

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

“FEDERICO II”



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE  
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE  
ED IL TERRITORIO

**“RECUPERO DI SCARTI DELL'INDUSTRIA  
AGROALIMENTARE COME MATERIALE ADSORBENTI”**

**APPLICAZIONE: GUSCI DI GAMBERI PER LA RIMOZIONE DEL COLORE DI UN  
REFLUO TESSILE**

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale**

**RELATORE**

**Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino**

**CORRELATORE**

**Dott. Ludovico Pontoni**

**CANDIDATO**

**Giuseppe Califano**

**Matr. M67/124**

**Anno Accademico 2013/2014**

## **Premessa**

Il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi provenienti dalle lavorazioni industriali costituisce, come è ovvio, un problema di notevole rilevanza ambientale. Di non minore impatto sull'ambiente è l'elevato consumo di acqua connesso con lavorazioni di industrie fortemente idroesigenti, quale l'industria tessile.

Lo scopo del presente elaborato è quello di mettere a sistema gli elementi di problematicità sopra riportati, per cercare di ottimizzarne la risoluzione in maniera integrata, innescando un ciclo virtuoso in termini di salvaguardia dell'ambiente naturale antropizzato.

In particolare l'obiettivo della tesi è stato quello di valutare la possibilità di riutilizzo di alcuni scarti dell'industria agroalimentare per provvedere al trattamento spinto di reflui industriali prodotti dall'industria tessile, arrivando a rendimenti depurativi tali da consentire poi il riutilizzo del refluo trattato all'interno dell'azienda medesima.

In Italia l'industria tessile è uno dei settori più importanti con un rilevante peso nello scenario mondiale. La composizione dei reflui tessili dipende da numerosi fattori tra i quali spiccano la tipologia di coloranti adoperati, e la presenza di composti organici impiegati nelle diverse fasi del processo di lavorazione dei tessuti. Proprio il colore è il primo contaminante ad essere riconosciuto in acqua anche ad occhio nudo; bastano, infatti, piccolissime quantità di colorante (meno di 1 ppm) affinché esso sia altamente visibile nel corpo ricettore in cui è sversato.



*Figura 1- inquinamento tessile*

Per la rimozione del colore si possono impiegare sistemi di trattamento anche molto differenziati, sebbene la preferenza vada di gran lunga sui processi di adsorbimento, per la loro elevata versatilità. Il materiale adsorbente più comunemente adoperato è il carbone attivo che tuttavia presenta numerosi inconvenienti, quali il costo elevato, la non selettività, e la limitata efficacia con i coloranti disperdenti

e al tino. In più la rigenerazione del carbone, una volta raggiunta la saturazione, risulta costosa e complicata e porta ad una perdita di adsorbente.

Per questi motivi nel presente elaborato di tesi sono stati testati adsorbenti non convenzionali a basso costo, costituiti da scarti di industrie agroalimentari, evitando di effettuare su di essi, prima dell'uso, pretrattamenti chimico-fisico, che potrebbero aumentarne i costi.

### **Attività sperimentale**

La scelta dei materiali di scarto adoperati per lo svolgimento delle attività sperimentali è ricaduta su due prodotti tipici dell'industria agroalimentare campana, ovvero il caffè ed i gusci di gamberi. Si è cercato di avere come perno dell'intera ricerca, l'economicità del processo e per tale motivo i materiali sono stati pretrattati solo ed esclusivamente mediante essiccazione naturale, al fine di rimuovere il contenuto d'acqua in eccesso, e successiva frantumazione, per ottenere un prodotto a granulometria omogenea, con particelle di diametro inferiore a 1 mm.

