

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

“FEDERICO II”

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale



**Tesi di laurea in Ingegneria per l’Ambiente ed il
Territorio :**

**“Ingegnerizzazione dei processi di Soil Washing per la
bonifica di un suolo contaminato da metalli pesanti”**

Relatore:

Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

Correlatore

Ing. Alberto Ferraro

Candidato:

Forcelli Nicola

matr. M67/19

Anno accademico 2013/2014

Abstract

Obiettivi e finalità del lavoro

Il problema che si affronta in questa tesi sperimentale è la contaminazione da metalli pesanti di un suolo agricolo di Castel San Giorgio (SA).

Si è adottata come tecnica per la bonifica del suolo il processo ex-situ di “*Soil Washing*”, in cui si procede ad un lavaggio del terreno attraverso un trattamento chimico-fisico e l’utilizzo di un agente chelante, l’EDDS, che mira all’estrazione dei metalli inquinanti.

Per la forte eterogeneità dei terreni, le diverse configurazioni di Soil Washing presentano delle problematiche, tra le quali la mancanza di ingegnerizzazione dei diversi processi sviluppati.

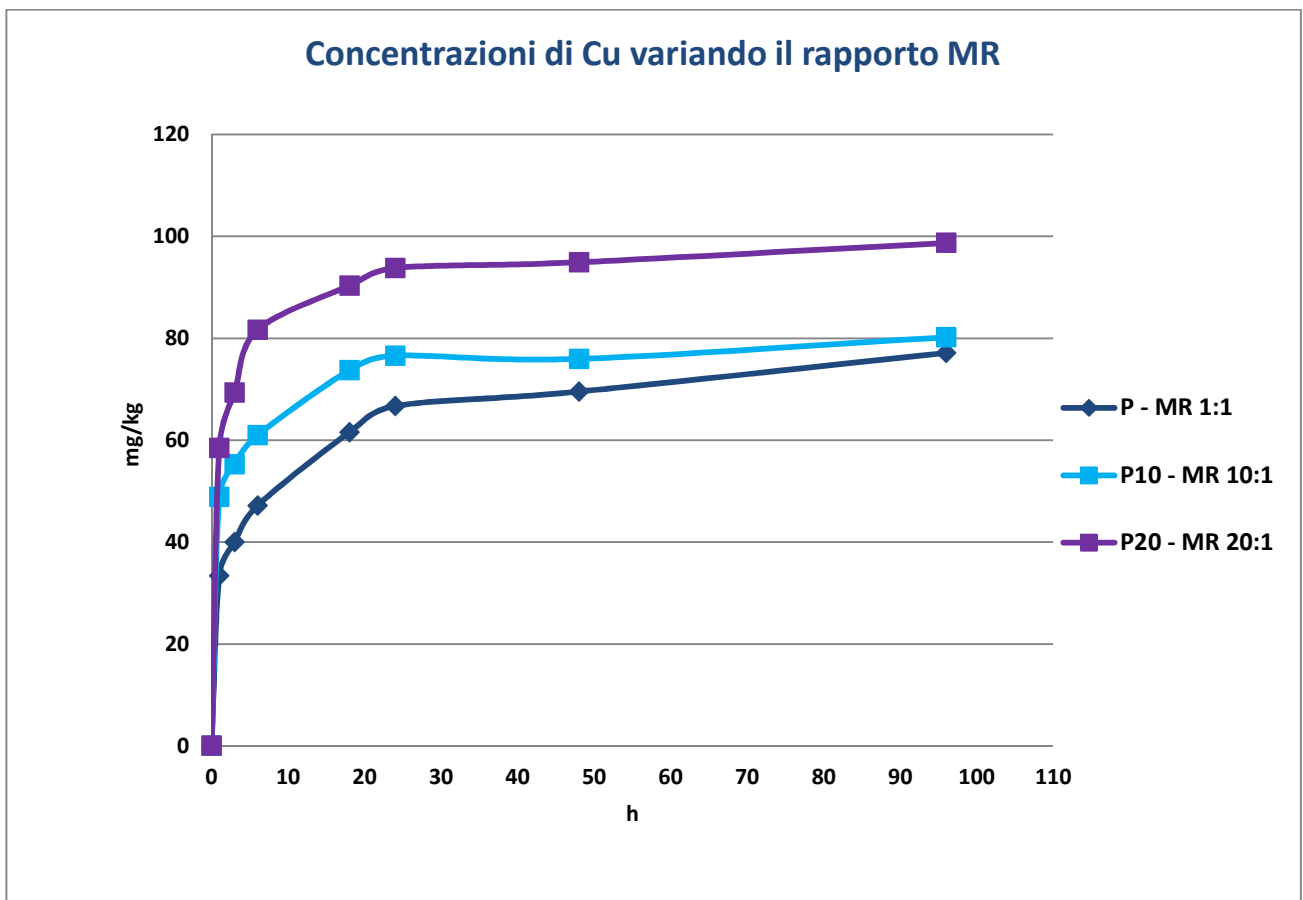
Si propone, pertanto, come contributo valido per un miglioramento complessivo del problema un’ingegnerizzazione dei processi, tale da rendere possibili importanti confronti tra efficienze raggiunte e tempi di lavaggio delle diverse configurazioni, avendo così la possibilità di scelta della tecnica più vantaggiosa rispetto al problema che si vuole affrontare.

