

Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering

M.Sc. degree thesis ABSTRACT

Nitrogen removal in low pH and heavy metal contaminated mine wastewaters

Supervisors:



Prof. Ing. Francesco Pirozzi
Department of Civil, Architectural
and Environmental Engineering
University of Napoli “Federico II”
Napoli, Italy

Student:

Francesco Di Capua, *B.Sc.*



Prof. Jaakko Puhakka
Department of Chemistry and Bioengineering
Tampere University of Technology
Tampere, Finland

Assistant supervisor:

Dr. Ing. Stefano Papirio

Le acque reflue derivanti da processi di estrazione e lavorazione mineraria e dal drenaggio di condotti minerari sono generalmente caratterizzate da bassi valori di pH e alte concentrazioni di metalli pesanti. Inoltre, l'uso di agenti esplosivi contribuisce alla diffusione di ammonio (NH_4^+) e nitrati (NO_3^-) nelle acque sotterranee e superficiali con conseguente rilascio di gas quali N_2 , NH_3 , N_2O , NO and NO_2 , prodotti dalla detonazione degli esplosivi. I nitrati costituiscono una fonte di nutrienti per le piante acquatiche. Se scaricati in elevate concentrazioni, essi favoriscono la proliferazione algale, causando fenomeni di eutrofizzazione nelle acque dei corpi recettori. La maggior parte dei metalli sono inquinanti tossici e non biodegradabili, i quali se introdotti nella catena alimentare, possono essere assorbiti dagli organismi viventi, tra cui l'uomo. I processi di nitrificazione e di denitrificazione biologica sono attualmente largamente utilizzati in sostituzione dei processi tradizionali. Entrambi possono essere realizzati in bioreattori caratterizzati da diverse configurazioni, come ad esempio i reattori a letto fluidizzato (FBR) e i bioreattori a membrana (MBR). Gli FBR si sono rivelati molto efficienti per la depurazione dei reflui acidi di miniera (AMD), grazie alla loro elevata resistenza agli inibitori e alla capacità di neutralizzare l'acidità del refluo influente. L'uso degli MBR nel campo della depurazione delle acque è cresciuto notevolmente negli ultimi anni. I vantaggi degli MBR rispetto ai processi di trattamento convenzionali includono le piccole dimensioni, l'elevata purezza degli effluenti, una buona capacità di disinfezione, un carico volumetrico maggiore e una minore produzione di fango.

Il seguente studio ha l'obiettivo di sviluppare i processi di nitrificazione e denitrificazione di effluenti sintetici caratterizzati da bassi valori di pH e da basse concentrazioni di metalli pesanti.

Tre FBR in scala di laboratorio sono stati eserciti per 539 giorni. I reattori sono stati sottoposti a diverse temperature e tempi di ritenzione idraulica (HRT) e adoperati per la denitrificazione di influenti caratterizzati da differenti valori di pH e concentrazioni di nichel. Il DFBR1 è stato esercito a 7-8°C, mentre DFBR2 e DFBR3 a temperatura ambiente (22°C). Il DFBR3 è stato utilizzato unicamente per lo sviluppo della biomassa destinata agli esperimenti batch. Negli esperimenti batch la denitrificazione è risultata inibita allorché è stato utilizzato un pH iniziale uguale a 3 (Figura 1).