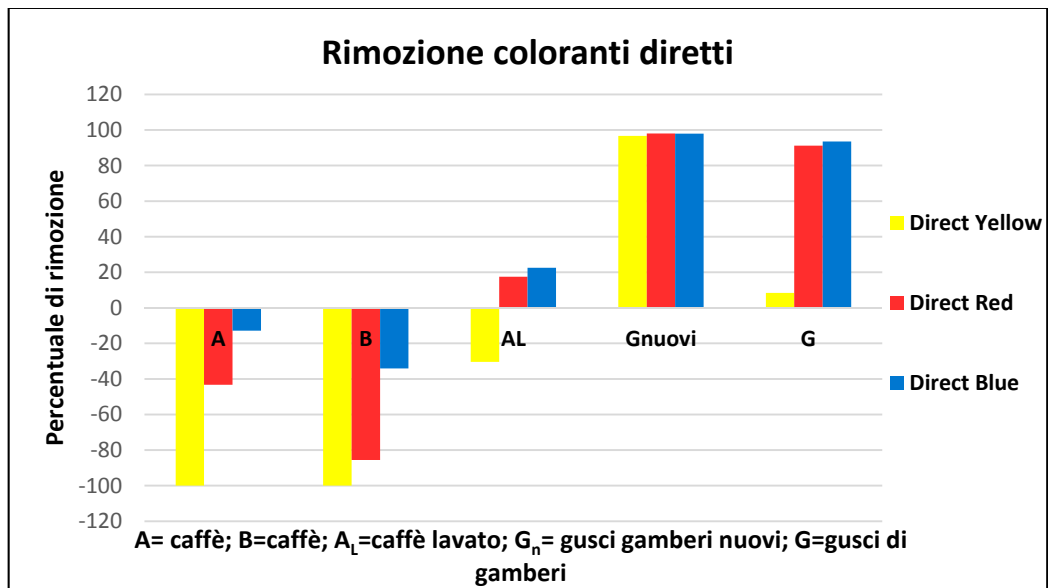
Per gli scarti della lavorazione del caffè, sono stati adoperati due tipi di essiccamento termico, uno in stufa a circa 80° (caffè di tipo A) e uno con un disidratatore per frutta a temperature inferiori (caffè di tipo B).

L'efficacia degli adsorbenti è stata testata su reflui sintetici adoperando sia acqua distillata che acqua di rubinetto. In particolare sono stati preparati tre diversi reflui con coloranti i) diretti, ii) reattivi e iii) acidi. Dopo l'aggiunta del colorante i reflui sono stati sottoposti ad una procedura di stabilizzazione, ponendoli ciclicamente per 3 volte in stufa a circa 60°C per 1h, e a riposo a temperatura ambiente per 24 h.

Le prove di adsorbimento sono state effettuate in discontinuo, in reattori batch. Inizialmente sono state effettuate prove a 24 h a differenti concentrazioni di adsorbente, per valutare l'efficacia dell'adsorbente. Successivamente sono state effettuate prove a diversi valori di pH, concentrazione coloranti, tensioattivi, durezza, ed alcalinità. Tutte le prove, sviluppate in triplo per ridurre gli errori sperimentali e quelli dovuti alla disomogeneità del materiale, sono state svolte su piastre basculanti con agitazione orbitale di 300 rpm con volumi di soluzione pari a 15 ml all'interno di provette in plastica da 50 ml, misurando, al termine delle stesse, i rendimenti in termini di abbattimento del colore. La rimozione del materiale adsorbente è stata ottenuta per filtrazione, adoperando inizialmente filtri in carta "labor" del gruppo CORDENONS SPA (67g/m<sup>2</sup>, 125µm di spessore), e successivamente, poiché il refluo risultava torbido, filtri da 0,45 µm, che hanno portato ad una rimozione anche del colore, e successivamente filtri da 0,8 µm, che hanno ridotto la torbidità senza dare significative variazioni di colore.