Per ottenere ciò è stato necessario sviluppare diverse configurazioni impiantistiche e far variare alcuni parametri di progetto, valutandone i diversi risultati e mettendoli poi a confronto:

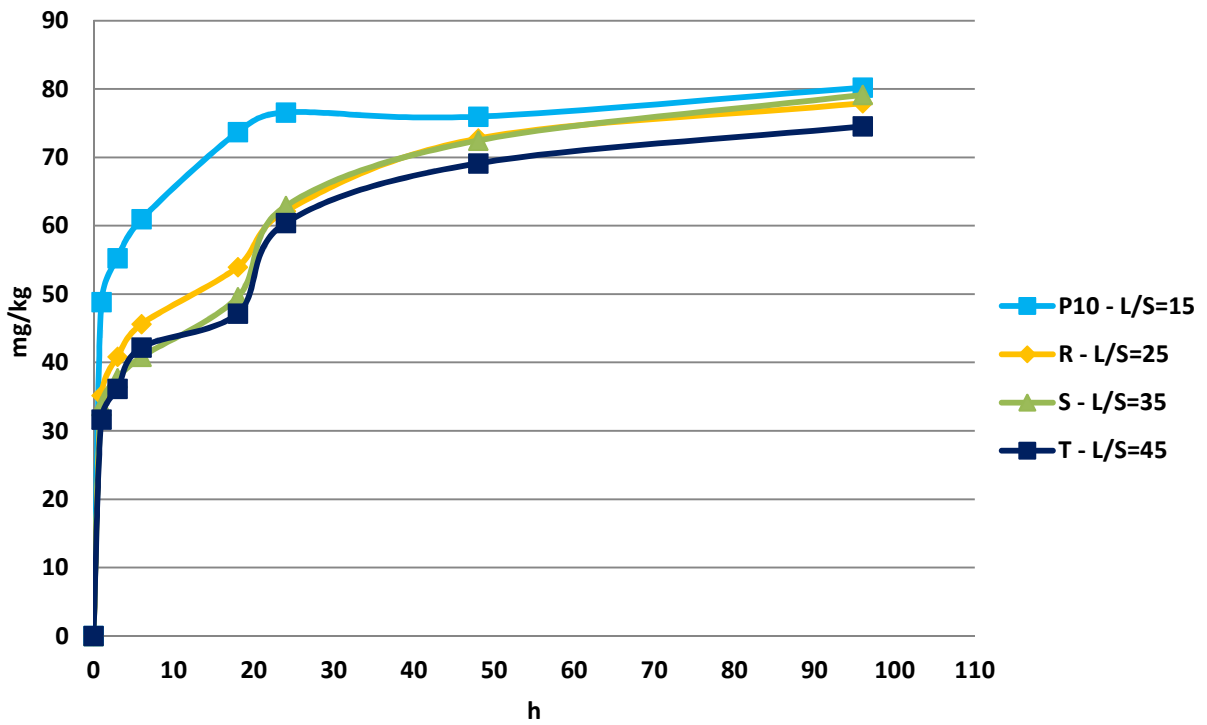
- concentrazioni diverse di agente chelante utilizzato per l’estrazione dei metalli
- valori diversi del rapporto Liquido/Solido [L/S] nelle diverse prove
- variazione dei rapporti stechiometrici [MR] tra le moli di EDDS e le concentrazioni di metalli inquinanti presenti
- tempi di lavaggio differenti e studio delle cinetiche di rimozione

Nelle figure seguenti si riportano alcuni dei risultati principali ottenuti :

