

**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 TESI

**Ottimizzazione dei processi a fanghi attivi mediante
l'impiego degli impianti MBR**

Relatore
Prof. Ing. GIANPAOLO ROTONDO

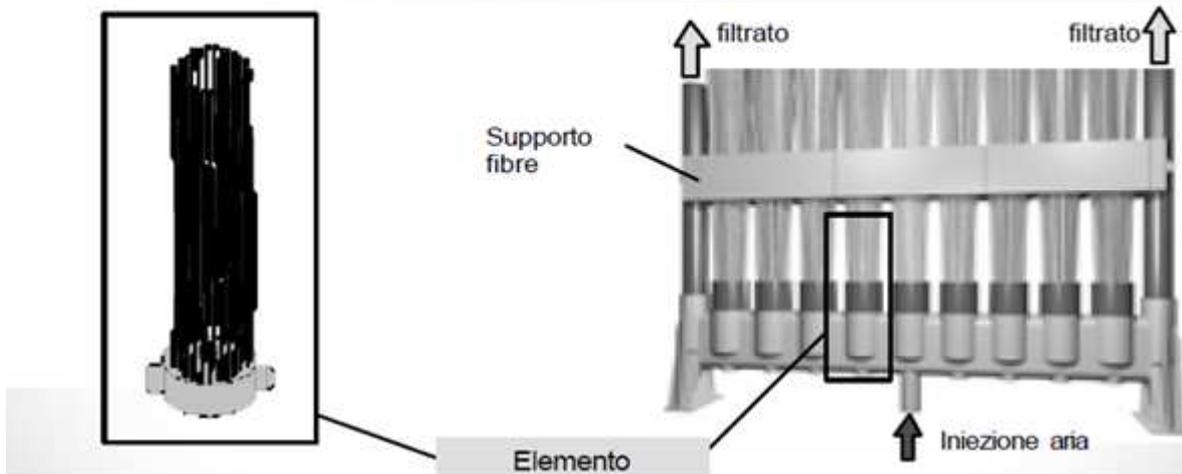
Candidato
MIRKO ONORATO
matricola 518/572

Abstract

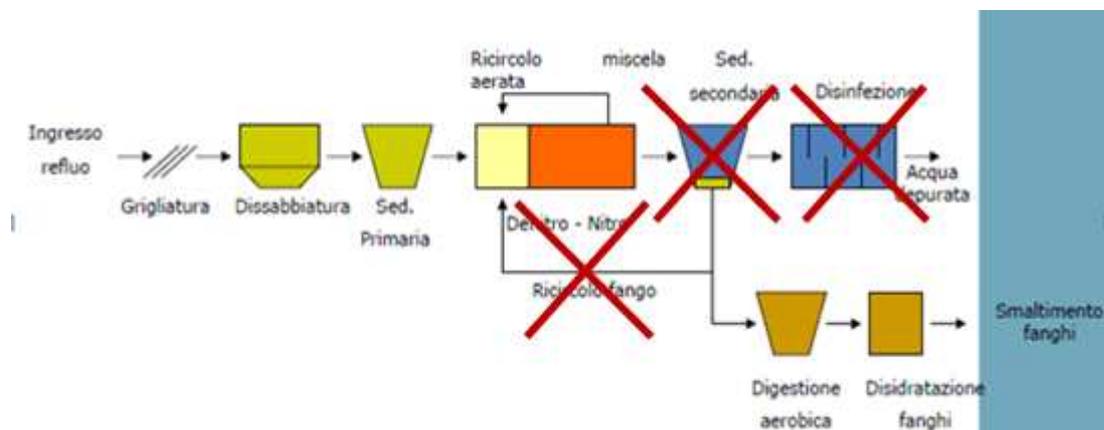
Direttive comunitarie sempre più attente alla salvaguardia del patrimonio idrico hanno portato, negli ultimi anni, ad un'evoluzione molto rapida della normativa italiana in materia di acque reflue e, di conseguenza, assumono una notevole importanza i bioreattori a membrana. Il DM del 12 Giugno 2003, n. 185, ha fissato le norme per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'art. 26, comma 2, del DL 152/99. Per poter riutilizzare l'acqua per uno qualsiasi degli scopi previsti dalla 185/03, è necessario un alto grado di qualità, sia dal punto di vista igienico-sanitario che per la rimozione delle sostanze inquinanti e tossiche. L'impianto MBR nasce con l'intento di soddisfare a pieno tali normative, garantendo una purezza del liquame senza eguali. Grazie all'elevato grado di purezza chimica, fisica e batteriologica del permeato (liquame trattato), il suddetto reattore permette il riutilizzo dell'acqua depurata per altre applicazioni e quindi di compiere un effettivo riciclo. Il tradizionale processo a fanghi attivi, concepito per l'abbattimento della sostanza organica putrescibile, per opera di batteri in apposite vasche di ossidazione, si presenta poco flessibile di fronte le eventuali variazioni di portata del liquame; inoltre, lo stesso processo risulta lento nel degrado organico. L'introduzione delle membrane, nelle convenzionali vasche di ossidazione, consente il superamento dei limiti posti dal sistema precedente. Le membrane si presentano come fasi sottili usualmente eterogenee, composte da materiali naturali o sintici, organici o inorganici; sono dotate di capacità selettiva e quindi in grado di sottrarre parte o la totalità degli inquinanti in soluzione.