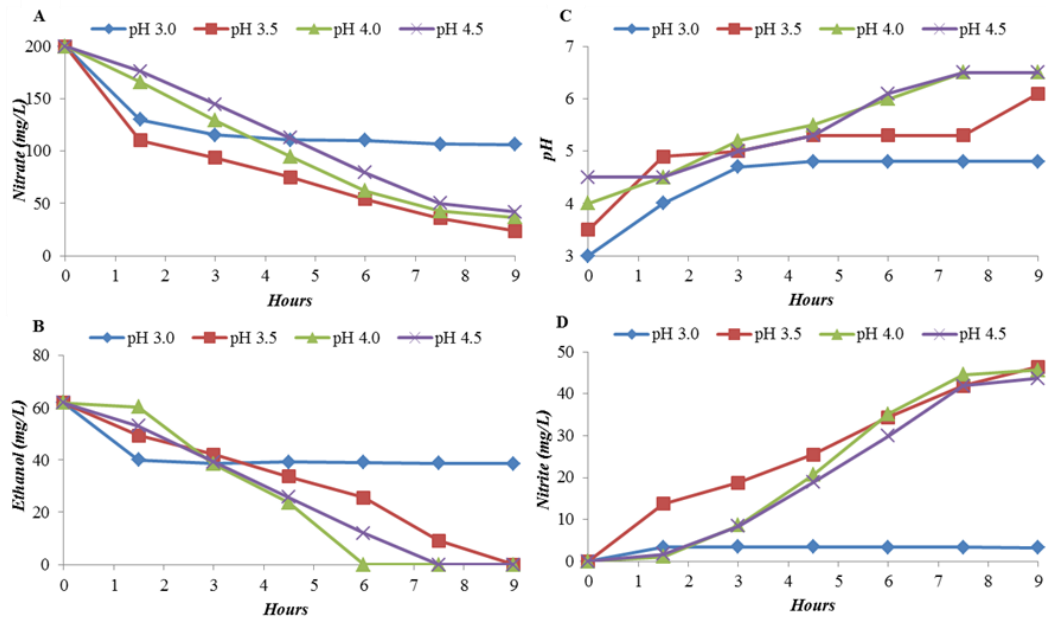


Figura 1 – Effetti del pH iniziale sulla riduzione dei nitrati (A), sull’ossidazione dell’etanolo, sul’evoluzione del pH del sistema (C) e sull’accumulo di nitriti (D).

Gli FBR, al contrario, quando alimentati da un rapporto etanolo/nitrati doppio rispetto a quello stechiometrico, sono stati capaci di neutralizzare un pH in ingresso uguale a 2.5 e di completare la denitrificazione ad entrambe le temperature (Figura 2).

Sono stati studiati gli effetti di metalli pesanti quali nichel e ferro sul processo di denitrificazione. Negli esperimenti batch concentrazioni di nichel pari a 50 mg/L e 100 mg/L hanno diminuito la resa della denitrificazione rispettivamente del 18% e del 65% a pH 7. Una concentrazione di nichel pari a 5 mg/L nei DFBR ha prodotto una diminuzione del pH senza ridurre l’efficienza di rimozione dei nitrati (Figura 3). Basse concentrazioni di ferro disciolte in soluzione (circa 1 mg/L) hanno mostrato un effetto stimolante sulla denitrificazione, aumentando la rimozione dei nitrati e riducendo l’accumulo dei nitriti (Figura 4).