CSTR

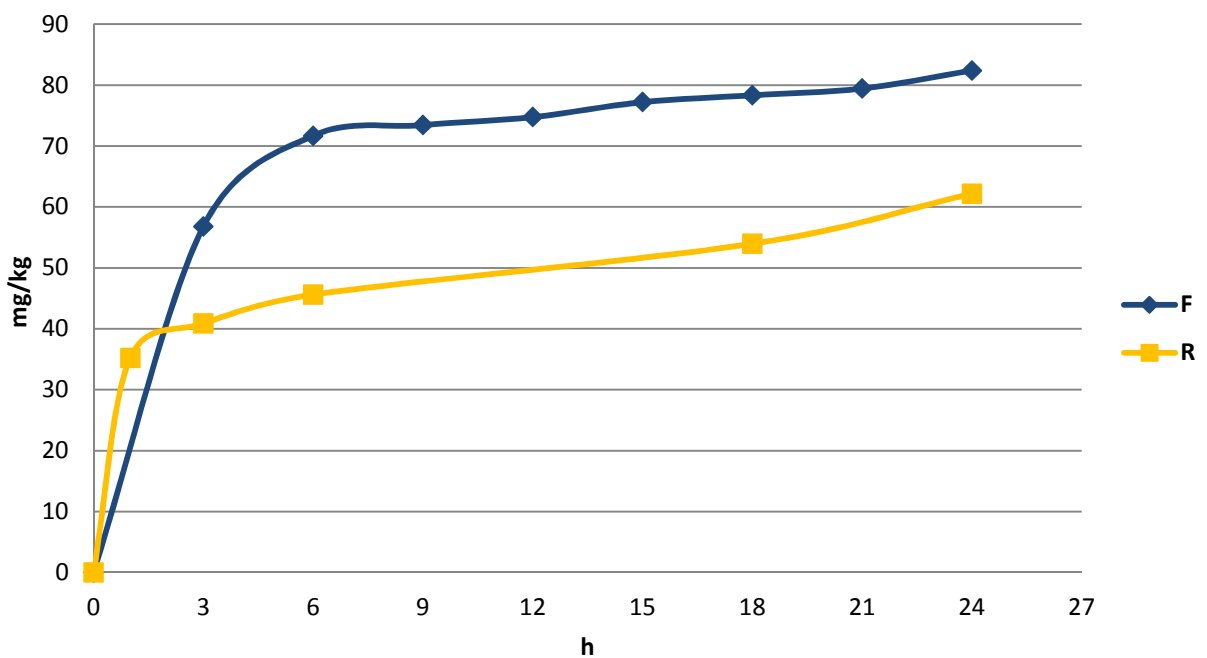


Concentrazioni di Cu variando il rapporto L/S

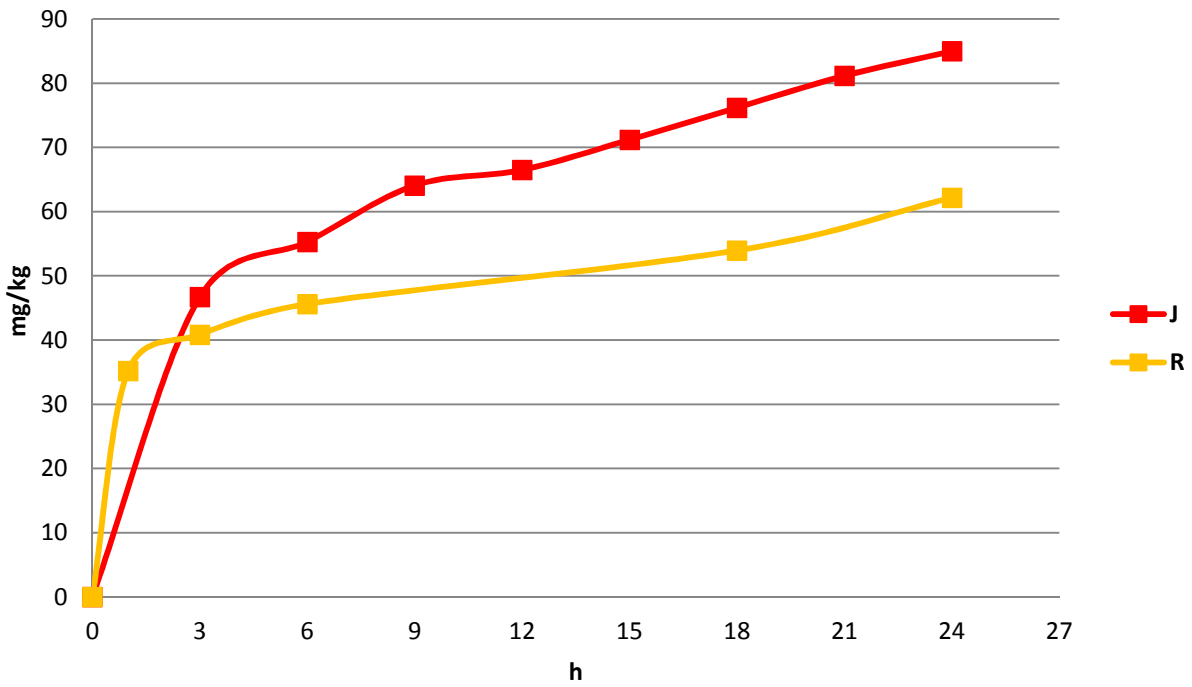