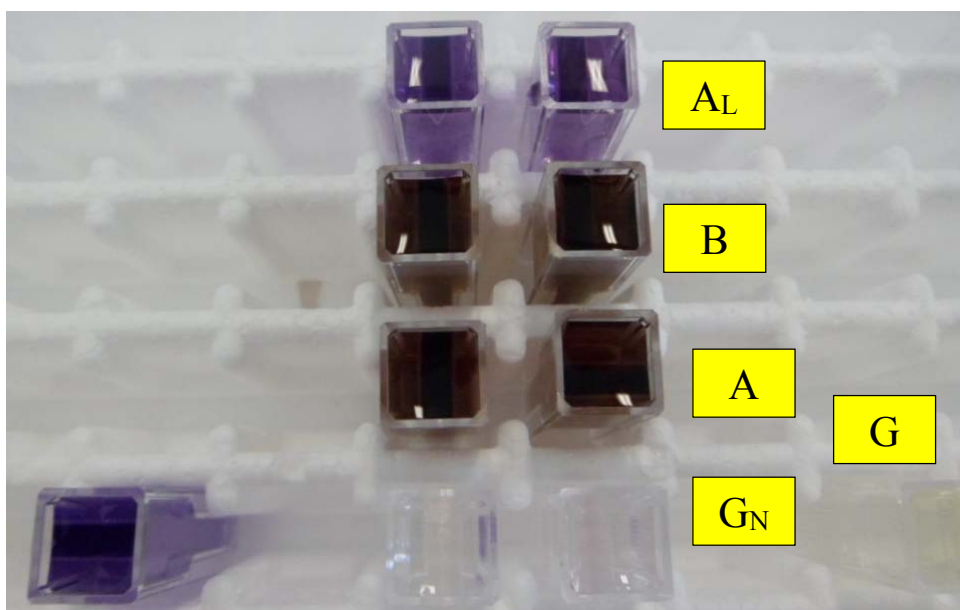
## Risultati

A titolo esemplificativo si riportano alcuni dei risultati ottenuti dalle prove, in forma grafica.

