'ottenimento di più elevati rendimenti depurativi, in linea con i limiti stabiliti dalle più recenti Direttive Comunitarie in materia (271/91 e 676/91), recepite nell'ordinamento giuridico nazionale prima con il Decreto Legislativo 152/1999 e poi con il Decreto Legislativo 152/2006. Tali norme hanno modificato l'approccio alla disciplina degli scarichi, imponendo limiti più restrittivi, allo scopo di raggiungere l'obiettivo di qualità ambientale del corpo idrico recettore.

La nuova prospettiva richiede processi di depurazione più efficaci e completi rispetto ad un convenzionale processo a fanghi attivi, che ha spinto la comunità scientifica a ricercare una tecnologia alternativa per la depurazione biologica dei liquami.

I reattori biologici a membrana (Membrane Biological Reactor, MBR) sono stati

recentemente proposti come innovazione tecnologica praticabile, in quanto risultano essere una combinazione dei processi a fanghi attivi con un sistema di filtrazione a membrana. Tra le tecniche di trattamento e controllo dei composti farmaceutici, particolare interesse destano quelle biologiche; la loro applicazione va, tuttavia, verificata, valutando aspetti quali: le caratteristiche di biodegradabilità dei composti stessi, le efficienze di rimozione conseguibili con i sistemi convenzionali, la possibilità di applicazione di sistemi di trattamento innovativi. Ulteriori problematiche di rilevante importanza rientra anche l'individuazione di una potenziale attività inibitoria che i composti farmaceutici possono avere sui microrganismi operanti la biodegradazione.

Tenendo conto delle considerazioni appena fatte, malgrado alcuni aspetti negativi, la tecnologia MBR si è dimostrata in grado di soddisfare diverse richieste depurative dai comuni reflui domestici, a quelli industriali, tessili, farmaceutici e quanto altro.

L'obiettivo principale del presente lavoro di tesi è stato quello di stimare l'efficienza depurativa di un impianto MBR nei confronti di sostanze presenti in molte specie farmaceutiche, in particolare si è valutata la degradazione biologica di un componente appartenente alla classe dei composti xenobiotici: il para-nitrofenolo.

La scelta dell'inibente è ricaduta sul Paranitrofenolo in quanto, è una sostanza presente in molti composti farmaceutici, appartiene alla categoria dei maggiori inquinanti ed è difficilmente biodegradabile. Il para-nitrofenolo è impiegato nella fabbricazione di farmaci, droghe, esplosivi, insetticidi, pesticidi e fertilizzanti. per i quali l'applicazione della tecnologia MBR viene vista con grande interesse.

Durante l'attività sperimentale, condotta su un impianto pilota, in dotazione, al gruppo di ricerca operante presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale (DIGA) della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, si è

tentato di dare un maggiore contributo alle capacità depurative di sistema MBR, approfondendo l'indagine sulla rimozione di composti chimici considerati nella classe degli inquinanti emergenti.



*Figura 1 Impianto pilota*

La sperimentazione è stata suddivisa in due periodi, caratterizzati da due diverse condizioni ambientali e di adattamento della massa microbica presente, una prima fase eseguita in assenza del composto inquinante (paranitrofenolo) in cui si è cercato di raggiungere le migliori condizioni operative e funzionali per l'impianto, e in una fase successiva, in cui è stata valutata la risposta della biomassa presente all'interno del sistema, e quindi, dell'efficienza depurativa, alle brusche variazioni apportate alle condizioni operative, a causa dell'immissione di paranitrofenolo nel refluo di ingresso.

La valutazione del sistema depurativo è avvenuta tramite l'analisi dei parametri chimico - fisici caratterizzanti il processo biologico, e in base alla fattibilità gestionale resa dall'impianto durante il trattamento. Le prove condotte hanno consentito di rilevare che gli impianti MBR offrono elevati rendimenti depurativi, anche in condizioni non standard,

cioè nel caso specifico in cui l'influenza è caratterizzato dalla presenza di composti sintetici, quali il Paranitrofenolo. Le difficoltà gestionali dell'impianto incontrate in presenza di paranitrofenolo, sono da associare al tempestivo incremento della pressione transmembranica a causa del fouling formatosi sulle stesse membrane, quindi la necessità di un lavaggio delle membrane più frequente. Si è mostrata dunque, l'importanza di una buona gestione dell'impianto e di un appropriato sistema di controllo del funzionamento di un MBR, in quanto, una scorretta manutenzione dello stesso ha portato all'emissione di alcuni campioni di effluente ad alto contenuto di paranitrofenolo, riscontrato attraverso le analisi condotte in laboratorio.

In prospettiva delle possibili difficoltà che il paranitrofenolo avrebbe potuto comportare alla massa microbica, condizionando le stesse capacità depurative dell'impianto, con questa sperimentazione si è dimostrato che la crescita strutturale dei fiocchi che si formano in impianti MBR, costituiti da specie microbiche che vengono a selezionarsi in base alle effettive capacità di adattamento e alle condizioni operative che si instaurano nel reattore, non sono state influenzate da alcuna attività inibitoria. Tutto ciò ha permesso di concludere l'indagine sperimentale con ottimi risultati in termini di depurazione.

Si può concludere affermando che, grazie all'elevata efficienza depurativa della tecnologia MBR, si arriverà in un prossimo futuro a riutilizzare gran parte dell'acqua depurata, senza ricorrere ad ulteriori trattamenti e chiudendo compiutamente il ciclo della risorsa idrica che, con il passare degli anni, diventerà un ricchezza non più infinita per l'intera umanità.