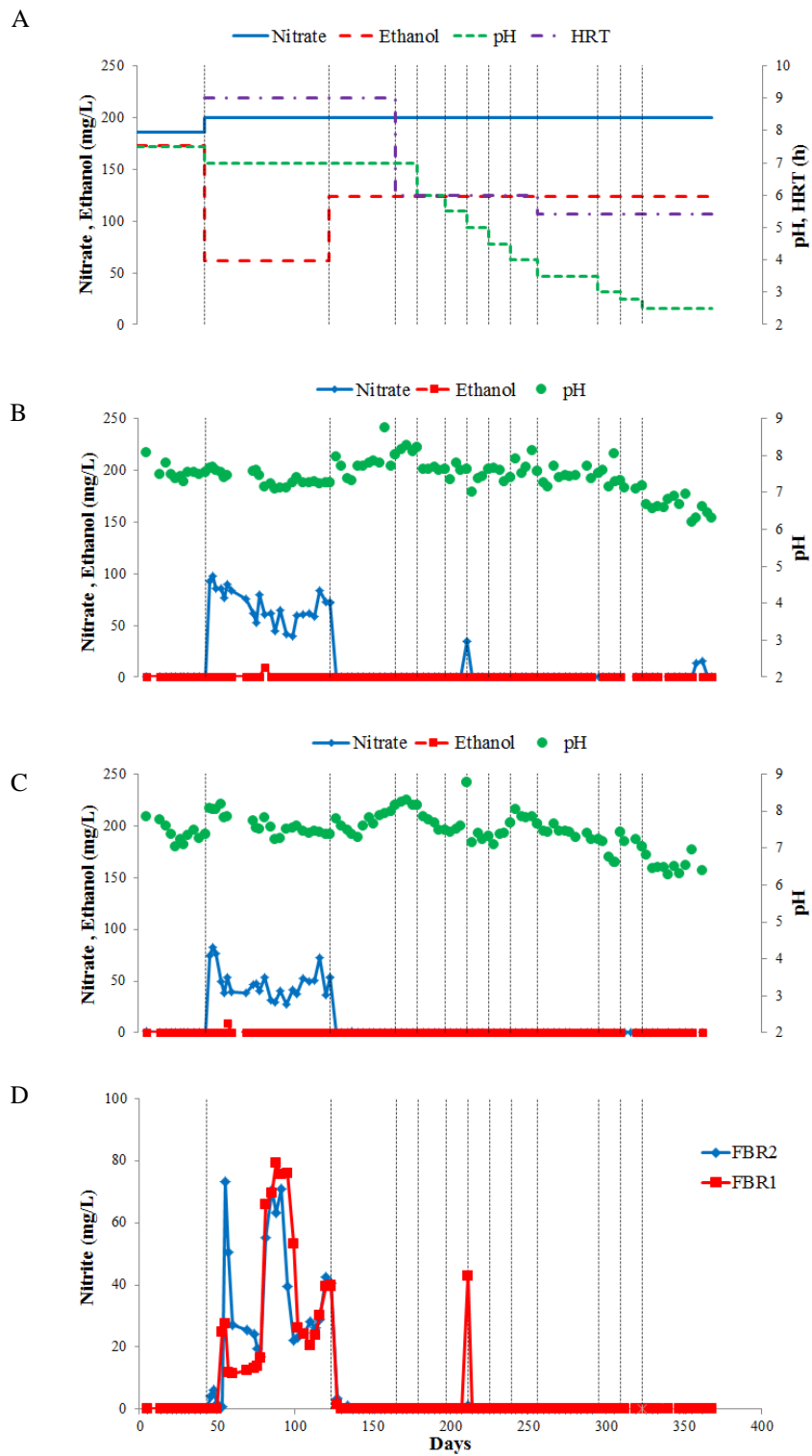


Figura 2 – Condizione operative (A) e prestazioni (B-C-D) dei DFBR1-2.

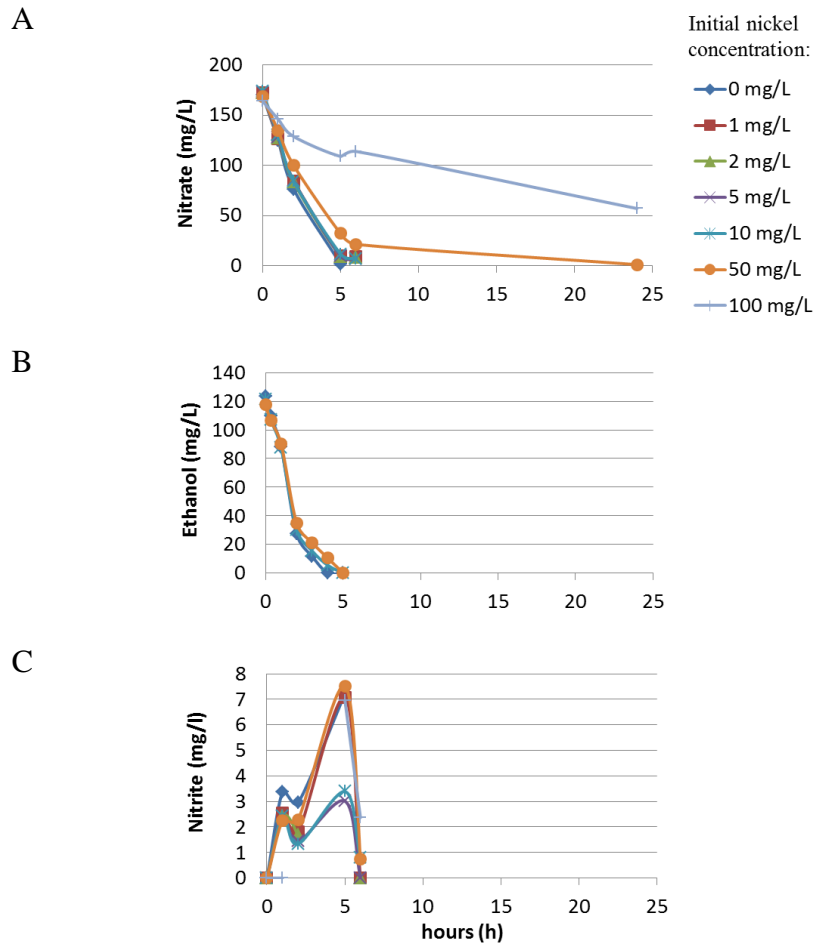


Figura 3 - Andamento delle concentrazioni di nitrati (A), nitriti (C) ed etanolo (B) durante gli esperimenti batch sulla tossicità del nickel in denitrificazione.