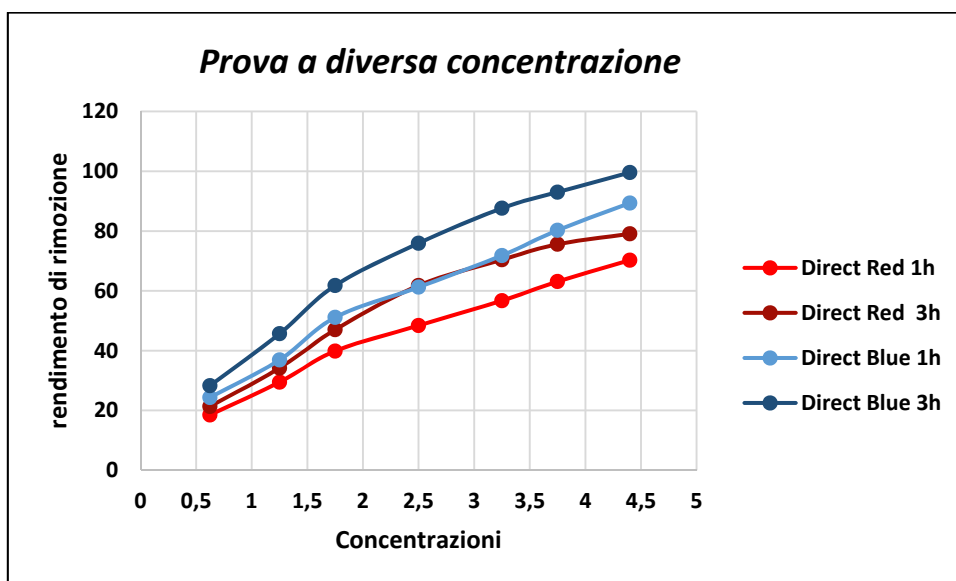


*Grafico 1 – Andamento di rimozione dei coloranti*

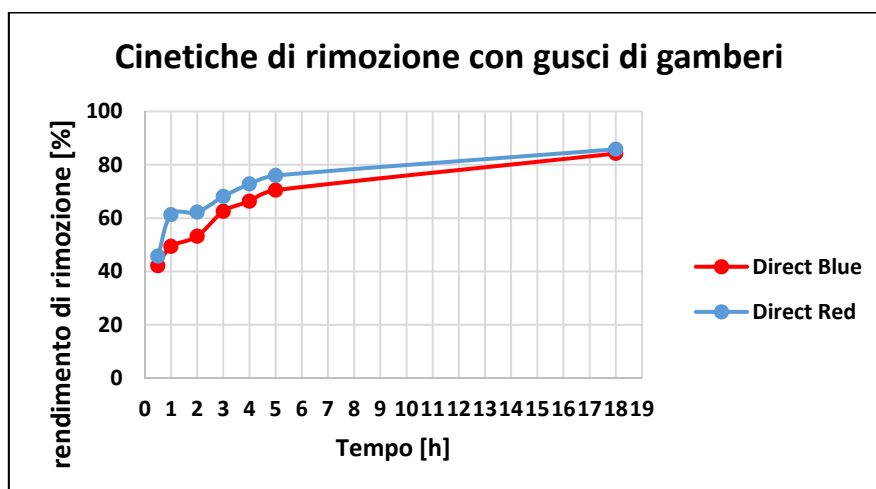
Come risulta evidente dal Grafico 1, l'utilizzo del caffè non ha dato buoni risultati. Solo con il caffè lavato si è riusciti ad ottenere un rendimento di rimozione del 40%, ma il consumo di acqua di lavaggio è stato notevole (circa 4 l per 20g di caffè), ed ha portato ad un rilascio di ingenti quantità di COD. I gusci dei gamberi si sono rivelati, invece, molto efficaci. Come indicato nel Grafico 2 e 3, per concentrazioni superiori a 1,7 g/l e tempi di contatto intorno alle 3 h la decolorazione raggiunge valori del 70-100% per il Direct Blue e del 60-80% per il Direct Red.