Multi Washing

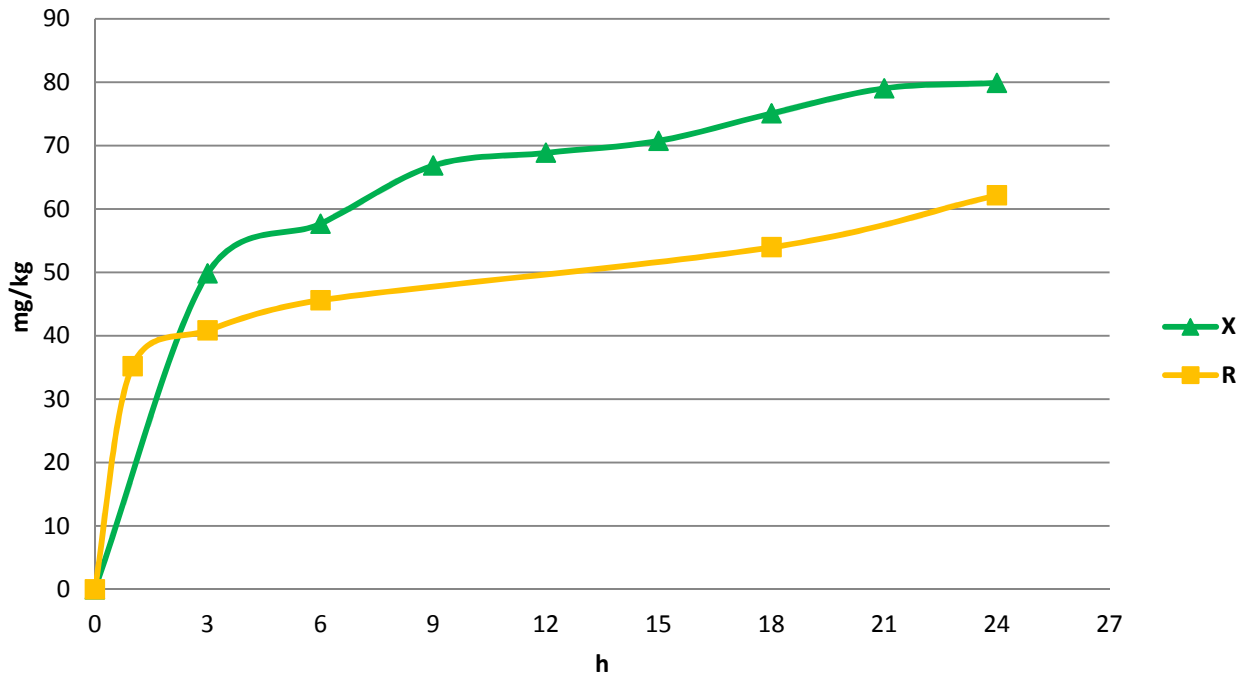
Rendimenti di Multi Washing e CSTR a confronto per [Cu]



