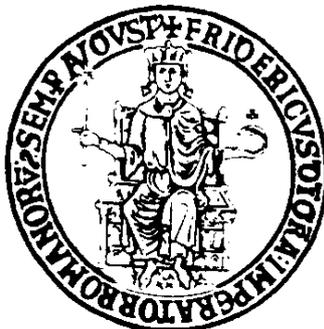


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
“FEDERICO II”**



**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E  
AMBIENTALE**

**CORSO DI STUDIO IN  
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**

**ABSTRACT**

**L'impianto di depurazione a servizio dell'IMC Trenitalia  
di Napoli Gianturco: descrizione del ciclo di trattamento e  
ipotesi di riutilizzo dei reflui e dei fanghi**

Relatore  
Ch.mo Prof.  
Ing. Francesco Pirozzi

Candidato  
Maurizio Pannico  
matricola 049/1097

**ANNO ACCADEMICO 2012 – 2013**

# **AGENDA**

## **1. Introduzione**

## **2. Caratterizzazione delle acque**

**2.1** Quadro normativo di riferimento

**2.2** Caratteristiche quantitative e qualitative

## **3. Caso studio: «Impianto di depurazione dell'IMC Trenitalia di Napoli Gianturco»**

**3.1** Stato iniziale pre D.Lgs.152/06

**3.2** Modifiche ed aggiornamenti all' impianto

**3.3** Stato attuale e processo di trattamento

**3.4** Ipotesi riutilizzo reflui e fanghi

## **4. Conclusioni**

Il caso studio della tesi analizzerà l'evoluzione dell'impianto di depurazione dell'IMC Trenitalia di Napoli Gianturco, sottoposto ad una serie di interventi ed aggiornamenti al processo di trattamento a seguito della decisione presa dalla società di incrementare i treni in ingresso all'impianto, e quindi le lavorazioni.

L'obiettivo sarà quello di dimostrare di avere oggi un processo semplificato il quale ha portato sostanzialmente ad un mantenimento dei valori allo scarico in linea con i parametri legislativi imposti dal D.Lgs.152/06.

Una parte del lavoro sarà dedicata all'ipotesi di una soluzione migliorativa allo studio per un uso più razionale dei reflui e fanghi di depurazione che oggi non sono riutilizzati ma semplicemente smaltiti.

L'IMC è un impianto di manutenzione e pulizia ed è uno degli impianti dipendente dall'Unità Produttiva Esercizio Frecciarossa della Società Trenitalia Spa. Sorge nella stessa area industriale dove circa 140 anni fa fu realizzato il Deposito Locomotive di Napoli Smistamento. Col tempo tutto l'impianto è stato soggetto a numerose modifiche ed implementazioni che lo hanno portato, oggi, ad essere il polo principale della attività manutentive di I° livello (ed alcune di II° livello) connesse all'esercizio del nuovo treno veloce ETR 500 AV Frecciarossa.

Su un'area di più di 300000 metri quadrati, all'interno dei quali ci sono i 2 capannoni industriali e moderne attrezzature tecnologiche per la manutenzione dei treni ad Alta Velocità, è in grado di accogliere oltre 7.000 convogli all'anno e 22 ETR 500 AV ogni giorno, sottoposti a controlli, verifiche e revisioni.

Nei primi anni 2000 venne presa la decisione di svolgere la manutenzione dei treni Frecciarossa in due impianti italiani, quello di Milano e quello di Napoli. Ma mentre si aggiornava la produzione, l'impianto di depurazione, di

tipologia medio – piccola, rimaneva allo stato delle sue ultime modifiche, che risalivano agli anni 90.

Infatti il ciclo prevedeva l'utilizzo di un flottatore che non serviva più, vi erano macchinari spesso fuori servizio ed inoltre l'impianto stava andando velocemente alla saturazione con le nuove portate.

È stato così deciso di rinnovarlo, anche a fronte di ulteriori ingressi di nuovo materiale rotabile, a partire dal 2014.

È stata introdotta una fase di denitrificazione, revisionato completamente il comparto di ossidazione e nitrificazione, revisionata ogni fase del processo di trattamento, dal sollevamento fino al quadro di comando. È stato sistemato il comparto di grigliatura e le elettropompe.

Una manutenzione straordinaria ha riguardato i serbatoi per lo stoccaggio dei reattivi, i locali tecnici, le vasche di sedimentazione e tutto il comparto per la misurazione dei vari livelli.

Infine è stato adeguato, alle più recenti norme sulla sicurezza, l'impianto elettrico, di messa a terra ed il quadro di comando generale.

Oggi il depuratore presenta una maggiore affidabilità complessiva unita ad una maggiore facilità delle manovre e delle analisi.