*Fig. 2 – Rimozione del colore per i diversi adsorbenti*

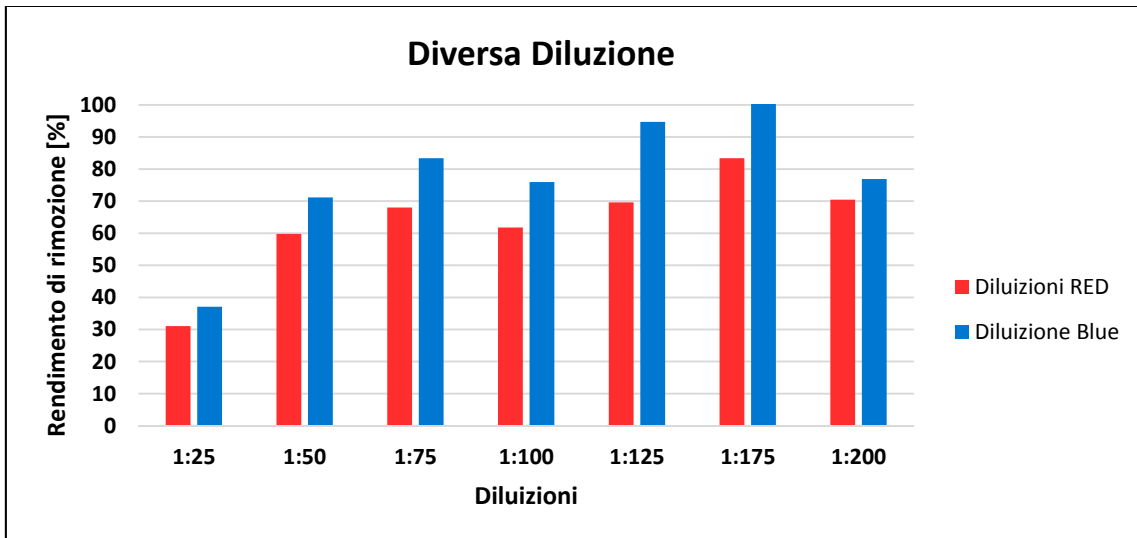


*Grafico 2 – Prova a diversa concentrazione*

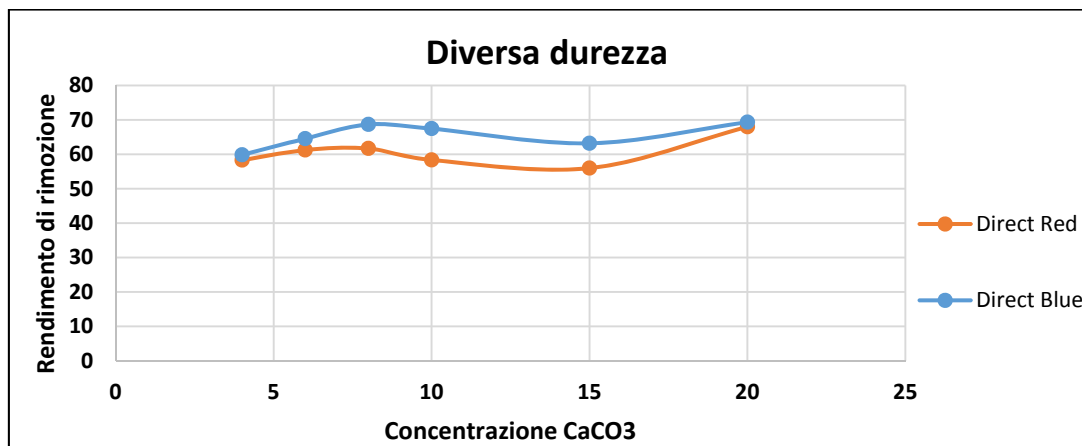


*Grafico 3 – Cinetica di rimozione con una concentrazione di gamberi di 2,5 g/l*

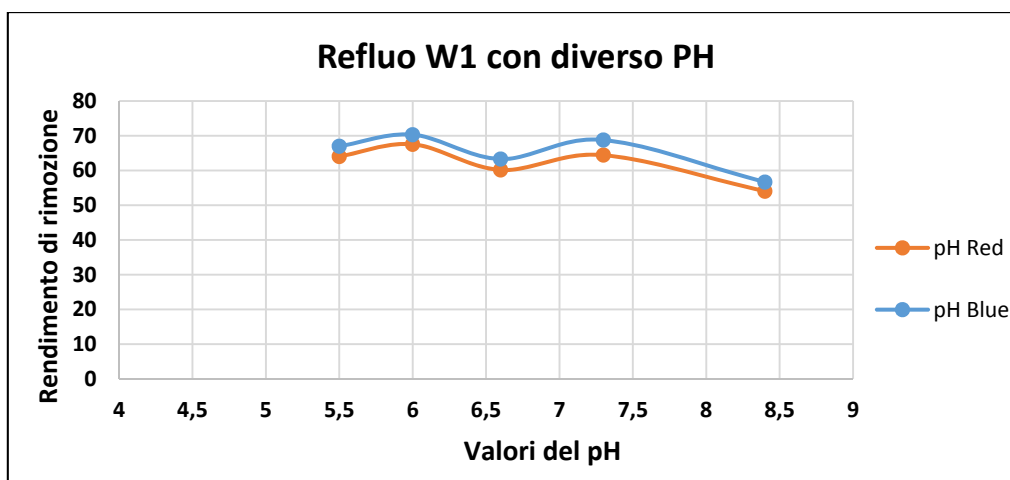
I risultati positivi si sono ripetuti al variare dei valori di pH, durezza, alcalinità e concentrazione di coloranti. L'unico parametro su cui si sono riscontrati dei problemi è stata la concentrazione di tensioattivi, che hanno ridotto il rendimento di rimozione a circa il 30%.