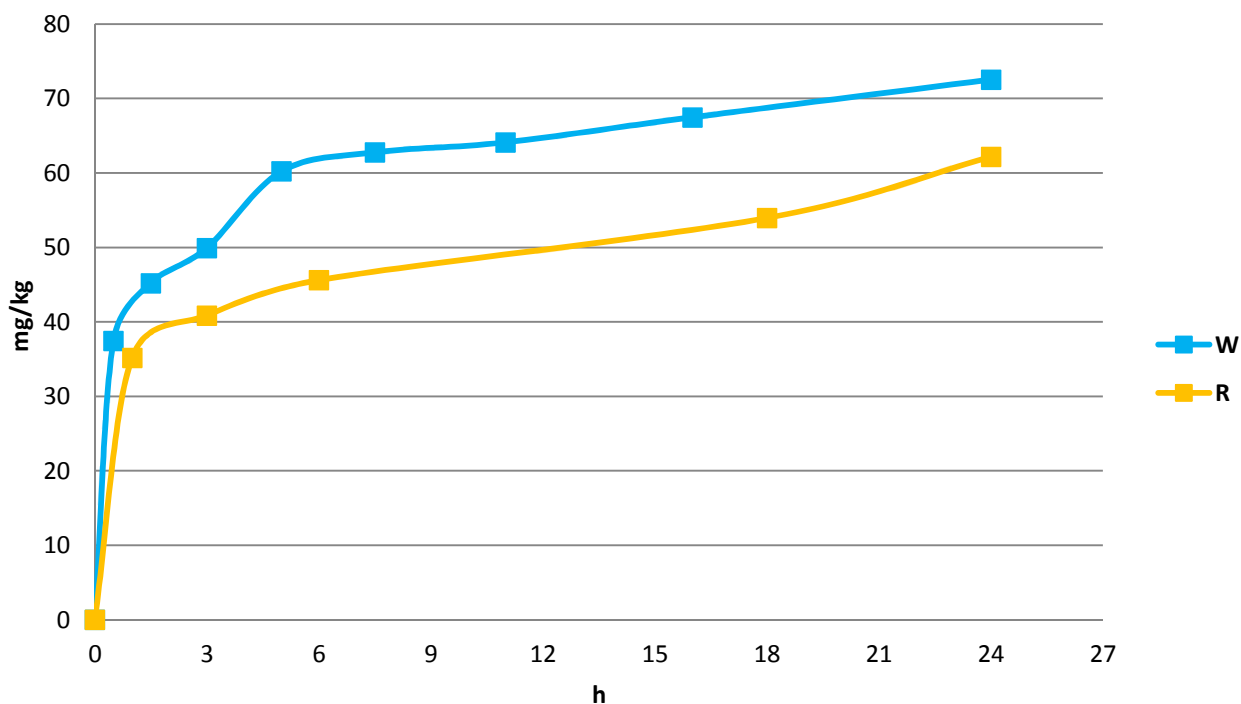
Rendimenti di Multi Washing e CSTR a confronto per [Cu]



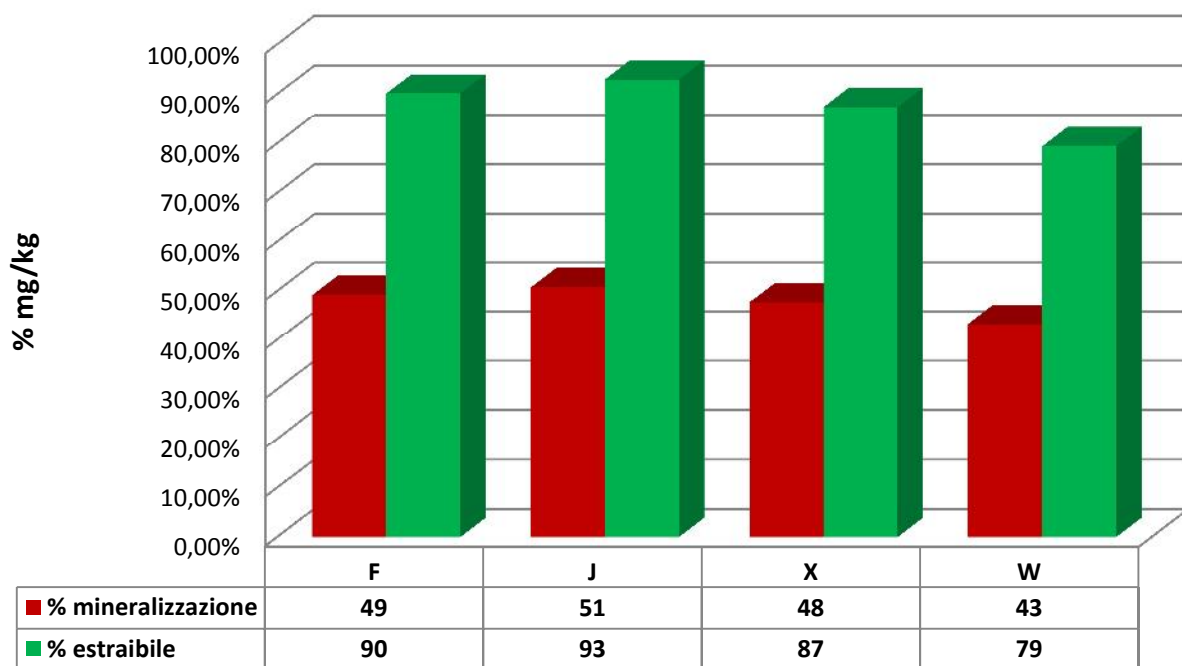
Rendimenti di Multi Washing e CSTR a confronto per [Cu]



