

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI**

**FEDERICO II**

**Scuola Politecnica e delle Scienze di Base**



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**ANALYSIS OF SULFUR COMPOUNDS DEPOSITED ON  
BIOCORRODED SEWER PIPES**

Relatori:

Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

Ch.mo Prof. Ing. Eric Van Hullenbush

Correlatore:

Ing. Yoan Pechaud

Candidata:

Francesca Ambrosio

M67/193

**ANNO ACCADEMICO 2015-2016**

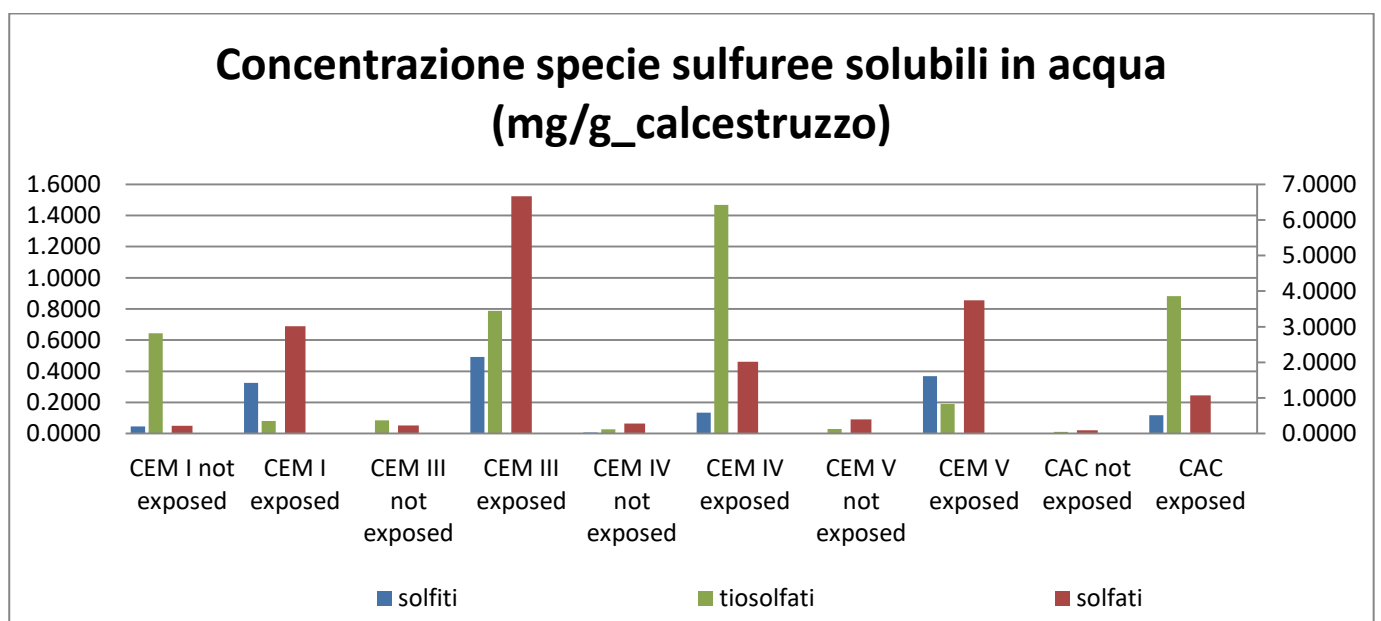
## **Analisi dei composti sulfurei che si depositano all'interno di condotte fognarie biocorrosive**