L'elaborato pone particolare attenzione sulle membrane a fibre cave Puron, brevettate dalla Koch Membrane System, capaci di fluttuare liberamente nel fango come alghe marine. Si presentano come fasci tubolari in PVDF che nell'insieme vanno a comporre una configurazione modulare; ogni singolo tubo presenta un diametro di circa 2,5 mm ed un'elevata resistenza meccanica.

Configurazione modulare



La filtrazione, in modalità esterno/interno, sostituisce la tradizionale separazione fango-acqua per sedimentazione, consentendo la combinazione del tradizionale processo a fanghi attivi con il trattamento terziario della disinfezione. Eliminare la decantazione significa fare a meno del sedimentatore statico a valle della vasca di ossidazione, oltre che del ricircolo del fango e della vasca di disinfezione. Un primo vantaggio lo si riscontra quindi in una notevole riduzione dell'impianto tradizionale (di circa il 60%), ottenendo un impianto meno ingombrante e dal minore impatto ambientale. Un sistema MBR, a parità di portata, necessita quindi di solo un terzo della superficie utile ad un impianto convenzionale.



Ulteriore vantaggio lo si riscontra nell'economia dei materiali, risparmiando nei costi derivanti dalla realizzazione delle opere civili. Eliminare la separazione per sedimentazione significa anche non dipendere più dalla velocità della stessa. Il fiocco di fango viene infatti completamente trattenuto dalla membrana microfiltrante/ultrafiltrante (con dimensione dei pori compresa tra $0.05-0.4 \mu m$). In questo modo, il sistema MBR consente di mantenere elevate le concentrazioni cellulari all'interno del bioreattore con la conseguente genesi di molteplici specie di microorganismi (aumento dell'età del fango). Maggiori specie presenti si traducono in reazioni di degradazione organica più rapida, con conseguente fango di supero trascurabile; inoltre, diventa possibile trattare concentrazioni di solidi sospesi molto maggiori rispetto il sistema normale.

In funzione della porosità della membrana distinguiamo: la **microfiltrazione** (pori dai $0.01 \mu m$ ai $20 \mu m$ circa), e l'**ultrafiltrazione** (pori dai $0.002 \mu m$ ai $0,05 \mu m$ circa); per la prima vengono adoperate pressioni di esercizio di poco superiori ad 1 bar, mentre per la seconda si raggiungono anche i 10 bar. Combinando micro ed ultrafiltrazione si ottiene una depurazione senza eguali, con un refluo depurato non solo nella totalità dei solidi sospesi ma anche a livello batteriologico; di conseguenza si ottiene un permeato riciclabile e riutilizzabile per attività di vario genere (l'irrigazione dei campi è un esempio). In alternativa sussiste l'**osmosi inversa** che con pressioni di esercizio elevatissime, in grado di raggiungere anche i 70 bar, si ottiene il passaggio del liquame da una soluzione più concentrata ad una meno concentrata. In tal caso vengono adoperate membrane la cui porosità varia dai $0,004 \mu m$ ai $0,01 \mu m$ per le quali è garantita una rimozione dei sali fino al 99,6% e la rimozione completa dei materiali organici. In conclusione, un impianto MBR consente:

- **un impianto estremamente compatto** con una riduzione mediamente del 60 %;

- **l'eliminazione totale dei solidi sospesi ed il trattamento di concentrazioni di fango notevoli** (MLSS fino a 20.000 mg/l , contro i 4.000 degli impianti tradizionali);

- **elevata qualità dell'acqua e riutilizzo della stessa**, assicurata dall'assenza di patogeni nocivi per la salute umana e non.