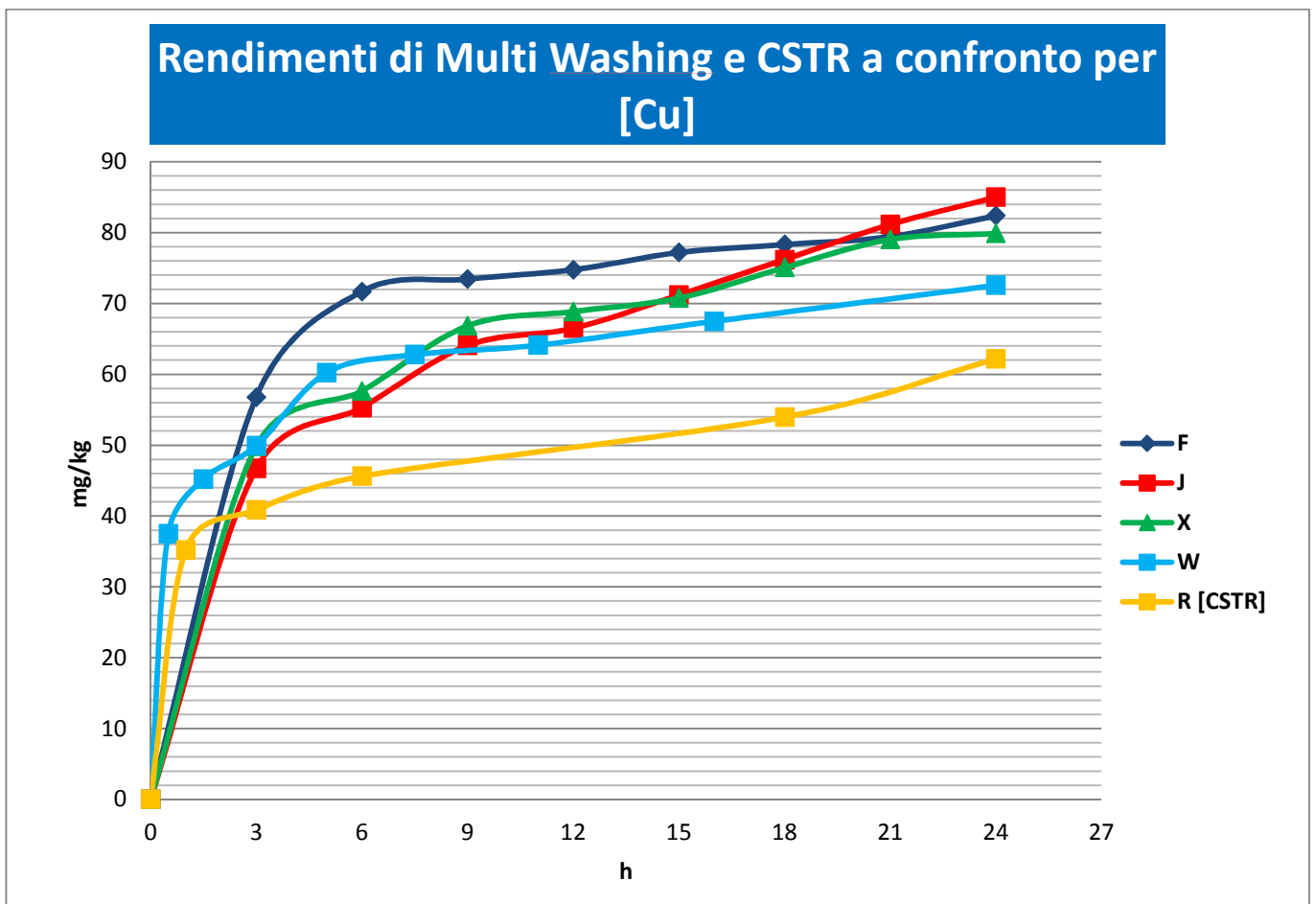
Rendimenti di Multi Washing e CSTR a confronto per [Cu]