### **Abstract**

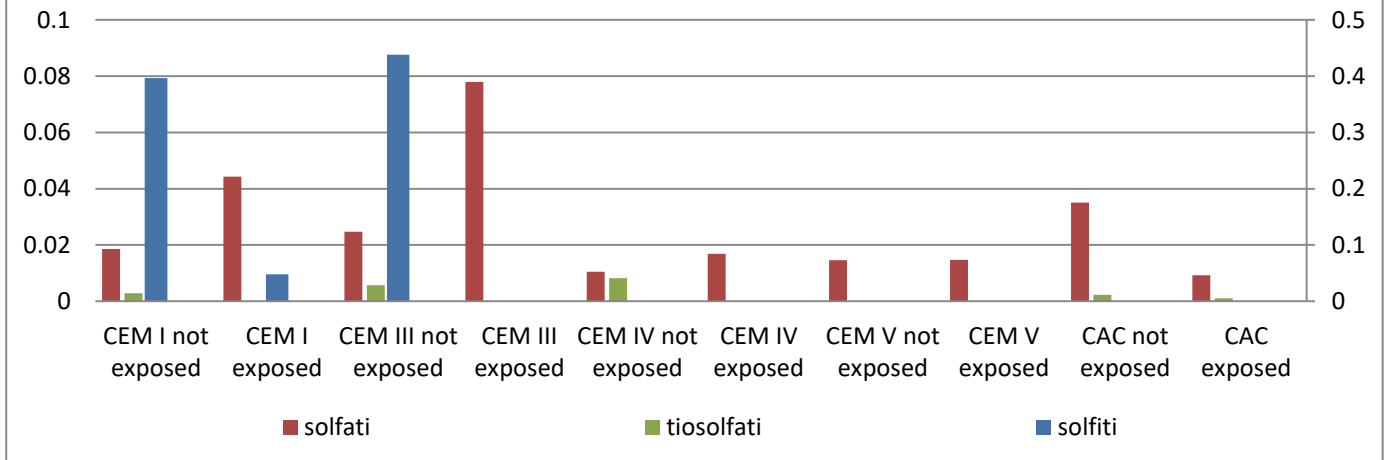
Il presente lavoro di tesi rappresenta un contributo al progetto francese DURANET, nato nel settembre 2014 con una durata prevista di 4 anni. L'obiettivo del progetto è di migliorare la sostenibilità del sistema di drenaggio urbano, attraverso lo sviluppo di un materiale, per il rivestimento interno delle tubazioni fognarie, in grado di resistere più a lungo ai fenomeni di biocorrosione. Il sistema fognario è un'infrastruttura che trasporta le acque reflue e di pioggia dal punto di produzione all'impianto di trattamento. I componenti di tale sistema sono sottoposti a condizione chimiche, fisiche e biologiche molto spinte da cui ne consegue un prematuro deterioramento. Una percentuale significativa del deterioramento delle condotte è dovuta a fenomeni chimici quali corrosione, abrasione e fessurazione. I lunghi tempi di ritenzione del liquame all'interno della rete fognaria, dovuti ad oscillazioni della portata nera giornaliera, portano alla formazione di  $H_2S$  (acido solfidrico). Alcuni tipi di microorganismi acidofili che proliferano lungo le pareti delle tubazioni, aggregandosi in biofilm, trasformano l' $H_2S$  in  $H_2SO_4$  (acido solforico). Tale produzione di acido si traduce in processi di corrosione delle pareti esposte delle tubazioni. Le condotte sono costituite principalmente da calcestruzzo che è un materiale formato da una miscela di ghiaia, sabbia, acqua e cemento; l' $H_2SO_4$ , reagendo con tale componente cementizia, dà vita a prodotti corrosivi. Per risolvere questo problema risulta essenziale migliorare la conoscenza dello strato di alterazione delle condotte in calcestruzzo. Il layer è composto da varie specie sulfuree come solfati, tiosolfati, solfiti e zolfo elementare. Il contributo della presente tesi al progetto consta dello sviluppo di una tecnica per l'estrazione dello strato di alterazione di campioni relativi a diverse tipologie di calcestruzzo (CEM I, CEM III, CEM IV, CEM V e CAC) e della messa a punto di un metodo analitico, tramite Cromatografia Ionica, per la quantificazione delle specie sulfuree di tale layer di alterazione. L'estrazione dello strato corrosivo dei campioni di calcestruzzo è stata effettuata mediante un trattamento agli ultrasuoni. Durante il trattamento le specie sulfuree solubili in acqua dello strato di alterazione solubilizzano e, in seguito a filtrazione, la soluzione può essere analizzata per quantificare i solfiti, solfati e tiosolfati disciolti. Successivamente, l'estrazione delle specie sulfuree non solubili in acqua è stata eseguita mediante una procedura con  $HNO_3$  (acido nitrico). I dati raccolti in seguito al trattamento con ultrasuoni mostrano come la percentuale di layer alterato, recuperato dai campioni esposti ad  $H_2S$ , sia sempre maggiore rispetto a quella ottenuta dai campioni non esposti, quindi il trattamento risulta efficiente. Dalle analisi cromatografiche delle specie sulfuree solubili in acqua dello strato di alterazione emerge : una quantità di solfiti irrisoria

per i campioni esposti e praticamente nulla per i non esposti, una concentrazione di solfati bassa nei campioni non esposti con un incremento rilevante nei campioni esposti tranne che per il CAC dove l'aumento di concentrazione dei solfati è minore, quantità di tiosolfati in crescita dai campioni non esposti a quelli esposti. I risultati delle analisi delle specie sulfuree non solubili in acqua hanno confermato che nel cemento ordinario la specie predominante sono i solfati, diversamente nel CAC vi è ancora presenza di prodotti non ancora completamente ossidati. Alla luce dei dati raccolti dalla sperimentazione si può affermare che la tecnica di estrazione del layer di alterazione risulta efficace anche se i campioni analizzati non avevano ancora sviluppato completamente lo strato di corrosione per cui è risultata difficile l'osservazione di gypsum ed ettringite, quali prodotti della corrosione, tramite strumenti come la spettrografia di Raman. Infine, dall'analisi delle specie che compongono lo strato di alterazione, si evince che la tipologia di cemento ha un'influenza importante sulla concentrazione delle specie sulfuree e che la presenza di allumina nel CAC è un fattore favorevole nel ritardare i processi di biocorrosione, quindi la direzione da seguire nella ricerca di un materiale per il rivestimento interno delle tubazioni fognarie va verso componenti composti da alluminati. In definitiva ulteriori analisi dovranno essere effettuate su campioni di calcestruzzo esposti per un tempo maggiore all'  $H_2S$ , anche in presenza di batteri, per poter simulare meglio il reale ambiente fognario.

Di seguito sono riportati alcuni grafici rappresentativi dei risultati ottenuti :



## Concentrazione specie sulfuree non solubili in acqua (mg/g\_calcestruzzo)



## Composizione dei campioni