Al depuratore arrivano oggi:

- reflui provenienti dalle operazioni di lavaggio esterno della cassa, effettuate nelle apposite platee
- reflui da svuotatura e sanificazione dei serbatoi delle ritirate dei treni ETR 500
- acque residuali derivanti dalle operazioni di lavaggio degli interni delle carrozze con idropulitrici

In IMC vengono processati quotidianamente circa 22 treni. Di questi, circa 5 al giorno vengono lavorati sul Fascio Arrivi e Partenze. Qui avviene la

svuotatura e la sanificazione dei serbatoi delle ritirate delle carrozze e il trattamento degli interni mentre alle platee dedicate avviene il lavaggio della cassa esterna e del sottocassa. Per ogni treno si scaricano circa  $20\text{m}^3$  per una punta reflui scaricati di  $100\text{m}^3$ . Mentre nella zona lavaggio si impiegano circa  $5\text{m}^3$  di acqua per treno che corrispondono ad una punta di circa  $25\text{m}^3$  di acqua. Il volume giornaliero massimo trattato quindi è di circa  $125\text{m}^3$  mentre l'impianto di depurazione è dimensionato per trattare un volume giornaliero di  $144\text{m}^3$ . Risulta evidente che oggi l'impianto è quasi giunto alla saturazione. Il quadro normativo analizzato è il seguente:

- Carta Europea delle acque (1968)
- Legge Merli D. Lgs.319/76
- Disposizioni sulla tutela delle acque D. Lgs.152/99
- Testo Unico Ambientale D. Lgs.152/06

Con il D. Lgs.152/99 prima e il successivo D. Lgs.152/2006 viene delegato alle regioni il compito di redigere prescrizioni e limiti per l'immissione nei ricettori idrici e disciplinate le regolamentazioni valide per definire le acque reflue industriali come *qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento*, recependo le direttive comunitarie in materia di acque. Sono inoltre disciplinati gli scarichi di sostanze pericolose e le autorizzazioni, nonché le tariffe per il servizio di depurazione e le sanzioni. Infine sono disciplinati anche i fanghi derivanti dal trattamento delle acque i quali *devono essere sottoposti alla disciplina dei rifiuti e riutilizzati ogni qualvolta il loro reimpiego risulti appropriato*.

Vengono infine indicate le modalità di convogliamento e smaltimento delle acque.

Da una caratterizzazione delle acque in ingresso ed uscita all'impianto nella situazione appena precedente gli interventi e la nuova normativa 152/06, vediamo che i valori allo scarico erano già conformi ai limiti di legge imposti:

PARAMETRO	U.M.	VALORE	D.Lgs 152/06	GIUDIZIO
SOLIDI SOSPESI TOTALI	mg/l	21	≤200	CONFORME
OLI E GRASSI	mg/l	2,1	≤40	CONFORME
TENSIOATTIVI TOTALI	mg/l	1,1	≤4	CONFORME
COD	mg/l	105	≤500	CONFORME
BOD <sub>5</sub>	mg/l	37	≤250	CONFORME
FERRO	mg/l	0,16	≤4	CONFORME
CROMO TOTALE	mg/l	<0,01	≤4	CONFORME
PIOMBO	mg/l	<0,01	≤0,3	CONFORME
SOLFATI	mg/l	91	≤1000	CONFORME
AZOTO AMMONIACALE	mg/l	0,9	≤30	CONFORME

Figure 1 Parametri allo scarico

Il refluo in ingresso al depuratore, attraverso un impianto di sollevamento, giunge ad un ripartitore di portata che viene regolata al valore di 6m<sup>3</sup>/h, valore, come detto, di quasi saturazione dell'impianto. Successivamente giunge alla fase di grigliatura per la rimozione di eventuale materiale dalle dimensioni più grandi. Un disoleatore rimuove i materiali più leggeri quali oli grassi e idrocarburi mentre un sedimentatore statico a flusso longitudinale riduce le sostanze sedimentabili consentendo in questa fase un abbattimento del BOD compreso tra il 30 e il 50%. In uscita si ottiene un fango molto ricco in acqua, circa il 97%, che presenta un colore molto meno scuro che all'entrata.

A valle di questi primi trattamenti il refluo si presenta più chiaro e privo di solidi grossolani ed in parte di quelli sospesi.

La fase successiva è la denitrificazione. La vasca riceve, in ricircolo, il flusso di liquame già nitrificato; è di forma quadrata e un setto verticale, presente al suo interno, la suddivide in due sezioni in contatto tra loro solo nella parte superiore.

In questa fase, in condizioni anossiche, si ha la riduzione dell'azoto nitrico  $\text{NO}_3^-$  in azoto gassoso  $\text{N}_2$  per mezzo di batteri anaerobi.

I batteri presenti necessitano di sostanza organica da sintetizzare, ragion per cui il refluo che arriva alla denitrificazione non deve essere molto vecchio perché questo implicherebbe uno scarso tenore di carbonio organico.

Nel caso in cui viene rilevato dai controlli sul  $\text{BOD}_5$  un tenore organico non sufficiente, per aiutare la denitrificazione viene dosata una fonte di carbonio esterna, del siero di latte in polvere oppure un nutriente concentrato in carbonio, in rapporto di 25 kg diluiti in circa 500 l di acqua al giorno, che funge da materia organica che i batteri sintetizzano.