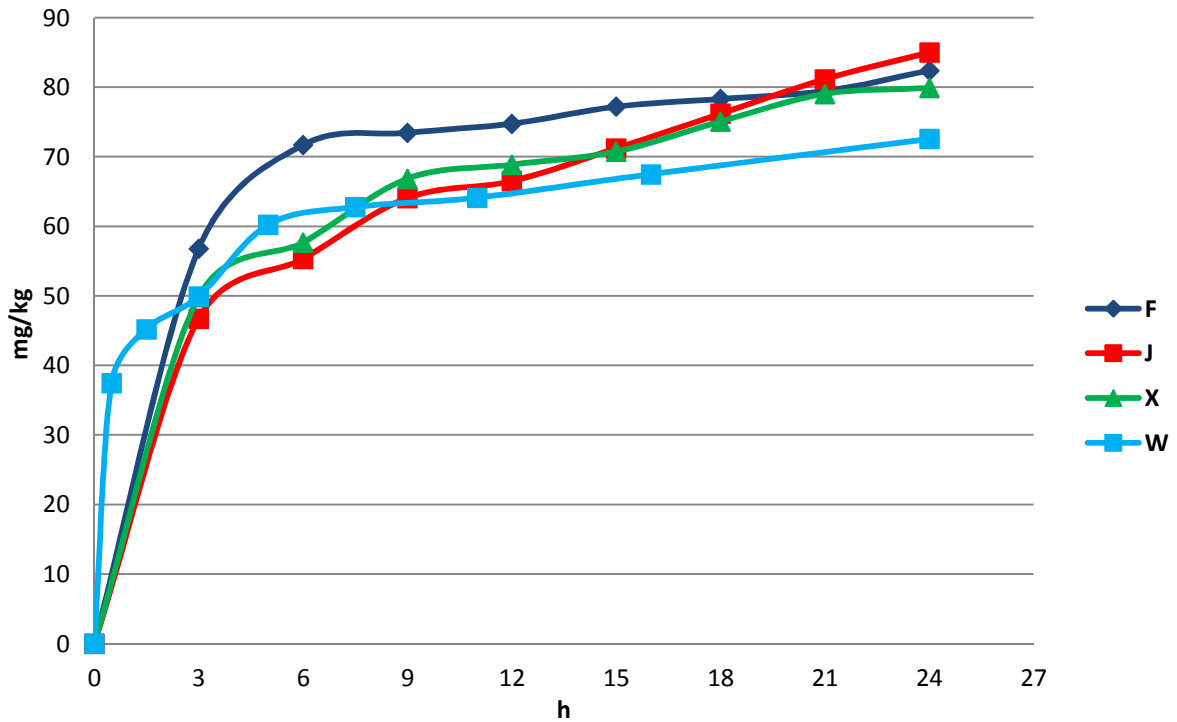
Confronto tra le % di rimozione di [Cu] rispetto al totale della mineralizzazione ed alla frazione estraibile dell'estrazione sequenziale