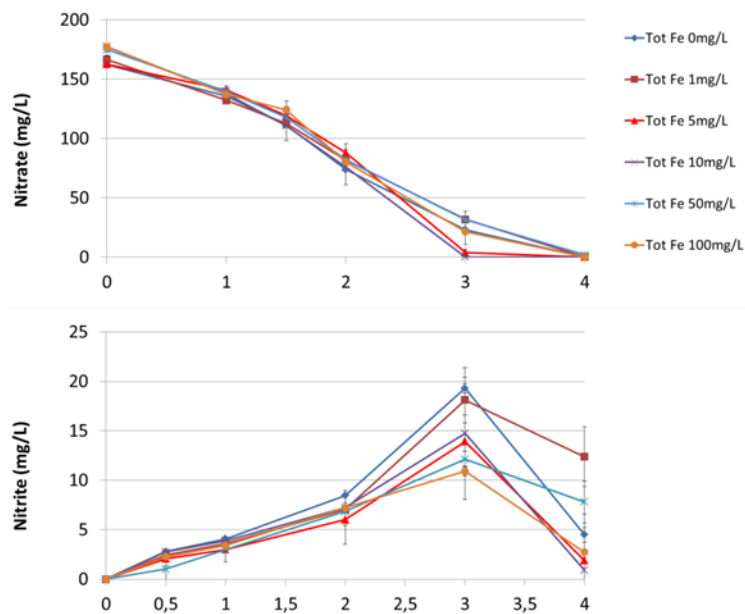


Figura 4 – Rimozione dei nitrati e accumulo di nitriti negli esperimenti batch sulla tossicità del ferro.

Entrambe le tipologie di reattori presentate (FBR e MBR) sono state adoperate per la nitrificazione biologica a 21°C per 236 e 206 giorni, rispettivamente. L'ammonio presente nell'influente (100 mg/L) è stato ossidato in nitrati con rendimenti intorno al 78% nell'NFBR e al 76% nell'NMBR (Figura 5).

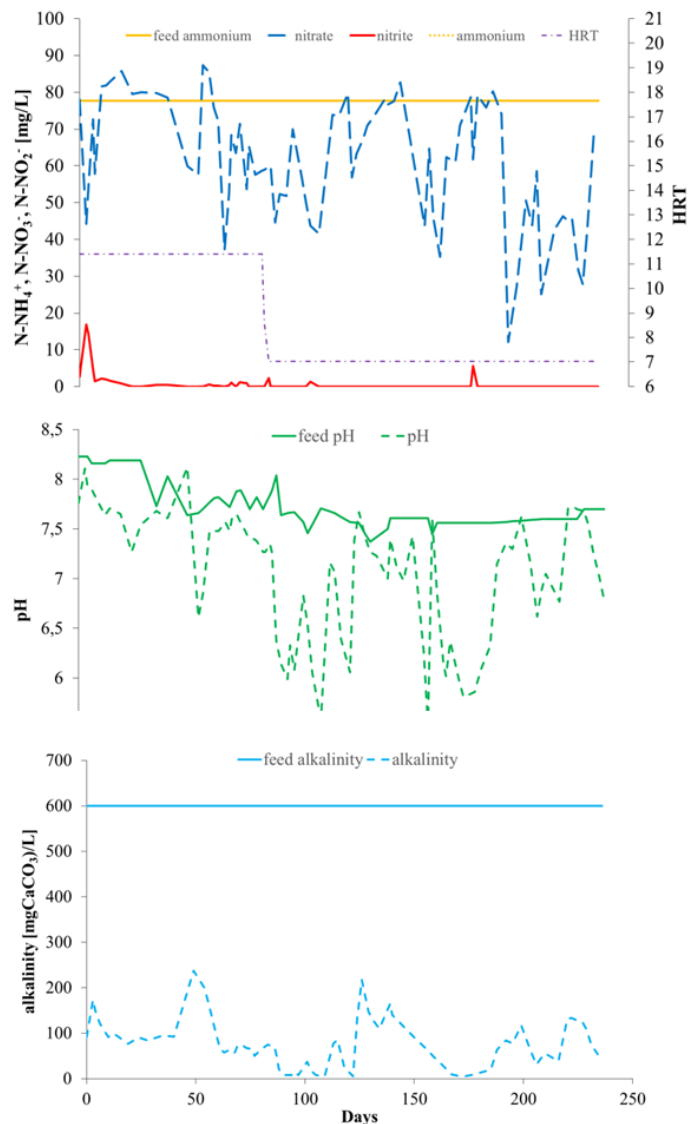


Figura 5 – Condizioni operative e performances dell' NFBR.

Le analisi DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) hanno mostrato la crescita di resistenti e diversificate comunità microbiche durante il periodo di esercizio dei reattori. Nei reattori DFBR si è evidenziata la presenza di diverse famiglie di nitrato-riduttori che hanno colonizzato il supporto dei DFBR. In nitrificazione entrambi i reattori hanno rivelato la presenza di nitrificanti a lenta crescita (e.g. *Terrimonas lutea*).