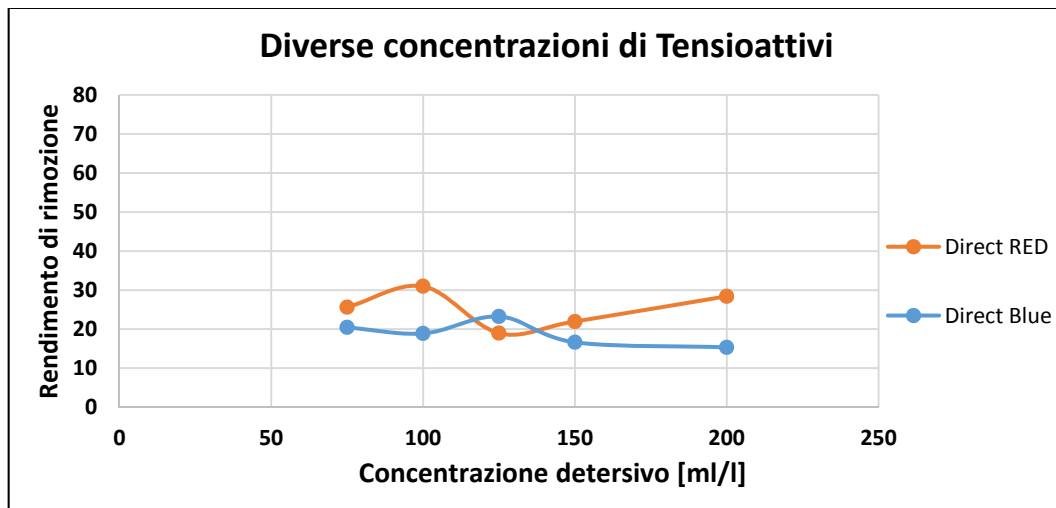
*Grafico 4 – Prove a diversa diluizione*



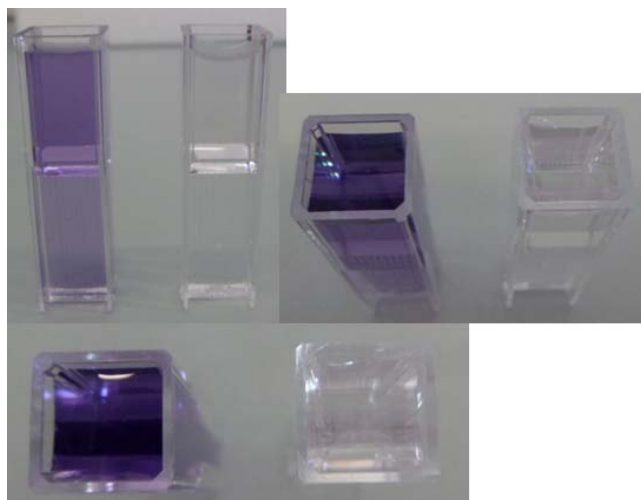
*Grafico 5 – Prove a diversa durezza del refluo*



*Grafico 6 – Prove a diverso valore del pH*



*Grafico 7 – Prove a diverso valore di tensioattivi*



*Fig. 3 – Confronto post trattamento con gusci di gamberi*

### **Conclusioni e sperimentazioni future**

In sintesi, dal lavoro effettuato è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- I rendimenti di rimozione del colore da reflui tessili con scarti di caffè risulta poco efficace o poco conveniente;
- E' possibile adoperare gusci di gamberi essiccati e triturati per rimuovere diverse tipologie di colore da reflui tessili. Allo scopo è consigliato un dosaggio di circa 2,5 g/l, ed un tempo di contatto di circa 3h
- Variando le caratteristiche del refluo non si ottengono variazioni nel rendimento, atto salvo il caso dei tensioattivi, che competono con il materiale adsorbente o ne riducono l'efficacia, portando a ridotti valori del rendimento di decolorazione.

Dal punto di vista sperimentale, un possibile approfondimento nella ricerca è quello di determinare l'efficienza dei gusci di gamberi al variare della temperatura attraverso lo studio delle isoterme e la verifica di tale processo attraverso prove in colonna.

Dal punto di vista di una possibile esportazione del processo su scala industriale, occorre fare un'importante distinzione sull'obiettivo di tale trattamento, che può essere effettuato per:

- Trattare i reflui rima di sversali in una rete fognaria o in un corpo idrico recettore;
- Trattare i reflui per recuperare l'acqua all'interno del processo lavorativo.

Entrambi i risultati possono essere conseguiti con l'utilizzo dei gusci di gamberi, i quali non solo sono in grado di rimuovere il colore, ma non determinano un aumento del COD che potrebbe compromettere il riutilizzo dell'acqua. Ovviamente per accertare dell'effettiva possibilità di recupero del refluo trattato bisognerà effettuare nuove prove su reflui reali e non sintetici.