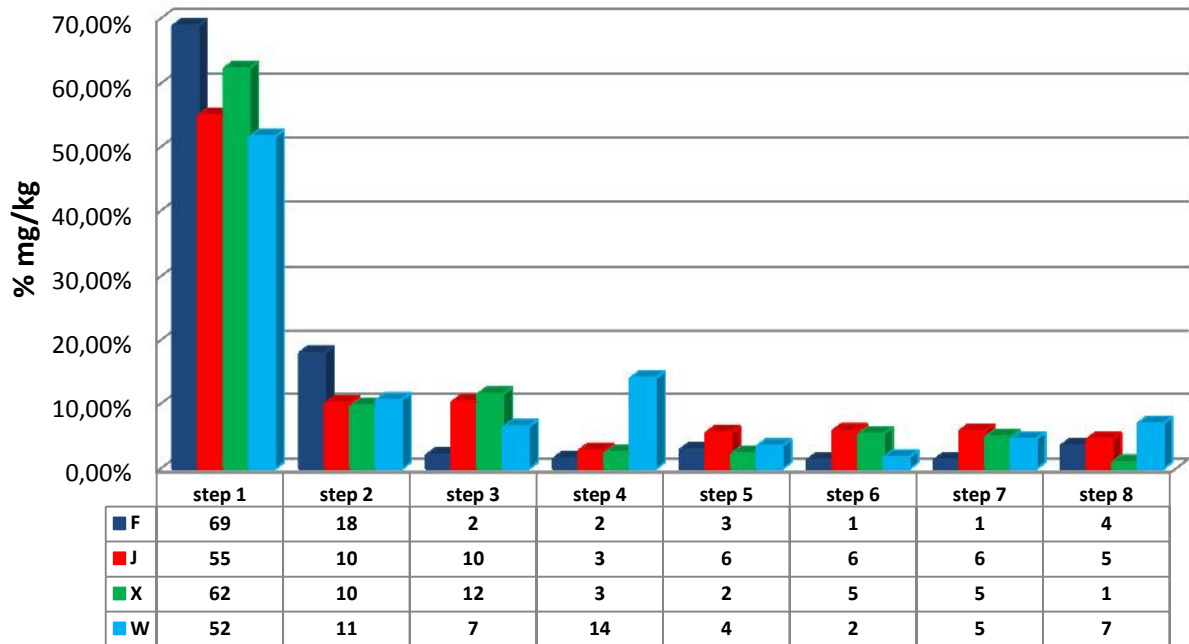
Risultati e Conclusioni



Rendimenti delle prove in Multi Washing

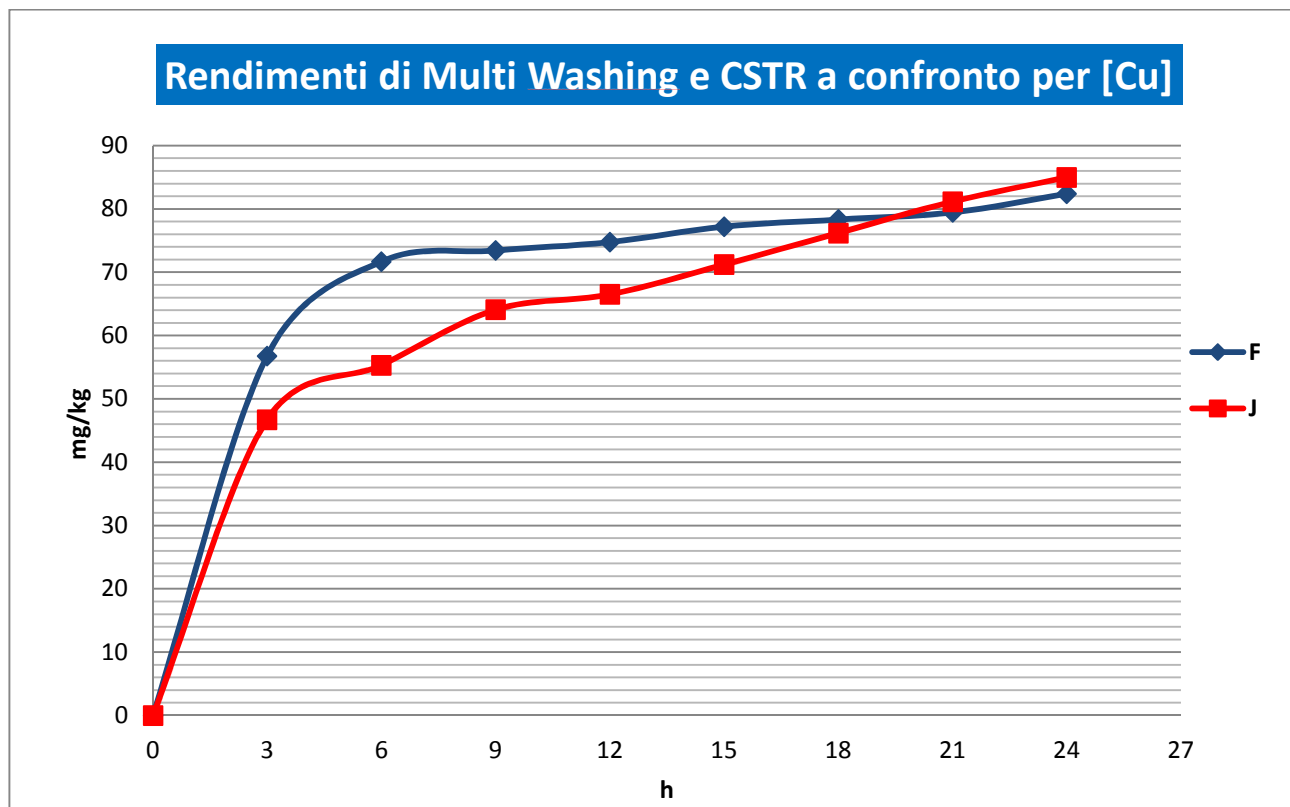


Percentuale di [Cu] rimossa step by step



$$Q_{suolo} = m^3/d$$

$$V_{vasca} = Q_{suolo} t_{lavaggio}$$



$$F \quad \frac{1}{24} \quad 6 = 0,25m^3$$

$$J \quad \frac{1}{24} \quad 15 = 0,625m^3$$