Dopo la denitrificazione il refluo passa nel bacino in cui avvengono l'ossidazione biologica e la nitrificazione del refluo. Questa operazione si realizza con una ossidazione prolungata creata dall'insufflazione di aria da parte di una soffiante in funzione per 24 ore ed attraverso dei diffusori spugnosi a microbolle installati sul fondo della vasca. Il refluo, ricco della frazione azotata, viene ossigenato innescando così una crescita di batteri aerobici del tutto naturale che a loro volta si nutrono delle sostanze presenti, degradandole. Dalla fase di nitrificazione fuoriesce un refluo in linea con i valori del D.Lgs.152/06. Ad ossidazione avvenuta i fanghi passano alla sedimentazione mentre una parte di questi viene ricircolata in fase di ossidazione. A valle del trattamento si ottiene un quantitativo di circa 6000 – 8000 kg annui di fanghi. I fanghi di supero delle sedimentazioni, circa 1000

kg annui, vengono inviati a compattazione e disidratazione per poi essere smaltiti senza recupero da ditta incaricata.

L'acqua chiarificata viene prodotta in circa 10 m<sup>3</sup> all'anno e prima di essere smaltita in fognatura viene trattata con ipoclorito di sodio.

In virtù, dunque, degli interventi effettuati e della conseguente semplificazione del processo di depurazione, si è registrato un miglioramento per alcuni dei parametri analizzati ma, sostanzialmente, c'è stato un mantenimento di tutti i valori normativi imposti per lo scarico, valori che erano comunque conformi al D.Lgs.152/06 precedentemente agli aggiornamenti dell'impianto, come da tabella seguente:

PARAMETRO	U.M.	PRE - LAVORI	POST - LAVORI	D.LGS. 152/06
SOLIDI SOSPESI TOTALI	mg/l	21	13	≤200
OLI E GRASSI	mg/l	2,1	1,2	≤40
TENSIOATTIVI TOTALI	mg/l	1,1	0,2	≤4
COD	mg/l	105	68	≤500
BOD <sub>5</sub>	mg/l	37	25	≤250
FERRO	mg/l	0,16	0,09	≤4
CROMO TOTALE	mg/l	<0,01	<0,01	≤4
PIOMBO	mg/l	<0,01	<0,01	≤0,3
SOLFATI	mg/l	91	85	≤1000
AZOTO AMMONIACALE	mg/l	0,9	0,6	≤30

È allo studio inoltre una soluzione per un uso più razionale delle risorse prodotte al depuratore, vale a dire i fanghi di supero delle sedimentazioni e

dei reflui chiarificati, che oggi vengono semplicemente smaltiti e non recuperati. Dal punto di vista normativo entrambe le risorse sono disciplinate, i fanghi dall'art.127 del D.Lgs.152/06 che impone il loro riutilizzo ogni qualvolta ne risulti appropriato il loro impiego, le acque reflue sempre dal D.Lgs.152/06, allo scopo di limitare il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sugli effluenti e favorendo il risparmio idrico, mediante l'utilizzo multiplo delle acque di depurazione, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo ed alle colture, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione.

L'ipotesi più appropriata per i fanghi CER 19 08 12 e 19 08 14 è quella di un recupero energetico nei forni da clinker per la produzione di conglomerato cementizio. Le materie che si possono recuperare utilizzando il fango di depurazione disidratato come combustibile nei forni sono materiali destinati all'edilizia. Una operazione siffatta avrebbe i seguenti vantaggi:

- risparmiare sull'utilizzo di combustibili fossili con conseguente diminuzione di gas responsabili di effetto serra;
- evitare l'accumulo di sostanze inquinanti nei terreni;
- contribuire al contenimento dei rifiuti da destinare in discarica, in armonia con quanto auspicato dalle normative europee e nazionali in tema di gestione dei rifiuti.

L'acqua chiarificata può essere reimpressa al servizio della platea di lavaggio attraverso un impianto dedicato. In questo modo si trattano le suddette acque separatamente per riutilizzarle e si evita di sovraccaricare l'impianto. Il trattamento potrebbe essere svolto tramite un processo chimico fisico attraverso il quale si possono eliminare gli oli, i minerali emulsionati, i tensioattivi e i solidi sospesi così da ottenere un elevato grado di depurazione. Dopo un iniziale pretrattamento le acque possono essere inviate ad una fase di

flocculazione e decantazione per la sedimentazione delle sostanze flocculate. Queste poi separate, tramite filtrazione, dall'acqua che viene reimpressa nel ciclo di trattamento.

L'acqua trattata, in uscita dalla flocculazione, sarà inviata ad una unità per il bilanciamento del PH, filtrata su carboni attivi ed infine inviata in un serbatoio di accumulo per poi essere prelevata per i cicli di lavaggio.

**Conclusioni:**

- Garanzia dei reflui in uscita dall'impianto;
- Conformità ai limiti imposti dal D. Lgs.152/06;
- Evitata la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione con ottimizzazione del funzionamento dell'impianto preesistente, grazie ad un ciclo più snello, semplice e affidabile;
- Riutilizzo più razionale delle risorse prodotte a fine trattamento;
- Contenimento dei rifiuti da destinare in discarica, in armonia con quanto auspicato dalle normative europee e nazionali in tema di gestione dei rifiuti.